

Dobos Endre

A KATONAI REPÜLŐGÉPEK PÁNCÉLVÉDELMEK FEJLŐDÉSE A KEZDETEKTŐL A II. VILÁGHÁBORÚ VÉGÉIG

Absztrakt

Már az I. Világháború idején harcba vetett repülőgépek rendelkeztek bizonyos mennyiségű páncélzattal, aminek az volt a feladata, hogy védelmet biztosítson a személyzet és a fontosabb egységek számára. A repülőgép védelme minden esetben kompromisszumos döntés eredménye a gép funkciójának függvényében, szemben a manőverező képességgel és a tűzerővel.

Those airplanes which fought in WWI were equipped with some armor which had to provide protection of pilot and units of the airplane. Protection of the airplane was always compromise against maneuver ability and fire power.

Kulcsszavak: páncélzat, sérülékenység, teherviselő borítás, védettség, tűzerő, manőverező képesség ~ armor, vulnerability, load-bearing skin, protection, fire power, maneuver ability.

A kezdetek

A katonai repülés első napjaitól, sőt mielőtt a katonai repülés realitássá vált, a repülőgép tervezők megértették, hogy a gyalogsági tüzfegyverek tüzétől a repülőgépek védelme kívánatos, de egyben nehezen teljesíthető követelmény¹. A páncéllemez súlya nem javította az amúgy is erősen korlátozott - a meglévő üzemanyagsúly mellett - hasznos teherhordó képességet, viszont erősen rontotta a repülőgép repülési képességeit, és ez nagyobb veszély volt, mint a gyalogság tüzfegyverei. A repülőgép gyenge manőverező képessége jobban növelte a megsemmisítés valószínűségét, mint amennyit ellensúlyozott a kiegészítő páncélvédelem. Ezért amikor a repülőgépek méretükben nőttek és nagyobb teljesítményűek lettek, a páncélvédelemmel csak a személyzetet és a létfontosságú berendezéseket látták el. Csupán az nem lehetett cél, hogy a repülőgépet megvédjék a harci sérülésektől, *a cél az volt, hogy a sérüléseket a gép és rendszerei elviseljék egy bizonyos szintig, és így esélyt biztosítsanak arra, hogy a személyzet a sérült géppel hazatérjen a repülőtérré.*

Ugyanakkor a támogató gépek számára erősebb páncélvédelem volt kívánatos, hiszen ezek a gépek néhány száz méterrel a gyalogság felett repültek, és ők az első meglepetést és ijedelmet követően hevesen tűzzel válaszoltak a támadásra. A kézfegyverek hatásos lőtáv-

¹ Emmanuel Gustin: Armour of the Air (internet)

sága messze elegendő volt, hogy komoly kárt okozzanak az alacsonyan repülő gépekben. A gyalogság a csatamezőn nagyon sebezhető volt, de az első világháború idején, a statikus frontvonalon a gyalogság jól védett fedezékekben várta a repülőgépek támadását. Így minden támadó számára igen nagy volt a valószínűsége annak, hogy lelövik, ami igazolta a magas fokú védelem szükségességét.

Az első világháború kitörését megelőzően a nagyobb hadseregek létrehozták a repülő fegyvernemet, kezdetben nem túl nagyot, ám ez az új fegyvernem rövid idő alatt intenzív fejlődésnek indult. A stratégák igényeket fogalmaztak meg a repülők harci alkalmazásával szemben, így rövidesen megjelentek a géppuskák, bombák, sőt a torpedók is a repülőgépek fegyverzetében. Ezek a koncepciók teljesen újak voltak, és hatékonyságukra valójában csak az I. Világháború folyamán derült fény. Bernard, francia tábornok 1913-ban hat különböző típusú 3 mm vastag páncéllal ellátott repülőgépet mutatott be a Villacoublay repülőtéren, amelyek közül négy úgy tűnt túl terhelve, hogy a pilóták megtagadták a felszállást a veszélyes gépekkel. A Nieuport IV-es gépeken a páncéllal borított törzs és motor nem csak túlterhelést okozott, de a motor hűtését is károsan befolyásolta.



1. ábra. A Nieuport IV-es volt az egyik első harcászati támogató feladatokra átalakított vadászgép.

A páncélozást, mint a védelem eszközét nem csak a támogató gépeken alkalmazták. A jelentések szerint a Nieuport egy másik Destroyer²-nek nevezett gépét léghajók megsemmisítésére tervezték, és 2,5-3,0 mm vastagságú páncéllal borították létfontosságú egységeit. Figyelembe véve a 160 LE-s maximális motorteljesítményt, kétséges volt, hogy a repülőgép fel tud-e emelkedni a léghajók repülési magasságára.

Míg az I. Világháború idején túlnyomórészt a konvencionális fa-vászon szögletes törzskialakítású repülőgépek készültek, az 1917-es év elhozta a változást a repülőgépgyártásban. A német repülőipar képviselői közül a Junkers gyár forradalmian új konstrukcióval lepte meg a világot. Dr. Hugo Junkers professzor felfedezte a duralumíniumot, a repülőgépgyártás új szabványos építőanyagát. A háború utolsó éveiben a Junkers gyár minden repülőgépének szárnya, törzse, vezérsíkjai tartalmaztak duralumínium cső teherviselő elemeket és alumíniumborítást. A szerkezet strukturálisan még hagyományos volt, mert az alumínium borítás ekkor még nem vett részt az erők felvételében.

A J I.-es repülőgép szerkezetének fő teherviselő eleme is alumíniumcső volt, amit hullámosított alumínium lemezzel borítottak be. A gép motorja a Bz IV. volt, amit 5 mm vastag, összesen 470 kg súlyú páncéllal borítottak, hogy a gyalogság tüzétől megóvják. A J I.-es kifejezetten robusztus és ezért igen kedvelt repülőgép volt. A gép fegyverzetét két fixen be-

² Destroyer: Romboló

épített Spandau és egy mozgatható Parabellum géppuska alkotta. A gép sikeres volta ellenére összesen csak 207 darabot gyártottak belőle. A Junkers innovatív konstrukciója nagy előrelépés volt, de abban az időben az ipar nem volt még felkészülve a szükséges szerkezeti anyagok gyártására, és ez lassította a sorozatgyártást.

Az egyetlen elegendő teljesítményt adó repülőmotor, ami a német repülőipar számára rendelkezésre állt, vízhűtéses volt, és sérülékenysége miatt komoly fejfájást okozott a tervezőknek. Hogy a motor sérülésállóságát biztosítani tudják, páncélozni kellett a törzs orr-részét, viszont a hűtőradiátort a légáramlás számára szabadon kellett hagyni. A *Fokker tervezője, Reinhold Platz* azzal a javaslattal állt elő, hogy a 195 LE-s Bz IIIb motor radiátorát a nagyméretű légcsavar mögött helyezték el és borítsák be 2,5 mm vastagságú páncélzattal. Az intenzív légáramlást egy a légcsavartengelyre rögzített hat lapátos ventilátor biztosította, ami a hűtőlevegőt a radiátorra vezette, így biztosítva a motor hűtését.



2. ábra. A Junkers J I-es volt a német légierő első támogatógépe.

Angliában a kiváló *Sopwith F.1 Camel* vadászgép átalakításával hozták létre az első *Sopwith TF.1*-es páncélozott támogató repülőgépet. A páncéllemez felhasználását a tervezők úgy maximálták, hogy a törzs alsó fele és a szárnytő volt páncéllemezzel borítva. A gép támadófegyverzetét két darab - a futóművek között rögzített - 45°-ban lefelé néző és egy a felső szárnyon elhelyezett Lewis géppuska alkotta. A lefelé tüzelő géppuskákkal a célzás természetesen pontatlan, sőt lehetetlen volt, így egy gépre kísérleti céllal periszkópot szereltek. A lefelé tüzelő fegyverek nem találtak nagy visszhangra a pilóták körében, így a következő fejlesztésnél a tervezők visszatértek a konvencionális előre tüzelő géppuskákhoz. A *Sopwith TF.1*-es rossz repülési jellemzői nem tették alkalmassá támogató feladatok betöltésére, viszont a forgó léghűtéses csillagmotorja jobban ellenállt a harci sérüléseknek. A TF.1-es megmaradt kísérleti repülőgépnek.



3. ábra. A Sopwith TF2-es angol vadász és támogató repülőgép.

A *Sopwith TF.2 Salamandert* az előd kísérleti géppel szerzett tapasztalatok bázisán hozták létre, de ami koncepcionálisan újat jelentett az *a törzs orr-részében létrehozott „strukturális páncéldoboz”* volt. A koncepció lényege az volt, hogy a törzs orr-részét acéllemezekből alakították ki, de nem úgy, hogy a páncéllemezeket felcsavarozták a törzs szerkezetére, hanem úgy, hogy a lemezek strukturális részét képezték a repülőgépnek. Tehát a páncéllemezek felvették a repülés során ébredő erőket, és egyúttal védelmet biztosítottak a létfontosságú egységek számára az ellenség tüzetől. A „doboz” falvastagsága alulról 11 mm, oldalról 6 mm, míg hátulról 10 mm vastag volt, és a pilóta fejét szintén páncélozott fejtámasz védte. A „doboz” mellső lemezevastagsága csak 8 mm volt, mert a motor tömege hatékonyan védelmezte a pilótát a mellső légtérből érkező lövedékektől.

A Salamander a „strukturális páncéldoboz” koncepció alkalmazásának mintapéldánya volt, sorozatgyártását azonban a kor technológiai színvonala gátolta. A kor gyártási pontossága nem felelt meg a követelményeknek. Amikor az acél lapok felületét edzéssel tették keményebbé, az edzése során a doboz elcsavarodott, így az alsó szárny bekötési pontjainak pozíciója – ami közvetlenül a dobozhoz csatlakozott – megváltozott és nem tette lehetővé a szárny megfelelő szerelését.

Az első világháború tapasztalatai

Az első világháború végéig jó néhány páncélzattal ellátott harcászati támogató repülőgépet terveztek és alkalmaztak a harcokban különböző feladatokkal. Néhány gép, mint a *Junkers JI.-es meglehetősen hatékony volt*, míg mások az utólagos értékelések szerint különböző okok miatt harcban alkalmazhatatlan gépnek bizonyultak. A mértéktelenül alkalmazott páncélbevonat, és sok esetben a kívánatosan nagy tüzerőt jelentő fegyverzet túlterhelte a repülőgépet. Ez azt eredményezte, hogy a gépek repülésre alkalmatlanok lettek, más esetben túl nagyra, vagy túl bonyolultul sikerültek. Nem volt könnyű megtalálni a helyes egyensúlyt a harci gép három legjellemzőbb tulajdonsága, *a védettség, a tüzerő és a manőverező képesség* között.

Az Antant Hatalmak repülőgép termelése 1914 és 1918 között mintegy 125000 repülőgépre rúgott, ezzel szemben a Központi Hatalmak 53000 darabot állítottak elő³. A hirtelen fejlődéssel járó gyors avulás és a súlyos veszteségek következtében a háború folyamán gyártott repülőgépek átlagos élettartamát mindössze három hónapra lehetett becsülni. Amíg a légi harcok átlagos veszteségei a repülőgépeknek csak mintegy 6-7%-át emésztették fel, addig a kiképzésnél, selejtezésnél, és *elavulás következtében körülbelül 60%-os állandó veszteséget tüntet fel a statisztika*⁴. A harcászati követelmények rendkívül gyors változása folyamatos fejlesztést követelt meg a gyártóktól, ez maga után vonta a repülőipar intenzív fejlődését. A repülőépítésnek ebben a korai szakaszában még hiányoztak a tapasztalatok, a tervezési és építési irányelvek, szabályok és szabványok.

Mindezek a feltételek csak a háború utáni időszakban teremthették meg, amikor lassan létre jött a repülőgépgyártás háttérpára, ami a kutatásokkal kezdődött és a repülési próbákkal fejeződött be. Rögzítették a repülőgépek berepülési szabályait és a tapasztalatok, mérések eredményeit felhasználták a modellek javítására. A '20-as és '30-as években a repülőipar demonstrálta, hogy a repülőgép alkalmas arra, hogy feladataiban kiteljesedjen, és együtt tudjon működni a szárazföldi és haditengerészeti erőkkel a harctevékenység során. Ehhez a repülőgépnek rendelkeznie kellett megfelelő sebességgel, hatótávolsággal, fegyverzeti teherviselő képességgel és megbízhatósággal, hogy bizonyítsa harci alkalmasságát együtt a két másik haderőnemmel, vagy akár attól függetlenül. A harmincas évekre minden tervező számára világhosszú vált, hogy ezek a követelmények csak teljesen fémépítésű, áramvonalas repülőgéppel érhetők el.

³ Dr. Horváth Jenő-Dr. Ihring Károly-Turcsányi Gyula-Pilch Jenő: Az első világháború története 278. o

⁴ Dr. Horváth Jenő-Dr. Ihring Károly-Turcsányi Gyula-Pilch Jenő: Az első világháború története 271. o

A háború során a kis súlyú és megfelelően nagy teljesítményű motorok hiánya okozott fejtörést a repülőgép-tervezőknek. A német repülőgyárak a folyadékűtésű motort részesítették előnyben, ami sérülékeny volt és nem rendelkezett elegendő teljesítménnyel, míg az angolszász gyártók a forgó léghűtéses csillagmotorban látták a megoldást. Ez a motor kevésbé volt érzékeny a sérülésekre, de a motoroknak ez az ága zsákutcának bizonyult, nem volt továbbfejleszhető. A motoroknak ez a különleges változata végül eltűnt a palettáról, de a nagyobb légellenállású léghűtéses csillagmotor és a sérülékenyebb vízhűtéses soros motor a második világháború végéig szolgálatban maradt. Mindkét motortípus fejlődését számtalan nagyszerű technikai újítás fémjelezte, melyek mindegyike a nagyobb literteljesítmény, a kisebb légellenállás és súly elérésére irányult.

Az első világháború utáni időszakban a legtöbb légierőnél elvetették az egymotoros harcászati támogató repülőgép koncepcióját, és helyette - mint kívánatos forma - a kétmotoros gyorsbombázó és nehézvadászgép, vagy vadászbombázó került az érdeklődés középpontjába.

A második világháború előestéjén

A Szovjetunióban a támadófeladatokra specializált repülőgép projekt az 1920-as évek vége felé indult el, nem kevesebb, mint három kategóriában kijelölve az elérendő célokat: könnyű támadó repülőgép (Ljohkij Sturmovik), nehéz támadó repülőgép (Tjizsolij Sturmovik) és páncélozott nehéz támadó repülőgép (Tjizsolij Sturmovik Bronyirovannij). Az elmélet szerint a könnyű támadó repülőgépet meglepetésszerűen zavaró repülőgépként kívánták bevetni, a nehéz támadó repülőgépet a saját csapatokkal való együttműködésre szánták, míg a páncélozott nehéz támadó repülőgépet a védelemben lévő ellenség közvetlen támadására tervezték bevetni. A dolgok egy kicsit egyszerűsödtek, amikor a légierő parancsnoksága 1930-ban törölte a könnyű támadó repülőgép (Ljohkij Sturmovik) változatot.

Az első páncélzattal ellátott gép Polikarpov tervező asztaláról került ki R-5LS típusjelzéssel, de a repülési próbák során a gyenge motor, és túlsúlyos páncélzata a gépet esélytelenné tette további felhasználásra. A sikertelenség rányomta a bélyegét a tervezők további munkájára.



4. ábra. Az I-16-os repülőgép támogató feladatra előkészítve.

Majd a Spanyol Polgárháborúban résztvevő *I-15 és I-16* repülőgépek és pilótáik 1937 márciusában a guadalajarai ütközetben fontos szerepet játszottak az olasz erők megfutamításában és ez meggyőzte Sztálint arról, hogy a légierőn belül szerepe van a harcászati támogató repülőgépnek. Az I-16-os az egyik első páncélzattal ellátott repülőgép volt, ami a szovjet mérnökök keze alól került ki, majd a gép 1934-ben teljesítette első felszállását, a teljes szériagyártás pedig egy évvel később, 1935-ben kezdődött el. Az utolsó „4-es típus” gyártása során a pilótaülés fejtámasz részét kiegészítették egy 8 mm-es páncéllemezzel. A Szovjetunióban

1930 óta foglalkoztak a mérnökök a harci repülőgépeken elhelyezett páncélzat szükségességével és alkalmaztak nikkkel-molibdén ötvözetű páncél-lapokat.

A légierő parancsnoksága rövid idő alatt elkészítette az új páncélozott támadó repülőgép (Sturmovik Bronyirovannij) specifikációját. A feladat kiírásának megfelelően *Szuhoj megépítette a Su-2, Kocserigin az R-9 és Iljusin az Il-2 repülőgépet*. A légierő parancsnoksága a benyújtott tervek közül Iljusin elképzelését fogadta el és neki adott megbízást a mintapéldány elkészítésére. *Iljusin terveiben kiterjedten alkalmazta a strukturális páncélzatot*.



5. ábra. A Tu-2⁵-es repülőgépen törzsbe mereven beépített gépfegyvereket alkalmaztak a gyalogság ellen.

A Szuhoj Tervezőiroda 1941-ben elkészítette a továbbfejlesztett mintapéldányt és *Su-6(A)* jelzéssel bemutatta a légierő vezetőinek. A gép kisebb volt, mint az Il-2, inkább egy páncélozott vadászgéphez hasonlított. A gépet páncélozták, bár nem annyira kiterjedten, mint az Il-2-t, erőforrásaként pedig az M-71 csillagmotort alkalmazták. A gép teljesítményben felülmúlta az Il-2-t, de megjelenésekor 1942-ben már nem került sorozatgyártásra.



6. ábra. A Szuhoj Su-6-os repülőgép csillagmotorral és soros vízhűtéses motorral készült változatai. Nem jutottak el a sorozatgyártásig.

A német Harmadik Birodalom 1934-ben fogalmazta meg harcászati elképzeléseit konkrét technikai követelményekké és adta át a repülőgyáraknak megvalósításra. *A Henschel, a Focke-Wulf, a Henkel, a Dornier, az AGO, a Gothauer Wagon Fabrik (GWF) és a Bayerische Flugzeugwerke (BFW) – a majdani Messerschmitt – nyújtotta be terveit*. A német katonai vezetés két géptípust jelölt meg: a páncélvadász és a romboló repülőgéptípust. A romboló többcélú repülőgép volt vadász, vadászbombázó, zuhanóbombázó és támogató képességekkel. A rajtuk elhelyezett nehézfegyverek alkalmasak voltak légi és földi célok megsemmisítésére. A felfüggesztett bombák lehettek repeszhatásúak, páncéltörők, vagy romboló hatásúak. A nem irányított rakétákat alkalmazták tömeges légi, vagy célok földi célok ellen.

⁵ Tu-2 – Tupoljev tervezőiroda által gyártott közepes bombázó

A Reichluftfahrtministerium⁶ a Henschel Hs 129-es és a Messerschmitt Bf 110-es repülőgépből rendelt mintapéldányokat. A Hs 129-est páncélvadász, a Bf 110-est pedig romboló feladatra optimalizálva. A Henschel Hs 129-est az alacsony motorteljesítmény és a nehéz kormányozhatóság jellemezte, a felhasznált páncélzat súlya több meghaladta az egy tonnát. A kétmotoros konstrukció elvben biztosíték volt arra, hogy egy motor sérülése esetén a gép képes legyen visszatérni a repülőtérré, de a Hs 129 esetében ez nem valósult meg a motor alacsony teljesítménye és a repülőgép nagy súlya miatt. E két gép mellett számos más típus – bombázó, vadász – képviselőinek átalakításával próbáltak többé-kevésbé hatékony támogató gépet (*Junkers Ju 87 és Ju 88, Focke-Wulf FW 190*) rendszerbe állítani.

A második világháborút megelőző évekre az európai légierők parancsnokságai összegezték elképzeléseiket. A gyárak a korábbi évek terveikhez képest jóval kompaktabb, aerodinamikailag átgondoltabb repülőgépeket mutattak be a megrendelőknek, de a fő dilemma megmaradt ugyanaz: mennyi páncélzat, milyen űrméretű és hány darab fegyver elhelyezése adja meg azokat a képességeket a repülőgépnek, amelyekkel hatékonyan harcba küldhető az ellenséges páncélosok ellen.

Páncélvédelem nem csak harcászati támogató gépeken

A két háború közötti időszakban tervezett, és épített könnyű- és nehézvadászgépeket nem terhelte páncélzat, a legtöbb nemzet nem foglalkozott a gépek passzív védelmével, egészen 1940-ig. A brit légierő két kiváló vadászgépének, a *Hurricane*-nek és a *Spitfire*-nek úgy kezdődött a sorozatgyártása, hogy egyáltalán nem rendelkeztek páncélvédelemmel. A védelem szükségessége azonnal kiderült, ahogy a második világháború kitört, és a páncélzat felszerelése hirtelen nagy fontosságot kapott. A RAF⁷ franciaországi légharcokban részvevő gépei nem rendelkeztek páncélzattal, de mire az angliai csata elkezdődött a vadászgépeket ellátták kiegészítő páncélzattal. A Spitfire esetében ez 33 kg páncélt, és kiegészítően felcsavarozott páncélüveget jelentett, ami közel 10 km/h sebességcsökkenést okozott. A páncélüveg szélvédő később általánossá vált, a védőpáncélzat súlya pedig nőtt.

Ugyanekkor a német repülőipar képviselői már elterjedten alkalmazták a védőpáncélt a vadászgépeiken. A Messerschmitt Bf 109E-4-es vadászgép síklapokkal határolt kabintetővel mutatkozott be, ahol a szélvédő és a pilóta mögötti lapok páncélüvegből készültek. Később a „G” modellen 90 mm volt a szélvédő vastagsága. A pilóták többször kritizálták a kabintetőt az elégtelen kilátás miatt, bár elismerték, hogy jó védelmet biztosít számukra. A háború vége felé megjelent az Erla Haube⁸, ami sokkal kedvezőbb kilátást biztosított.

Az európai légharcok tapasztalatai gyorsan elérték az Egyesült Államokat. Amikor a brit katonai beszerzők vadászgép vásárlásaikat bonyolították, szerződésben rögzítették, hogy a leszállítandó gépeknek védőpáncélzattal kell rendelkezniük. Nagy-Britannia német zsákmányolt repülőgépeket küldött a gyártóknak, hogy megismerhessék az ellenséges repülőgéptípusokat, és ellenőrizhessék saját fedélzeti fegyvereik hatékonyságát. Így elsők között szállították a Bf 110-es repülőgépet az amerikai kontinensre. Az ottani tervezők gyorsan felfejlődtek az európai igényekhez. A *Bell P-39-es Aircobra* volt az egyik első vadászrepülőgép, és kezdetben nem rendelkezett egyetlen négyzetcentiméter páncéllal sem, azonban az 1939 végén gyártott gépeken már nem kevesebb, mint 120 kg páncél volt. Amikor önzáródó üzemanyagtartályt építettek a gépbe, további 109 kg súllyal növelték az önsúlyát. A módosítást a USAAF⁹ igényelte, de azzal a kikötéssel, hogy a változtatás nem növelheti a költségeket és a gép repü-

⁶ Reichluftfahrtministerium – Német Légügyi Minisztérium (a háború idején)

⁷ RAF-Royal Air Force – Brit Királyi Légierő

⁸ Erla Haube – az Erla művek által gyártott kabintető a Bf 109-es vadászgépen

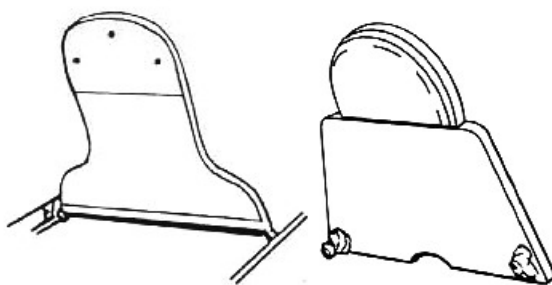
⁹ USAAF – US Army Air Force – Az Amerikai Egyesült Államok Légierője

lési teljesítményét. Ez az igény természetesen az eredeti elképzelések átgondolására és realisztikusabb megközelítésre kényszerítette a tervezőket, így a „győztes” P-63 Kingcobra repülőgépbe épített páncélzat súlya 55 kg-ra csökkent.

A US Navy¹⁰ igényei szerint 1941 nyarán – egy kicsit talán megkésve – a *Grumman F4F Wildcat* – 68 kg páncélzattal a fedélzetén került a csapatokhoz, míg a nagy ellenfél, a *Mitsubishi A6M Zero* egyáltalán nem rendelkezett passzív védelemmel. A japán tervezők csak az 1944 őszi szolgálatba állított A6M5-ös változatot vértették fel amerikai lövedékek ellen. Az F4F Wildcat repülési teljesítménye, manőverező képessége elmaradt ugyan az A6M Zérótól, viszont több lövéssel is hazavitte a pilótáját. A Zéró azonban rendkívül sérülékenynek bizonyult, ami később nehéz helyzetbe hozta a hadvezetést, hiszen a háború vége felé már nem volt tapasztalt pilótája a Japán légierőnek. A későbbi intenzív fejlesztések hatására a Wildcat felülmúlta repülési jellemzőiben japán ellenfelét, és közben sikerült passzív védelmét is javítani, így az ellenállt a 12,7 mm-es, sőt a 20 mm-es lövedékeknek is.

A háborúban résztvevő országok csapatmérnökei már a háború első néhány hónapjában rengeteg tapasztalatot szereztek a légi harcban szerzett sérülésekről és azok pilótára, repülőgépre gyakorolt hatásáról. Ezek az adatok eljutottak a repülőgépek fejlesztőmérnökeihez, így azok a leghatékonyabb páncéloszlást – elhelyezés és lemezvastagság – tudták kidolgozni az egyes repülőgép típusokra. A probléma megoldása arra indította a repülőgépgyárat, hogy több figyelmet szenteljenek a tárgykör elméletének, amit aztán *sérülékenység vizsgálatnak* neveztek el.

A repülőgép sérülékenysége alatt azt értették, hogy egy repülőgép mennyire képes ellenállni egy, vagy több becsapódó lövedéknek, ezen belül mely részek milyen érzékenységet, reakciót mutatnak a lövedékkel szemben. Az érzékenység értékelése céljából elemzéseket és fegyverpróbákat végeztek. A probléma tanulmányozása során felállítottak egy elméletet a *kritikus alkatrészekről* és az *alapvető funkciókról*, valamint ezek összefüggéséről. Megállapították, hogy a repülőgép minden eleme (alkatrésze) rendelkezik egy bizonyos sérülékenységi szinttel a lövedékkel, vagy repesszel szemben és minden elem valamilyen mértékben hozzájárul a repülőgép teljes sérülékenységéhez. Kritikus alkatrésznek nevezték azokat, amelyek sérülése a repülőgép alapvető funkcióinak elvesztését okozza. Alapvető funkciók azok, amelyek a repülőgép irányított levegőben tartását, (a pilóta, a kormányrendszer működése, a felhajtó erő, a motorteljesítmény, valamint a leszálló berendezések) fel, és leszállását befolyásolták.



7. ábra. A Fw 190A-3 és A-4-es háttámla valamint fejpáncélja.

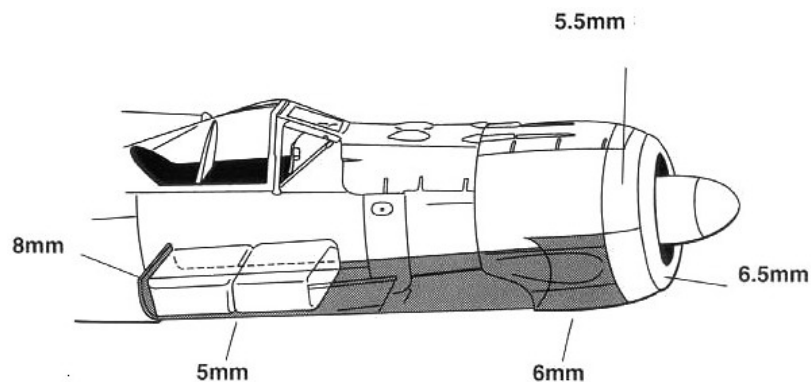
A repülőgépek sérülékenységi szintje különböző tervezési módszerekkel csökkenthető, így redundáns rendszerek alkalmazásával, vagy az elemek páncéllemezzel történő eltakarásával. Így páncélozták a kritikus elemeket, mint a pilótafülke, a motor és segédberendezései (olajtartály, hűtővíztartály), üzemanyagtartály. Párhuzamos rendszereket alkalmaztak a kormánymű berendezéseinél, és futómű működtető berendezéseknél.

¹⁰ US Navy – Az Amerikai Egyesült Államok Haditengerészete

A Fw 190 vadászgép esetében 13 mm-es páncél védte a pilóta fejét és vállát, 8 mm vastag volt az ülőpáncél, néhány 5, és 6 mm vastag lemez takarta a nagyobb páncéllemezek közti réseket az ülés körül és végül 50 mm vastag volt a kabin szélvédője 5,5 - 6,5 mm-es páncél védte a motor olajhűtőjét, ami egyben a motor hengereinek is védelmet nyújtott.

A Fw 190A8/R8-as vadászgép egy különleges változat volt, jelentős eltéréssel a típus többi tagjától. A gépnek az volt a fő feladata, hogy a légierődöket támadja, és fedélzeti fegyvereivel semmisítse meg azokat. A feladathoz rendelt fő fegyvere a 30 mm-es űrméretű MK 108-as gépágyú azonban a kis súly érdekében rövid csővel készült és a lövedékeknek nagy volt a körkörös szórása ezért a vadászgépnek igen közel kellett repülnie a légierődökhöz, hogy biztos találatot érhesen el. Ezzel a pilóta kitétte magát és repülőgépet a védőgéppuskások tüzének. A személyzet és gépe túlélésének biztosítására különlegesen erős páncélzatot építettek a gépre. A homlokpáncélzatot 50 mm-esre, az oldalpáncélzatot pedig 30 mm-esre növelték, a kabint pedig oldalról 5 mm vastag páncéllal fedték be, továbbá a szárnyban a 30 mm-es lőszer tárolóját páncélozták, hogy a gépet megvédjék egy végzetes robbanástól, amit egy a lőszerakaszba csapódó lövedék okozhat.

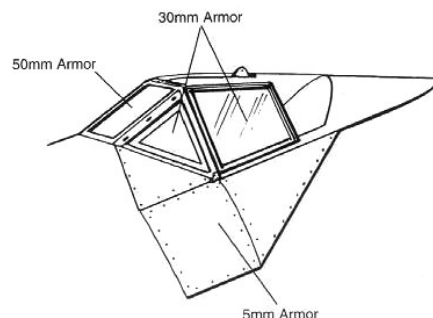
Az üzemanyagtartályok védelme legalább olyan fontos volt, mint a motoré vagy a löszereké. A probléma korai megközelítése szerint a fém üzemanyagtartályt kívülről, vagy belülről be kellett borítani olyan anyaggal, ami megduzzad, ha benzinnel érintkezik, és így elzárta a lövedék behatolásakor keletkezett lyukat.



8. ábra. Fw 190-es vadászgép szabványos védőpáncélzata.

Ez a megoldás nem volt kielégítően hatékony, mert a behatolásnál keletkezett lyuk egészen kicsi volt, azonban a bukdácsoló lövedék által szakított kimeneti nyílás lényegesen nagyobb lett. Mindezek azonban eltörpülnek a robbanó lövedék hatása mellett. A tartályba becsapódó lövedék által keltett nyomáshullám sok esetben kiütötte a tartály egész hátsó falát. Ez azonnali és végzetes hatású volt a repülőgépre. A tervezők válasza a jelenségre az *öntömítő anyagból készült puha falu tartály* volt, ami elviselte a lövedék becsapódásakor ébredő nyomáshullámot.

Az üzemanyagtartályban tárolt benzin robbanásának kockázata akkor nagy, ha a benzin-levegő egy meghatározott arányban keveredik. Szovjet mérnökök találtak megoldást erre a problémára. A motor kipufogó gázát megszűrve, és lehűtve bevezették az üzemanyag tartályba, amivel biztosították a nagymagasságú repüléshez szükséges túlnyomást, és egyúttal neutrális gázteret hoztak létre a benzin felett. 1940-ben a Lavocskin LaGG-1-es repülőgép öntömítő tartállyal és neutrális gáz bevezetéssel készült. A módszernek volt egy negatív hatása, hogy a kipufogógáz reakcióba lépett az öntömítő anyaggal, így a gázt csak közvetlenül harci alkalmazás során vezették az üzemanyagtartályba.



9. ábra. A Fw 190A-8/R8-as erősen páncélozott kabinja.

Mennyire volt hatékony a páncél?

Az alkalmazott páncélzat vastagsága általában 8-13 mm között változott. Ez a vastagság biztonsággal ellenállt a gyalogsági lőfegyvereknek, illetve az annak megfelelő 7,62 mm-es űrméretű fedélzeti fegyvereknek, azonban a háború folyamán rövidesen megjelentek az új fedélzeti fegyverek 12,7 mm-estől, egészen a 30 mm-es űrméretig. Az amerikai repülőgépeken használatos 12,7 mm-es nagy kezdősebességű géppuska lőszer képes volt 91 m-es távolságból áthatolni a 24,5 mm-es páncélon. Ezek az adatok alapvetően a homogenizált szabványos páncélra értendők, azonban a repülőgépre épített páncélok felülete edzett volt, hogy a legkisebb vastagság és súly mellett a legnagyobb ellenálló képességgel rendelkezzen.

Mielőtt a lövedék az üléspáncélra ért át kellett hatolnia a sárkányszerkezet borításán, néha teherviselő elemeken is (hosszmerevítő, törzsborda), amelyek csökkentették sebességét, és megváltoztathatták útirányát. A lövedék útjába kerülő alkatrészek okoztak minden egyes deformáció jelentősen befolyásolta áthatoló képességét. Így viszonylag vékony páncélzat is hatékonyan segíthette a pilóta, vagy más fontos egység védelmét. Mindezekon túl a törzs hátsó részében helyet foglaló elektromos berendezéseknek, a lövedék útjában történt kedvező elhelyezésével szintén lehetett befolyásolni a lövedék mozgási energiáját. Csak példaként, a Spitfire Mk.21-es vadászgépen alkalmazott páncél 20°-os kúpszögön belül, 274 méteres távolságból védelmet biztosított 20 mm-es német lövedékek ellen.

Összegzés

A második világháború során bebizonyosodott, hogy a védőpáncélnak egyértelmű létjogosultsága van a repülőgépeken, azonban megfontolás tárgya volt, hogy mennyit és hol helyezzenek el. A választ a gép funkciója adta meg és ennek szellemében kellett a tervezőknek választani a *manőverező képesség-tűzerő-védelem* hármaskörös követelményrendszerből, hogy melyiket helyezik előtérbe. A döntés minden esetben kompromisszumos volt, mert valójában mindhárom követelmény azonos fontosságú lehetett. Vadászgépek esetében a manőverező képességet és a tűzerőt minden képen előtérbe kellett helyezni minden konstruktőrnek, és a védelmet kellett az előző kettő követelmény megtartása mellett emelnie. Sok esetben nem a páncélzat növelése volt a megoldás! A rendszerek elhelyezése, párhuzamosítása segítette a túlélésben. A fő hangsúlyt az alapvető funkciók üzemképességének megtartására kellett fordítani. Bizonyos esetekben csak a nagy sebesség és manőverező képesség ellensúlyozhatta a védelem alacsony szintjét. A De Havilland gyár teljesen fából épített nehéz vadászgépe a *Mosquito* nem rendelkezett

sem páncélvédelemmel, sem pedig hátrafelé tüzelő védőgéppuskással, viszont maximális sebessége meghaladta a vadászgépekét.

Harcászati támogató repülőgépek (*Hs 129, Il 2, Ju 87*) esetében az alkalmazott páncélat mennyisége jelentősen több volt, mint a vadászgépeken, de mivel a támogató szerepkör megkövetelte a földközeli repülést a csapatlégvédelem és a gyalogsági fegyverek reális veszélyt jelentettek. *Ebben szerepkörben a tüzérő és a védelem egyértelműen előnyt élvezett a manőverező képességgel szemben, néha annyira, hogy a gép repülési tulajdonságai a kritikus értékhez közelítettek.* Ezek a repülőgépek a második világháború során súlyos veszteségeket szenvedtek.

Irodalomjegyzék

Emmanuel Gustin: Armour of the Air (internet)

Dr. Horváth Jenő-Dr. Ihring Károly-Turcsányi Gyula-Pilch Jenő: Az első Világháború Története (1916)

Anthony G Williems: British WWII multy role plane (internet)

Dr. Richard P. Hallion: Battlefield Air Support (internet)

Laurence K. Loftin Jr.: Quest for Performance: The evolution of modern Aircraft (internet).

Г.В.Човожиллов Из ицтории советской авиации.(1985)

Alfred Price: Az Fw 190-es szolgálatban.