haditechnikai szemle

A Magyar Néphadsereg műszaki tudományos és ismeretterjesztő folyóirata

1

ELSŐ ÉVFOLYAM 1967 JANUÁR—MÁRCIUS

Páncélosok a lövészeknél (A családelv és a többcélú felhasználhatóság c. cikkünkhöz – Bleich Rudolf felvétele)

haditechnikai szemle

A Magyar Néphadsereg
műszaki tudományos
és ismeretterjesztő folyóirata

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

A szerkesztő bizottság elnöke
SÁRDY TIBOR mérnök-ezredes

Felelős szerkesztő
NAGY ISTVÁN GYÖRGY okl. gépészmérnök

A szerkesztőség címe
Budapest 114, Postafiók 26.

Kiadja
a Zrínyi Katonai Kiadó,
Budapest 134, Postafiók 31.

Felelős kiadó
BEDŐ LÁSZLÓ alezredes

Megjelenik negyedévenként
Előfizetési ára egész évre 24,— Ft
Egyes szám ára 6,— Ft

Terjeszti a Posta Központi Hírlap Iroda
Budapest V., József nádor tér 1.
Egyéni csekkszámlaszám: 61 297, közületi: 61 066
vagy átutalás az MNB 8. sz. fiókjánál vezetett
folyószámlára

Index szám: 25381

6604689/2 Zrínyi Nyomda, Budapest
Felelős Bolgár Imre

haditechnikai szemle

A Magyar Néphadsereg műszaki tudományos és ismeretterjesztő folyóirata

ELSŐ ÉVFOLYAM 1967 TARTALOMJEGYZÉK

ZRÍNYI KATONAI KIADÓ, BUDAPEST

haditechnikai szemle

A Magyar Néphadsereg
műszaki tudományos
és ismeretterjesztő folyóirata

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

A szerkesztő bizottság elnöke
SÁRDY TIBOR vezérőrnagy

Felelős szerkesztő
NAGY ISTVÁN GYÖRGY okl. gépészmérnök

A szerkesztőség címe
Budapest 114, Postafiók: 26.
Telefon: 164—691

Kéziratok megőrzésére
és visszaküldésére nem vállalkozunk

Kiadja
a Zrínyi Katonai Kiadó
Budapest 134, Postafiók: 31,
Telefon: 409—550

Felelős kiadó
BEDŐ LÁSZLÓ ezredes

68 00913/2 – Zrínyi Nyomda, Budapest.
Felelős v.: Bolgár Imre

Tartalomjegyzék

Dr. Aujeszky László: Földünk légköre 95

Bálint János: Az integrált áramkörök a katonai elektronika fejlődésében 81

Czapek Béla: Robbanóanyaggal gyorsított nagy sebességű lövedékek 46

Csanády Sándor—Tőkés Szabolcs: A laseres fénytávmérők 135

Csányi Lajos: Harcjárművek és gépjárművek tárolása és a korrózió-védelem 87

Csekey József: Úszóhidak és kompok hidrodinamikai stabilitása 54

Csorba János: Passzív önirányítású rakéták fedélzeti rendszere 21

Dudok Pál: A radioaktív sugárzás hatása az elektronikus berendezésekre 61

Az emberi haladás ünnepén 121

Húszéves a Haditechnikai Intézet 141

Dr. Kováts Zoltán: A távbecslés befolyása a géppuskák pontos tüzére 63

Leipniker Artúr: Félvezető sugárzásdetektorok 6

Lőrincz István: A páncélelhárító irányított rakétalövedékek új nemzedéke 10

Lőrincz István: A szárazföldi csapatok fegyverzetének fejlesztési irányai 41

Mohr Endre: Beszédkompresszió — vocoderek 138

Molich Jenő—Timár János: Légicélok elvesztésének rádiólokációs problémája 91

Nagy Ernő: Megbízhatóság és haditechnika 50

Nagy István György: Űrhaditechnikai eszközök újabb tervei Amerikában 29

Parragh Gábor—Sebők Elek: Az idegmérgek hatástalanítása 66

Petrov, G. I.: Az ember és a világűr 123

Poór István: A terepjáróképesség, a kerékméret és a kerékterhelés összefüggései 98

Sárdy Tibor: A családelv és a többcélú felhasználhatóság 2

Sinka József: Robbanási folyamatok az időmikroszkóp alatt 18

Strommer József: Katonai digitális számoló eszközök 26

Surányi Endre: Léghűtéses katonai járműmotorok .. 59

Szentesi György: A hangrobbanás okai és hatásai 128

A szovjet tudomány és technika ötven éve. Jubileumi kiállítás Budapesten 142

Takács Imre: Műszaki gépek az erősen sugárszennyezett terepen 23

Tamási Ferenc: Rádiólokátorok hatótávolságának növelése 15

Török Gábor: Kútfúrás vagy víztisztítás? 133

Újvári István: Ellenséges infravörös sugárvetők felderítése 14

Várszegi Imre: A troposzféra és a katonai hírközlés .. 56

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

A csapatvédelem hatásos eszköze: a ZU—23-típusú ikerágyú 34

Fejre erősíthető tv-berendezés 145

Felfújható csarnokok katonai célokra 152

A Gyrojet rakéta-pisztoly 154

Hálótervezés és gépkocsijavítás 151

Helikopterek és konvertiplánok 75

Hogyan emelték ki a tengerbe esett amerikai hidrogénbombát? 37

A laser modulációja 114

Laseres televízió 34

A légpárnás siklóhajó — az angol katonai szakértő szemszögéből 113

Lengyel óriás-centrifuga 74

Mi okozta a Hai tengeralattjáró katasztrófáját? 112

Milyennek látják nyugati szakértők az 1975—80-as évek harckocsiját? 148

A modern rejtjelzéstan 109

A szovjet légierők újabb gépeiből. Repülőbemutató Domogyedovóban 146

Új anyagok a páncélozott járművek gyártásában 36

Újabb amerikai irányított lövedékek 153

KIS ENCIKLOPÉDIA 143

HADITECHNIKAI TÁJÉKOZTATÓ 32, 70, 103, 156

ÚJ TUDOMÁNY – ÚJ TECHNIKA 144

A TIT HADTUDOMÁNYI SZAKOSZTÁLYAINAK ÉLETÉBŐL 31, 77

haditechnikai szemle

Örömmel köszöntöm

Néphadseregünk új folyóiratát, a Haditechnikai Szemlét, a hadtudomány legifjabb sajtóorgánumát.

Honvédelmünk erősítésével kapcsolatos teendőink között megkülönböztetett helyet foglal el Néphadseregünk haditechnikai fejlesztése, fegyverzetének további korszerűsítése, hadrafoghatóságának folyamatos biztosítása. E feladatok eredményes megoldásának egyik alapfeltétele a haditechnikai eszközöket kezelő emberek ismereteinek állandó fejlesztése. Ehhez kell sokoldalúan, színesen és magas színvonalon segítséget nyújtania az induló Haditechnikai Szemlének.

Legyen ez a folyóirat mindenekelőtt hadseregünk mérnök és technikus tisztjeinek fóruma, ahol írásaikban és cikkeikben közreadhatják alkotó gondolataikat.

Legyen ez a folyóirat élő kapocs az elmélet és a gyakorlat között: tartsa mindig szem előtt, hogy tevékenységének célja, értelme honvédelmünk erősítése, hadseregünk ütőképességének további növelése, a hadügy terén végbemenő forradalmi változások – lehetőségeinkhez képest – mihamarább történő betetőzése. A tudományos igényű cikkek közreadása mellett végezzen a folyóirat széles körű technikai felvilágosító munkát is. Ismertesse meg tisztikarunkat a haditechnika legújabb eredményeivel, a baráti hadseregek technikai fejlődésével, és mutassa be olvasóinak a szocialista hadseregek katonai fölényét az imperialista hadseregek felett. Karolja fel az újító és ésszerűsítő mozgalmat, népszerűsítse, általánosítsa eredményeit.

Bízom abban, hogy a Haditechnikai Szemle megfelel majd a várakozásnak, és betölti funkcióját; teljesebbé teszi az ember és a haditechnika kapcsolatát, és – katonai sajtónk hagyományaihoz híven – tevékenységével eredményesen szolgálja Néphadseregünk harckészültségének fokozását.

Ehhez kívánok a Szerkesztő Bizottságnak, íróinak és a lap minden olvasójának erőt és egészséget.

CSÉMI KÁROLY altábornagy
Magyar Néphadsereg Vezérkar Főnöke
a honvédelmi miniszter első helyettese

SÁRDY TIBOR
mérnök-ezredes

A családelv és a többcélú felhasználhatóság

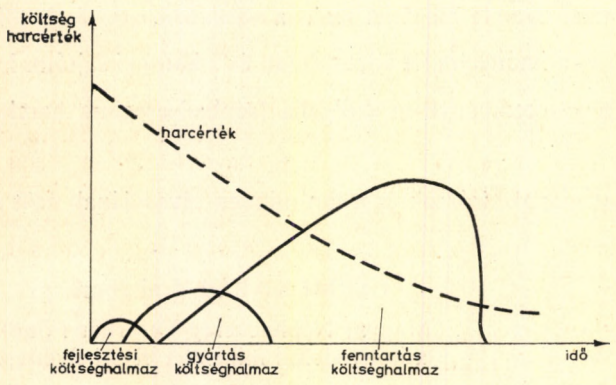
A csapatok mozgékonysága a mai háború harcfeladatai sikeres végrehajtásának lényeges feltétele. A mozgékonyság, mint a csapatok harcértékének egyik jellemzője, összetett fogalom, mert a gyors reagáló készségű, jól szervezett és helyes döntésre képes vezetési apparátuson kívül a helyváltoztatás időbeli és térbeli lebonyolítását is jelenti. Magától értetődően itt feltételezzük, hogy a helyváltoztatáshoz szükséges eszközök a megfelelő minőségben és mennyiségben rendelkezésre állnak.

Ez a körülmény magyarázza, hogy a gépi háborúk korszakában igen sokféle olyan eszközt hoztak létre, mely a mozgékonyság fokozására szolgál. Ezek az eszközök a hadseregek fegyverzeti rendszerében számottevő mennyiségeket képviselnek. Rendszerbe állításukat szükségszerűen az egyre növekvő számú és mindinkább differenciált feladatok követelték meg, hiszen az eszköz tulajdonképpen a munkamegosztás technikai feltétele.

Ilyenformán bonyolultabbá vált a fejlesztés és a gyártás, nehezebb lett az ellátási, javítási és kiképzési feladatok végrehajtása, egyre szaporodtak a nagy létszámú kiszolgáló szervek, végül de nem utolsó sorban megnőtt az üzembentartási költségek részaránya.

Ezzel ellentétes az univerzalitás irányába ható törekvés, amely többcélú haditechnikai eszközök létrehozását tűzi ki célul. A többcélúság megvalósulhat egyszerű és összetett haditechnikai eszközökön egyaránt. A többcélú eszközök a követelmények optimális összehangolását, sok esetben kompromisszumát igénylik, emellett a konstrukció megvalósítása körülményesebb, az eszközök is többnyire drágábbak. A hátrányokkal szemben meghatározott körülmények között lényegbevágó előnyök mutatkoznak: nagyobb a szükséglet, nő a darabszám, csökken a fegyverzeti rendszeren belül a választék, egyszerűsödik a nyilvántartás, könnyebbé válhat a készletekkel való manőverezés, az utánpótlás, az üzemeltetők száma csökken, bár általában kvalifikáltabb kezelőkre van szükség.

Az előljáróban említett ellentmondást reálisan a családelv és a többcélú felhasználhatóság oldja fel. A következőkben a páncélos- és gépjárműtechnikai eszközökre vonatkoztatva — a teljesség igénye nélkül — megkíséreljük a családelv és a többcélú felhasználhatóság lehetőségeit és főbb jellemzőit felvázolni.



1. ábra

A típusok (eszközfajták) száma és az üzembentartási költségek viszonya

Más eszközökéhez hasonlóan a páncélos- és gépjárműtechnikai eszközök költségei is három jól elkülöníthető csoportra bonthatók: a fejlesztési, a gyártási (beszerzési) és a fenntartási költségekre. E csoportok egymáshoz viszonyított részarányai igen különbözők lehetnek.

A sorozatgyártásba kerülő eszközök fejlesztési költségei meglepően csekélyek azokhoz a költségekhez képest, amelyeket a szóban forgó eszközök beszerzésére kell fordítani. A részarány itt átlagosan alig egy-két százalék csupán. A gyártási költségek alakulása lényegében a sorozatgyártás méreteitől és az esetleges új gyártóberendezésekre fordítandó költségektől függ. A fenntartási költségek több összetevőből alakulnak ki. Ide tartoznak a közvetlen üzemeltetési költségek, a tárolási költségek, a kezelők kiképzési költségei, a javítási és alkatrész ellátási költségek stb. Az előbb említett gyártási költségek többnyire nem haladják meg a fenntartásiak tíz százalékát.

Nem szorul különösebb bizonyításra, hogy a fenntartási költségek erősen nőnek, ha az eszközök sokféle típusból tevődnek össze. Az 1. ábra a fejlesztési, a fenntartási és a gyártási költségcsoportok, valamint a harcérték alakulását szemlélteti. Az idővel a harcérték természetesen akkor is csökken, ha az eszköz felhasználásra nem is került.

A mondottakból nyilvánvaló, hogy a páncélos- és gépjárműtechnikai eszközök fenntartási költségeinek csökkentése elsőrendű fontosságú feladat. A dolog természetéből következik, hogy eredményt csak akkor lehet elérni, ha a szükséges intézkedések még az eszköz kifejlesztése vagy beszerzése előtt megtörténtek. A feladat két csoportra bontható:

a) a szükséges típusokat rendeltetésük szerint meg kell határozni;

b) típus-családokat kell létrehozni a többcélú felhasználhatóság figyelembevételével, egyszersmind a lehetőségek szerint egyeztetni kell a polgári és katonai típusok kölcsönösen felhasználható főegységeit, egységeit és alkatrészeit.

Az üzemeltetési tapasztalatok ugyanis egyértelműen azt bizonyítják, hogy a fenntartási költségek csökkentésének leginkább célravezető módszere a típusok számának redukálása. Avégből pedig, hogy a különféle feladatok ellátására alkalmas eszközök rendelkezésre álljanak, típus-családokat és többcélú eszközöket kell rendszerbe állítani.

A családelv megvalósítása a katonai járművek vonatkozásában azt jelenti, hogy azonos főegységekből, ezek sokszorozásával különféle teherbírású, illetve gördülősúlyú járműveket állítanak elő, a többcélú felhasználáson pedig azt értjük, hogy egy adott súlykategóriájú járművet az alapkonstrukció megváltoztatása nélkül többféle célra, például közönséges szállító, különleges szállító, munkagép hordozó járműként is fel lehet használni.

A katonai járművek felosztása a rendeltetés szerint

Mint minden rendszerezés, a katonai járművek felosztása is bizonyos mértékben önkényes lehet csupán. Célszerűnek látjuk a továbbiak szempontjából a járműveket feladataik, rendeltetésük szerint osztályozni. Ezek szerint az alábbi járműcsoportok különböztethetők meg:

1. *Nehéz harcjárművek.* Ebbe a csoportba a harckocsik, az önjáró lövegek, a rakétahordozók stb. tartoznak. Jellemzi őket a 20 tonnát meghaladó harci súly. Futóművük lánctalpas, a járművek páncélozottak, illetve páncélból készültek, a korszerű tömegpusztító fegyverek különleges hatásától megfelelően védettek és úszóképességüket csak segédeszközök felhasználása biztosítja.

2. *Könnyű harcjárművek.* Ide sorolhatjuk a felderítő, a lövész-szállító, a rakéta- és fegyverhordozó, a mozgó vezetési-pont és híradó járműveket. Valamenyit jellemzi a 20 tonna alatti harci súly, a légi szállíthatóság, valamint az úszóképesség. Készülhetnek kerekes vagy lánctalpas futóművel, védettségük az ABV-fegyverek hatása ellen általában megfelelő.

3. *Harcászati ellátó járművek.* Ezek közé többféle súlykategóriájú kerekes szállító jármű tartozik. Feladatuk a harcjárművek és a harcoló csapatok ellátása a legkülönfélébb anyagokkal. Terepjáró képességük jó, gördülősúlyuk felső határa nem haladja meg a 15 tonnát. Légi úton szállíthatók és egyes esetekben úszóképesek is.

4. *Kiszolgáló járművek.* Ebbe a csoportba a különféle zárt és nyitott felépítményű műhelykocsikat, híradókocsikat és egyéb különleges felépítményű járműveket sorolhatjuk. Terepjáróképességük, súlykategóriájuk és egyéb jellemzőik megegyeznek az előző csoportba sorolt járművekével. Kerekes futóművük van.

5. *Munkagépek.* Súlyuk szerint két alcsoportra bonthatók, és ennek megfelelően vagy lánctalpas vagy kerekes futóművel, továbbá páncélozott vagy páncélozatlan felépítménnyel készülnek. Rendszerint a műszaki csapatok állományába tartoznak, és darus, talajegyengető, árokásó stb. munkaeszközzel szerelik fel őket.

6. *Ellátó járművek.* Feladatuk a hátországi szállítások ellátása. Különösebb katonai követelményt irántuk nem támasztanak, a polgári célokra készült típusok mind felhasználhatók a mondott feladatra.

A katonai járművek felosztása az összsúly alapján

Amint azt a járművek rendeltetés szerinti csoportosításából már láthattuk, az összsúlynak, mint jellemzőnek különösen kiemelkedő a jelentősége. Az összsúly ugyanis magában foglalja a szállítóképességre jellemző hasznos teherbírást is, ez viszont bizonyos mértékig meghatározza a jármű felhasználási, vagyis rendeltetési helyét.

A súly szerinti csoportosítást külön végezzük el a lánctalpas és a kerekes járművekre. A futóműnek ugyanis szintén van meghatározó jellege a felhasználás szempontjából. A lánctalpas futómű tetemesen megnöveli a terepjáró képességet, mely a harcjárművek egyik alapvető követelménye. Nem szabad azonban szem elől téveszteni, hogy a lánctalpas jármű előállítási és fenntartási költségei jóval magasabbak, mint a kerekes járműveké, élettartamuk pedig lényegesen kisebb azokénál. Ezért a lánctalpas járművek csakis akkor jöhetnek számításba, amikor elsősorban a terepjáróképesség biztosítása a döntő, mint pl. a harckocsik, önjáró lövegek stb. esetében.

A típus-családok legcélszerűbb módon a járművek súlykategóriákba történt csoportosítása bázisán hozhatók létre, mivel a terepjárás feltételeinek teljesítése nagyrészt a futómű megfelelő kialakításával érhető el. Ezen belül viszont az egyes kerekek mérete és terhelhetősége meghatározó jellegű, tehát a családképzés moduljaként elsősorban ez jöhet számításba.

Mindezek előrebocsátása után egy súly szerinti csoportosítást az alábbiakban vázolunk:

1. *Nehéz lánctalpas csoport.* Ide tartoznak a közepes harckocsik, az önjáró lövegek, a rakétahordozók és a nehéz tüzérségi vontatók, végül egyes munkagépek. A súlyhatárok 20—50 tonna közé esnek. A járművek között egyaránt vannak páncélozottak és páncélozatlanok. Egyetlen családot alkotnak, amelynek tagjai szélességben és hosszúságban, mint főméretekben különbözhetnek egymástól. Futóművük főegységei azonosak, erőforrásként egyetlen motorcsalád alkalmas, 6—12 hengeres egységekkel. A család egy-egy tagját többcélúan is fel lehet használni, pl. mintegy 40 tonnás közepes harckocsi mint alaptípus, ennek változatai: 100—155 mm-es önjáró löveg, rakétahordozó és munkagép.

2. *Könnyű lánctalpas csoport.* Súlyhatárai 6 – 20 tonna közé esnek. Ebbe a csoportba – mely ugyancsak egy családnak fogható fel – tartoznak a könnyű harckocsik, a 100 mm-en aluli löveggel felszerelt önjáró lövegek, a fegyverhordozók, pl. csapatlégvédelmi páncélelhárítók stb., végül a mozgó vezetési pontok. Futóműveik főegységei azonosak, szélességi méretük rendszerint megegyezik, de hosszméretük egymástól eltérő lehet. E csoport, ill. család tagjai úszóképesek, és légiszállításra alkalmasak.

3. *Nehéz kerekes csoport.* Ebbe a kategóriába soroljuk a legalább 10 tonna terhelhetőségű járműveket. Zömmel az ellátó járművek között találhatók; ezek néhány felszereléstől (légoltalmi világítás, sáncszerszámok stb.) eltekintve a népgazdaságban használt hasonló járművekkel azonosak. Külön terepjáró alcsoportnak tekintjük a különleges fegyverzet szállítására szolgáló 3 vagy 4 tengelyes kivitelű járműveket, amelyek így egy „csonka" családot alkotnak. Az utóbb említett járművek igen nagy méretűek, különleges abroncsozásukkal kerekenként 4 – 5 tonnával is terhelhetők, polgári változataik általában közúti vontatók vagy egyéb speciális felépítményű szállítóeszközök.

4. *Közepes kerekes csoport.* Világszerte a katonai járművek többsége ebbe a csoportba tartozik. Teherbírásuk 3,5—8 tonna között van, felhasználhatók kerekes páncélozott harcjárművekként is. Igen célszerűen lehet egy háromtagú családot kialakítani belőlük. E család minden tagját több célra is felhasználva, innen kerülhetnek ki a könnyű kerekes harcjárművek, a harcászati ellátó járművek, a kiszolgáló járművek és egyes munkagépek.

5. *Könnyű kerekes járművek.* Ebbe a csoportba a 0,5—2,0 tonna terhelhetőségű személy és tehergépkocsikat soroljuk. Mind ez ideig ebben a csoportban családot még nem alakítottak ki, bár a lehetősége ennek

is megvan. A katonai felhasználás szempontjából itt is alapkövetelmény az igen jó terepjáróképesség, ennélfogva a polgári járművekkel egy bázison nem lehet gyártani őket. Rendszerint azonban a csoport legkisebb 0,5 tonna teherbírású tagját felhasználják a mező- vagy az erdőgazdaságokban.

A közepes kerekes járműcsalád jellemzése

A katonai járművek előzőkben vázolt csoportosításából arra az eredményre jutunk, hogy az igények teljes kielégítése céljából öt járműcsalád kialakítására van szükség. Néhány kivételtől eltekintve, ebből az öt családból minden típust elő lehet állítani. Most példaképpen nézzük meg a közepes kerekes járműcsalád kialakításának legfőbb szempontjait.

A családjelleget az egységes futómű, ennek részegységei és az egységes motorok képviselik, mivel ezek a jó terepjáró képesség lényeges biztosítékai. A család egyik szerkezeti eleme az egyenként max 2000 kp-dal terhelhető, független felfüggesztésű szóló abroncsozású kerék. A 2000 kp-os kerékterheléssel a kedvező fajlagos talajnyomás eléréséhez legalább 14,00 – 20-as kerékabroncsokat kell alapul venni. A kerékabroncs mérete, az utak, a hidak, a vasúti űrszelvények és a jármű szállítására szolgáló eszközök (pl. repülőgépek, hajók) nyílásainak méretei, úgyszintén a terhelhetőségi előírások a változatok fő méreteit (legnagyobb hossz, szélesség, magasság, keréktáv és tengelytáv) meghatározzák. Ugyanekkor a jármű mozgékonysága — amelyet általában egyszerűen a motorteljesítmény és a járműsúly hányadosával jellemeznek – megkövetel egy bizonyos teljesítményű motort, ilyenformán a jármű megtervezéséhez az alapvető adatok rendelkezésre állanak.

A 2000 kp terhelhetőségű kerekekből 4×4, 6×6 és 8×8-as kerékképletű, 8,12 és 16 tonna összsúlyú járművek alakíthatók ki. Ami a jármű motorját illeti, a megfelelő mozgékonyság elérése céljából a közepes kerekes járműcsalád három tagjához négy, hat és nyolc hengeres, 120 – 140, 180 – 210 és 240 – 280 LE teljesítményű motorok szükségesek. Ezek a motorok egyébként ugyancsak egy családot alkotnak.

A katonai terepjáró járművek szokásos önsúly/raksúly viszonyából a család egyes tagjainak terhelhetőségeit rendre 3,5, 5 és 8 tonnának kapjuk. A közepes kerekes járműcsalád elmondottak szerint meghatározott műszaki jellemzőit az I. táblázatban foglaltuk összse. A család többcélú felhasználhatóságáról a II. táblázat ad áttekintést.

Az egységes bázis megteremtése

Régebben a hadseregek a gépjárműtechnikai eszközök nagy részét általában országuk polgári célokra készült gyártmányaiból, ezek továbbfejlesztéssel létrehozott típusaiból szerezték be. Ez a módszer a II. világháború időszaka óta már nem általános, mivel a fokozott követelmények egyre több, kifejezetten katonai célokra készült típus kialakítását tették szükségessé.

A polgári típusoktól, – mint konstrukciós és gyártási bázistól – való eltávolodást objektív műszaki és gazdasági szempontok indokolják:

a) a katonai járművek terepjáróképessége iránti követelmények számottevően megnőttek, s ezeket a követelményeket nem lehet a polgári járművek bázisán hiánytalanul kielégíteni;

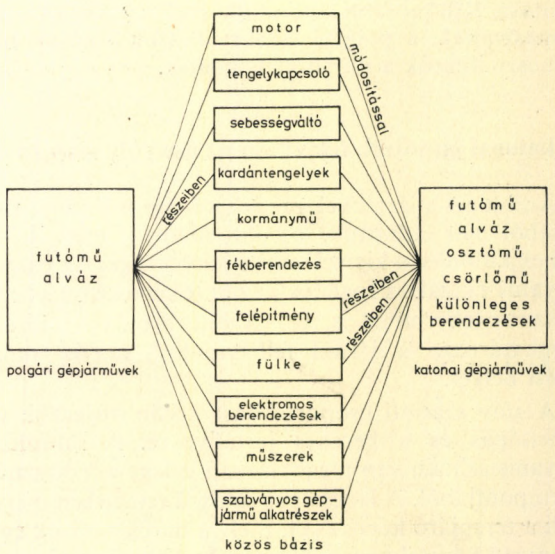
b) a viszonylag hosszú ideig szolgálatban álló katonai járművek pótalkatrész ellátását csak külön intézkedésekkel lehet biztosítani, mivel a polgári járműtípusok sokkal hamarabb használódnak el, s esnek ki a forgalomból;

c) az a látszólagos ellentmondás jelentkezik, hogy bár a polgári gyártmányok fejlődése gyorsabb, sűrűbb időközökben jelennek meg az új típusok, az ezekből továbbfejlesztett katonai járművek csak később jelenhetnek meg.

A polgári és a katonai típusok egymástól való eltávolodása a legnagyobb mértékben a futóművek közötti különbségeken mérhető le: a minél gazdaságosabb szállításra, vagyis a szállítási költségek csökkentésére irányuló törekvés a tengelyterhelések növelésére vezet. A terepjáró járművek egyik lényegbevágó követelménye viszont éppen a tengelyterhelés korlátozása.

A kétfajta járműtípus gyökeres különbségei ellenére is a polgári gépjárműipar által gyártott fődarabok és alkatrészek tetemes mennyisége alkalmas a katonai járművek számára. Így pl. a közepes járműcsaládhoz motorok, tengelykapcsolók, sebességváltók, kormányművek, fékberendezések, elektromos berendezések, műszerek, szabványos alkatrészek, gépelemek, felépítmény részek használhatók fel. A 2. ábra vázlatosan szemlélteti a megegyező, valamint az eltérő fődarabokat és egységeket.

A korszerű háború kezdeti időszakának megnövekedett jelentősége folytán lényegesen megváltoztak az ellátásra, a készletképzésre és a haditermelésre vonatkozó régebbi felfogások. Találkozunk olyan nézetekkel, amelyek szerint a haditermelésre való áttérés a mai háborúban jóval több szervezési és anyagi akadályba ütközhet, mint a II. világháború idején. Ezáltal megnőtt a készletképzés jelentősége. A népgazdaság megterhelésének enyhítése végett célszerű a járműkészleteket olyan típusokból (terepjárókból) létrehozni, melyek az első csapásokat túlélt polgári készletekből nem lennének



2. ábra

I. táblázat

Közepes kerekes járműcsalád

Megnevezés	K—1	K—2	K—3
Kerékképlet	4×4	6×6	8×8
Kerékabroncs méret	14,00—20	14,00—20	14,00—20
Összsúly max kp	8000	12000	16000
Terhelhetőség	3500	5000	8000
Vontatmány max kp	3000	5000	8000
Összgördülősúly max kp	11000	17000	24000
Motorteljesítmény LE	120—140	180—210	240—280
Hengerszám	4	6	8
Hengerelrendezés	Álló vagy fekvő soros		
Fajlagos teljesítmény	15—17,5		
Vezetőfülke elrendezése	egysoros	másfélsoros	kétsoros
Férőhelyek száma	2—3	2—4	3—6

II. táblázat

A közepes kerekes járműcsalád felhasználhatósága

Megnevezés	K—1	K—2	K—3
A. alaptípus	normál platós, ponyvázott, általános rendeltetésű terepjáró tehergépkocsi		
B. alaptípus	úszóképes, könnyű páncélozott jármű	úszóképes, közepes páncélozott jármű	—
A. alaptípus változatai	zártfelépítményes	zártfelépítményes, tartálykocsi tűzérségi vontató különleges fegyverhordozó	munkagép
B. alaptípus változatai	összfegyvernemi felderítő szak felderítő lövészpáncélos fegyverhordozó mozgó vezetési pont		—
Polgári célokra	általánosan felhasználhatók		esetenként felhasználhatók
	építőipar, erdő- és mezőgazdaság		

igénybe vehetők. A családelv megvalósítása ezért a viszonylag kis gazdasági kapacitású országokban még nagyobb fontosságú, mint az iparilag fejlett és nagy termelőerejű államokban.

A fejlesztés és az ellátás egyéb kérdései

Az elmondottak összefoglalásaként megállapíthatjuk tehát, hogy a katonai járműveket lényegében két lánctalpas és három kerekes futóművű család kialakításával létre lehet hozni. Nyilvánvaló emellett, hogy csak a nagy és gazdaságilag igen fejlett államok képesek arra, hogy a hadseregük számára szükséges valamennyi típust maguk fejlesszék ki és odahaza gyártsák.

A Varsói Szerződésbe tömörült tagállamok hadseregeik egységes fegyverzetének kialakítását hadműveleti-harcászati és gazdasági szempontból egyaránt fontos célnak tekintik. Ennek megvalósítása gyártási, alkalmazási, üzemeltetési és javítási szempontból ismert előnyökkel jár. Ezért a kifejlesztési célkitűzések mérlegelésekor fontos követelménynek kell tekinteni az egységes fegyverzetre való törekvés realizálását. A KGST-országok közötti szakosítási ajánlások, a típusok és a gyártmánycsaládok legfőbb előírásainak egyeztetett megállapítása nagy mértékben segíti elő az egységes fegyverzet létrehozását.

Az alapvető haditechnikai eszközök műszaki fejlesztését igen gondos, sokoldalú elemző munkának kell megelőznie. A harcászati-műszaki és gazdasági előrelátás igényli ezt a fontos tevékenységet. A tapasztalat azt mutatja, hogy a bonyolult haditechnikai eszközök műszaki fejlesztése, az ellenőrző vizsgálatok, a gyártásbevezetés hosszú időt vesz igénybe. Komplex berendezések létrehozása az alapkövetelmények kidolgozásától a kibocsátás megkezdéséig 4—6 esztendőre is tehető.

Az ellátási tervek szempontjából ez az időtartam sok esetben nem engedhető meg. Mindenképpen törekedni kell tehát a műszaki fejlesztés átfutási idejének csökkentésére. Ennek egyik hatékony eszköze a korszerű tervezési és szervezési módszerek elsajátítása és alkalmazása. Emellett a műszaki fejlesztés irányvonalának megállapításában messzemenő következetességre és perspektív szemléletre van szükség.

A közelebbi műszaki fejlesztési feladatok ugyanis csak akkor oldhatók meg elfogadható időtartamon belül, ha a fejlesztési munka bizonyos folyamatossága biztosítva van, és az nem fejeződik be a kidolgozott típusnak a gyártásba történt bevezetésével. Ez is megerősíti a hosszútávú (8—20 éves) haditechnikai műszaki fejlesztési tervezés jelentőségét. Ennek alapján lehet a műszaki fejlesztésben is az időtényező és a szükséges ráfordítások optimumát megtalálni.

LEIPNIKER ARTÚR
mérnök-őrnagy

Félvezető sugárzásdetektorok

Amióta a radioaktív sugárzásokat felfedezték, azóta keresik a kutatók azokat az eszközöket, amelyekkel e sugárzások tulajdonságait megismerhetik. A radioaktív sugárzások vizsgálataiban, különféle magfizikai mérésekben fontos azoknak a detektoroknak a szerepe, amelyek az anyagukban elnyelődött sugárzás energiáját jól mérhető fizikai vagy kémiai hatásokká alakítják át.

A kutatók számára a sugárzás és anyag kölcsönhatására létrejövő fizikai és kémiai változások megismerése tette lehetővé, hogy többféle sugárzásdetektort (ionizációs kamrákat, Geiger—Müller-számlálócsöveket, szcintillációs kristályokat stb.) alakítsanak ki.

Az elektronikában az új félvezető eszközök (diódák, tranzisztorok) tömeges megjelenése forradalmi átalakulást hozott. A félvezetők felhasználási lehetőségeit vizsgálva megállapították, hogy sugárzásdetektorok készítésére is alkalmasak. A legutóbbi három-négy évben a félvezető detektorok fejlődése nagymértékben növelte a magfizikai vizsgálatok kiszélesítésének és a radioaktív sugárzások alaposabb mérésének lehetőségeit. Nagy jelentőségű az az információ, amelyet a félvezető detektorok jó felbontóképességükkel és nagy számlálási sebességükkel szolgáltatnak. A régebbi detektorokkal összehasonlítva többek között a kis méret és a nagy mechanikai állékonyság is nagy előnyöket jelent.

A félvezető detektorok működése

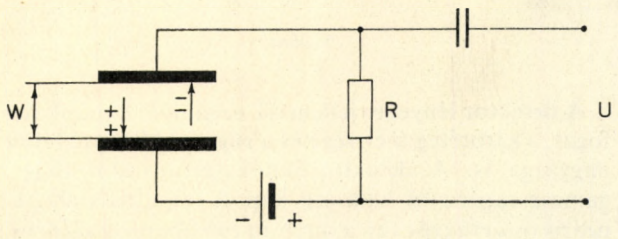
A félvezető detektorok működési mechanizmusa (1. ábra) első közelítésben az ionizációs kamrákéhoz hasonlítható. Tudvalevően az ionizációs kamrában a sugárzás okozta ionizáció a fegyverzetek közötti térben, a kamra munkaterében jön létre. A kamra két fegyverzetére kapcsolt feszültség hatására kialakult elektromos erőtérben a sugárzás következtében keletkező ionok a megfelelő fegyverzet felé mozognak.

A félvezető detektorban a *p* és *n* típusú félvezető anyag érintkezési határfelületének környezetében, a *p—n* átmenet mentén úgynevezett kiürített réteg (záróréteg) jön létre, amely az ionizációs kamra munkateréhez hasonló szerepet játszik. Első közelítésben vizsgálva, e kiürített rétegben nincsenek szabad töltéshordozók (elektronok és lyukak), és ez a réteg a detektor munkatérfogata. A kiürített réteg mélysége (vastagsága) az átmenetre adott záróirányú (az *n*-re pozitív) feszültséggel változik. A feszültség növelésével a réteg mélysége (W) növekszik.

A félvezető detektor *p—n* átmenete és az ionizációs kamra között tulajdonságaik tekintetében alapvető különbségek is vannak. Közülük a legfontosabbak: a *p—n* átmenet kapacitása nagyobb, ellenállása kisebb és

a visszáram következtében a diódákhoz hasonlóan itt is fellép a sötét zaj.

A félvezető detektor záróréteg ében a radioaktív sugárzás elnyelődése (energia átadása) lyuk-elektron párokat hoz létre. A létrehozott lyuk-elektron párokat a félvezetőre kapcsolt zárófeszültség keltette elektromos erőtér kb. 100 nsec idő alatt eltávolítja a kiürített rétegből úgy, hogy az elektronok az *n* réteg, a lyukak pedig a *p* réteg felé mozdulnak el.



1. ábra

A radioaktív sugárzás hatására keletkező lyuk-elektron párok által képviselt és a detektor kapcsain megjelenő töltésmennyiség alkalmas arra, hogy nagyságából az elnyelt sugárzó részecske energiája, ill. e részecskék száma meghatározható legyen. Belátható, hogy a nagyobb energiájú részecskék energiaátadásából a detektor kapcsain megjelenő töltésmennyiség is nagyobb lesz.

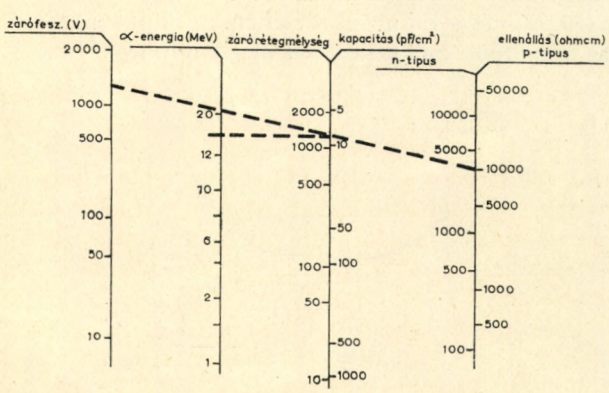
A detektor kapcsain megjelenő feszültségimpulzus nagysága közelítőleg a következő:

$$U_i = \frac{Q}{C_W}$$

ahol Q a keletkező töltés, C_W a detektor kapacitása.

Az egyszerű *p—n* átmenetű detektorral csak kis mélységű kiürített réteg hozható létre, ezért csak alfa- és kis energiájú béta-részecskék detektálására alkalmas. Ehhez még az is hozzájárul, hogy az átmeneti réteget a detektor sugárzás felé eső oldalának közvetlen felületén kell kialakítani, hogy a részecskék ne nyelődjenek el, illetve ne legyen energiaveszteség a félvezető anyagában, mielőtt a kiürített rétegbe jutnának. E detektorokat felületi záróréteges detektoroknak nevezik.

A kiürített réteg mélységét nagyobb ellenállású félvezetővel, úgyszintén nagyobb zárófeszültség alkalmazásával növelni lehet, de csak bizonyos határig. A detektorban használt félvezetőanyag fajlagos ellenállása, kapacitása, az alkalmazott zárófeszültség és a kialakuló záróréteg-mélység, valamint a detektálható részecske energia közötti összefüggést nomogram formájában szemlélteti a 2. ábra.



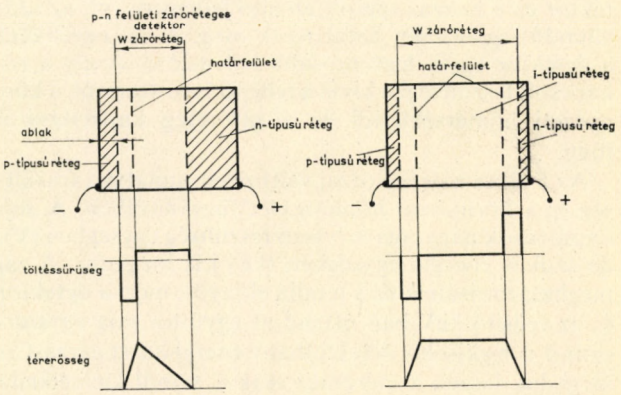
2. ábra

Az ábrán megadott és szaggatott vonallal bejelölt esetben 10 000 ohmcm fajlagos ellenállású *p*-típusú és 4000 ohmcm fajlagos ellenállású *n*-típusú félvezetőből készült detektoron 1500 V zárófeszültség alkalmazásakor a félvezető anyagok határfelületének két oldalán 1,2 – 1,2 mm mélységű záróréteg alakul ki. Ez a réteg a 20 MeV-os alfa-részecskék detektálására ad lehetőséget.

Az atomfegyver okozta szennyezettségek béta, ill. gamma sugárzásának detektálása, vagyis az energiaátadás bekövetkezése több mm-es rétegmélységet igényel. A mélység növeléséhez a nagy ellenállású germánium vagy szilícium előállítása sok nehézséggel jár és drága, emellett a nagy tápfeszültség alkalmazása sem lévén kedvező, a megoldást más irányban keresték.

A n—i—p detektor

A kiürített réteget maradandó módon az ún. „iondrift" (ion-vándorlás) módszerével lehet megnövelni. A módszernek az a lényege, hogy pl. bór alapszennyezésű szilícium egykristály lemez kellően előkészített felületére megfelelő módon (pl. vákuumgőzöléssel) lítiumot visznek fel. Ezt diffúzióval a félvezetőbe juttatva, ezáltal $n-p$ átmenetet hoznak létre. A lítium-ionok vándorlása az $n-p$ átmenetre kapcsolt zárófeszültség



3. ábra

hatására 100 – 150 C° hőmérsékleten indul meg. A *p* tartomány felé vándorló lítium-ionok az útjukba kerülő bór szennyeződésekkel kompenzálódnak, ill. helyhez kötődnek, s ezáltal kompenzált réteg jön létre.

A folyamat során a kompenzált réteg mélysége az idővel arányosan nő, és a diffúzió kellő idejű folytatásával ma már 1 cm mélységű réteget is elő lehet állítani. E kompenzált rétegben csakúgy, mint a felületi záróréteges detektor kiürített rétegében, szabad töltéshordozók nincsenek (gyakorlatban a kompenzálás nem tökéletes volta miatt nem számottevő mennyiség van), ezért mégis ez a réteg angol elnevezéssel „intrinsic" (belső) rétegnek tekinthető, innen ered az $n-i-p$ elnevezés.

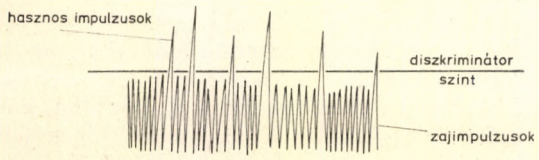
A sugárzással való kölcsönhatás folyamán az *i* réteg a kiürített réteghez hasonlóan viselkedik. Ilyenformán az $n-i-p$ detektorra kapcsolt zárófeszültség a radio-

aktív sugárzás keltette lyuk-elektron töltéshordozókat az *i* rétegből ugyanúgy eltávolítja, mint a felületi záróréteges detektor kiürített rétegénél láttuk. A detektor kapcsain megjelenő töltésmennyiség, ill. a keletkező feszültségimpulzus is hasonló lesz. A 3. ábra a kétfajta detektor szerkezetének vázlatát, a detektor munkaterét képviselő záróréteget, továbbá a zárórétegben kialakuló töltéssűrűség és térerő viszonyokat szemlélteti.

A félvezető detektorok készítéséhez a felhasználástól függően germánium vagy szilícium egykristályokat használnak fel, az ötvözéshez azonban a lítiumon kívül más elemek is alkalmasak.

A félvezető sugárzásdetektorok főbb jellemzői

A félvezető sugárzásdetektorok szolgáltatta jelek az elektronikus feldolgozás szempontjából nagyon hasonlítanak a szcintillációs számlálók jeleihez. Mindkét esetben a zajimpulzusok közül emelkedik ki a hasznos in-



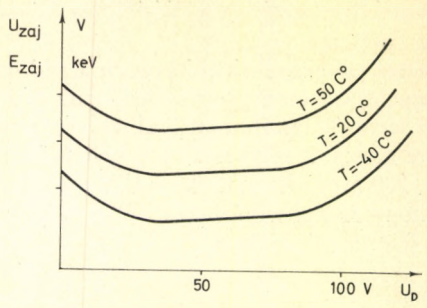
4. ábra

formáció (4. ábra). Az optimális jel/zaj viszonyt a detektor és a hozzákapcsolt erősítő jellemzői (pl. az időállandó) együttesen határozzák meg. A zaj egyébként a detektor egyik legfontosabb jellemzője amely a rákapcsolt feszültségen kívül a fellépő visszáramtól, a környezeti hőmérséklettől és a záróréteg kapacitásától függ.

Az 5. ábra a detektorzaj változását mutatja a feszültség és a környezeti hőmérséklet függvényében. A zajimpulzusok nagysága mérhető feszültség egységben (V), de szokás energia egységben (keV) is megadni. A zaj meghatározásának ez a módja előnyös, mert a detektor és az erősítő keV-ban megadott együttes zaja egyszersmind a legkisebb detektálható energiájú sugárzást is megadja, hiszen a méréshez csak a zajból kiemelkedő impulzusok használhatók. A germánium alapanyagú detektorok zaja nagyobb, mint a szilíciumból készülteké, ezért azokat a spektrometriában lehűtve használják. A detektor zaja az öregedés és a sugárkárosodás hatására nő.

A félvezető detektorok használatához fontos a munkapont helyes megválasztása, vagyis a legkedvezőbb detektorfeszültség (U_D) meghatározása. Ehhez az 5. ábra alapján abból kell kiindulni, hogy a munkapont a zajminimum környezetében legyen. A munkapont meghatározásához felvehető a detektor karakterisztikája (6. ábra). A felvétel állandó sugárszinten történik, és a beállított feszültséghez tartozó impulzusokat számlálják meg.

A 6. ábra alapján a munkapontot célszerű az U_K és U_V között választani; ez a tapasztalatok alapján az $n-i-p$ detektorokra 10—80 V közötti értéknek felel meg. Ebben a munkapont-tartományban adott sugárszinten a detektorban keletkező impulzusok száma közelítőleg állandónak tekinthető.



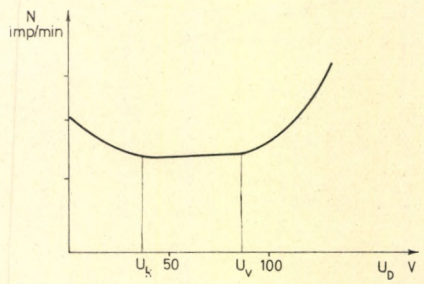
5. ábra

A detektor lényeges jellemzői ezenkívül a munkatérfogat, a záróréteg mélysége és a sugárzás felé eső felület nagysága is. A detektor munkatérfogatától függ a gamma-sugárszint hatására kapott impulzusszám. Lineáris összefüggés van a mr/h-ra eső impulzusszám és a térfogat között, vagyis egy adott mérési tartományhoz megfelelő detektor térfogat tartozik. A detektor zárórétegének mélysége a mérni kívánt gammasugárzás energiatartománya alapján határozható meg. A béta- és a kis energiájú gammasugárzás detektálása kisebb mélységet igényel. Az alfa- és a bétasugárzás mérésekor lényeges szerep jut a detektor sugárzás felé eső felületének, az ún. detektorablaknak. Az ablak nagysága a detektorba jutó részecskék számát korlátozza, a vastagságot tekintve pedig arra kell ügyelni, hogy a detektálandó részecskék ne nyelődjenek el benne. A félvezető detektorokat egyébként a feszültség-áramerősség karakterisztikával, a felbontóképességgel, az impulzusformával, a háttér beütésszámmal stb. is lehet jellemezni.

A félvezető detektorok sugárkárosodásra hajlamosak. Irodalmi adatok szerint a szilíciumból készült detektor az alábbi sugáradagoktól szenved észlelhető mértékű károsodást:

	p—n detektor	*n—i—p* detektor
alfa-részecskék (5—50 MeV)	10^{11} imp/cm²	10^{8} imp/cm²
gyors neutronok	10^{12}—10^{13}/cm²	10^{11}/cm²
gammasugárzás	10^{8} r	10^{5} r

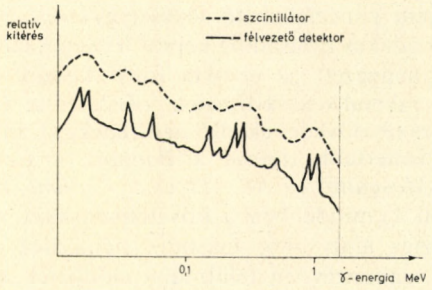
Nem közlik, hogy az adatok dozimetriai vagy spektrometriai detektorokra vonatkoznak-e. A hazai mérések tapasztalatai szerint ^{60}Co sugárzásnak alávetett dozimetriai detektorok mintegy 10^{6} r sugáradag hatására sem váltak használhatatlanná. A sugárkárosodás a visszáram és a zaj növekedésében, az impulzusszám és az amplitúdó csökkenésében nyilvánul meg.



6. ábra

A félvezető detektorok felhasználása

A magfizikai mérések egy részében a szcintillációs kristályokat félvezető detektorokkal váltják fel, mert felbontóképességük nagyobb, és energiafüggő impulzusaikat nagyobb részben a szcintillátorok jól bevált elektronikai rendszerével lehet feldolgozni. A 7. ábrán kevert gammasugárzó anyag spektrumát vették fel sokcsatornás analizátorral szcintillátor, illetőleg félvezető detektor segítségével. Az ábrából jól kitűnik a félvezető detektor jobb felbontóképessége.



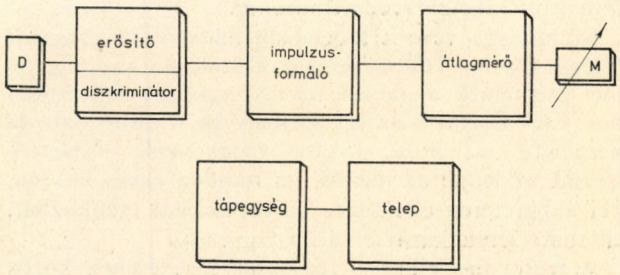
7. ábra

A félvezető detektorokat célszerűen lehet a sugárszintmérőkben, valamint szennyezettségmérőkben felhasználni. Ilyenkor a detektor méretét a mérési tartomány határozza meg. A tapasztalatok szerint 0,1 – 200 mr/h sugárszint tartományban mintegy 100 mm³, 0,1 – 200 r/h között körülbelül 1 mm³ térfogatú detektor szükséges. E méretet a detektorhoz tartozó elektronikai rendszer felbontóképessége is megszabja. Egy 100 mm³ térfogatú detektor a ^{60}Co sugárforrás által szolgáltatott 1 mr/h sugárszintre 10 impulzust ad másodpercenként (1 mm³ térfogat 0,1 imp/sec-ot); ez 200 mr/h-nál 2000 imp/sec-nak felel meg. Figyelembe véve még azt is, hogy a rövid idejű impulzusok az ismeretes körülmények miatt statisztikusan jelentkeznek, az elektronikának kell a jó felbontóképességet biztosítani.

A félvezető detektorral működő hordozható sugárszintmérő működési vázlata (8. ábra) nem különbözik a Geiger – Müller-számlálócsöves műszerétől. A műszer erősítője iránti követelmények azonban itt lényegesen szigorúbbak. Elegendő talán annyit megemlíteni, hogy míg egy Geiger – Müller-számlálócsőről kb. 20 V amplitúdójú impulzusok adódnak, addig a félvezető detektoron csupán néhány száz mikrovoltos impulzussal lehet számolni. Az erősítőben a több fokozat (nagyobb tranzisztor szám) ellenére kisebb zajszint engedhető meg csupán.

Az előzőkben már említettük, hogy a detektorról zajimpulzusok kerülnek az erősítőbe, amelyek a mérés számára feleslegesek. A zajimpulzusok levágására (4. ábra) az erősítő kapcsolásába diszkriminátort is beiktatnak. Így a beállított diszkriminátor-szint feletti impulzusok vezérlik csak az utána következő erősítő fokozatokat. Mivel a detektor-impulzusok amplitúdója arányos az energiával, ezért a diszkriminátor-szint is kifejezhető energiaegységben (kEV), vagyis ez határozza meg végérvényesen a műszer által kimutatható legkisebb energiájú sugárzást.

A műszer oly módon működik (8. ábra), hogy a félvezető detektor (*D*) impulzusait az erősítő felerősíti, majd az erősítőből kikerülő, diszkriminátor-szint feletti impulzusok formálás után az átlagmérőbe jutnak; a mikroampermérő (*M*) kitérése arányos az impulzusok számával. A detektortól kapott impulzusszám a sugárszinttel arányos, tehát a mikroampermérő skáláját közvetlenül sugárszintre lehet hitelesíteni.



8. ábra

A félvezető detektorok a sugárzásmérés új eszközei, fejlődésükben napról napra új eredmények várhatók. Felhasználásukról az eddigi tapasztalatok alapján máris lehet következtetéseket levonni. Előnyük, hogy üzemben tartásukhoz kisebb tápfeszültség szükséges, nagy a felbontóképességük, széles mérési tartomány átfogására alkalmasak, méretük kicsi, élettartamuk felülmúlja az eddigi detektorokét. Hátrányos vonásuk, hogy rendkívül kis amplitúdójú impulzusokat szolgáltatnak, ezért szigorúbb követelményű elektronikai rendszert igényelnek.

LŐRINCZ ISTVÁN
mérnök-őrnagy

A páncélelhárító irányított rakétalövedékek új nemzedéke

A haditechnika korunkban bekövetkezett forradalma több, azelőtt nagy jelentőségűnek tartott harceszköz felett mondott végítéletet, de számos más harceszköz létjogosultságát megerősítette. Az utóbbiak közé tartozik a harckocsi, mely túlélte azokat az erőfeszítéseket, melyek immár fél évszázada a leküzdését célzó eszközök és módszerek tökéletesítésére irányultak. A harckocsik fontosságukat minden tekintetben megőrizték, és harci értékük sem csökkent.

A kumulatív hatású üreges robbanótöltet, a rakétahajtás és a távirányítás kombinációjából létrejött, minőségileg új eszköz, a páncélelhárító irányított rakétalövedék két évtizeddel ezelőtt jelentkezett a páncélozott harcjárművek és a lövedékek hagyományos versengésében. A II. világháború idején Németországban kidolgozott első kísérleti mintapéldányoktól még hosszú, viszontagságos út vezetett a szárazföldi haderők felszerelésében elterjedt jelenlegi páncélelhárító irányított rakétalövedék típusokig.

Számításba véve a szocialista hadseregek páncélos fölényét, a NATO-hadseregek különösen nagy figyelmet szentelnek a páncélelhárító eszközök fejlesztésének, ezek között is az egy személy által hordozható és kezelhető irányított rakétalövedékeknek. Nézeteik szerint az lenne az ideális, ha minden egyes katona, aki a harctéren ellenséges harckocsikkal találkozhat, ellátható lenne páncélelhárító fegyverrel.

A mai páncélelhárító fegyverek kezelésének közös jellemzője, hogy a kezelő teljesítőképességének korlátai vannak. Ezekkel szemben állnak azok a törekvések, amelyek a hatótávolság, a találati valószínűség és a célban kifejtett hatás növelésére irányulnak. Mindezek a törekvések azonban a kezelő teljesítőképességének korlátait nem tudják teljesen ellensúlyozni. Emiatt az összetett elhárító fegyverekkel teljesíthető követelmények egy részét a könnyű lövészfegyverek nem képesek kielégíteni.

Az egyéni páncélelhárító lövészfegyverek nem irányított lövedékes típusaihoz képest lényeges előrehaladást eredményezett az egy-két főnyi kezelőt igénylő irányított rakétalövedék-típusok kifejlesztése és elterjedése. E rakétalövedékek első nemzedéke (I. táblázat), melynek ismertebb típusai a *Bantam*, a *Cobra*, az *Entac*, a *Mosquito*, az *SS—11* és a *Vigilant*, ma már nem elégíti ki mindenben a követelményeket. A jelenleg fejlesztés alatt álló, második nemzedék teljesítményben számottevően felülmúlja elődjének képviselőit.

Az új irányított rakétalövedék-típusok hatókörzetének közeli sávhatára 400 m helyett már 75 m-nél kezdődik, ezzel egyidőben a távoli sávhatár 1500 m-ről 2000 m-re, sőt efölé növekszik. A rakétalövedék pályamenti közepes sebessége 85 m/sec-ról 180 m/sec-ra növekszik, és ezáltal a repülési idő az adott távolságon a felére csökkenthető. A rakétalövedékek irányítása igen nagy mértékben javult meg azáltal, hogy a kézi irányításról a félönműködő vezérlésre tértek át. Az irányító-kezelő ebben az esetben pontosan oly módon irányoz, amiképpen azt a lövészfegyver alapkiképzésén elsajátította, nevezetesen lövedékének repülése közben az irányzótávcső célon tartásáról kell csupán folyamatosan gondoskodnia. Az ilyen fegyverrendszer hatékonysága azonban éppen a fegyvert kezelő személyen keresztül továbbra is korlátozott.

A nehéz páncélelhárító fegyvereket típusuktól függetlenül természetesen csak járműről lehet harcba vet-

I. táblázat

Kézi irányítású páncélelhárító rakétalövedékek

Típus	A rakéta				A robbanófej súlya	Hatókörzet	Repülési sebesség	Átütőképesség
	hossza	törzs átmérője	induló súlya	hord- súlya				
	mm	mm	kp		kp	m	m/sec	mm
Bantam (svéd)	850	110	7,5	14	1,5	300—2000	85	500
Bö 810-Cobra (nyugatnémet)	950	100	10	10	2,7	400—1600	85	500
Entac 58 (francia)	800	130	12	17	3,9	400—2000	85	500
Mosquito 64 (svájci)	1110	120	11,5	28	4,0	400—2200	100	600
SS 11—B1 (francia)	1210	140	30	30	8,1	500—3000	210	600
Vigilant (angol)	1060	120	14	20	3,5	180—1350	150	500

ni, s ennek következtében a fegyverrendszerek költsége erősen megnő. A könnyű, gazdaságos hordozójármű kialakításán kívül továbbra is gondot okoz, hogy löveg vagy rakéta fegyverzet kerüljön-e a vadászpáncélosra. Éppen a löveggel folyó verseny sürgeti a rakétalövedékek repülési sebességének növelését, a röpidő csökkentését.

A jelenleg elterjedt vezetékes távirányításban a pályamenti sebesség aligha lépheti túl a hangsebességét. Nagyobb sebességeken a parancstovábbító vezeték zavartalan legombolyodása is akadályokba ütközik. A vezetékes távirányítás egyébként főképpen azért részesül előnyben, mert érzéketlen az ellenség zavaró ténykedése iránt. Azt is figyelembe kell venni, hogy a vezeték nélküli parancsátviteli berendezés gyártási költségei lényegesen meghaladják a vezetékes rendszerűekét.

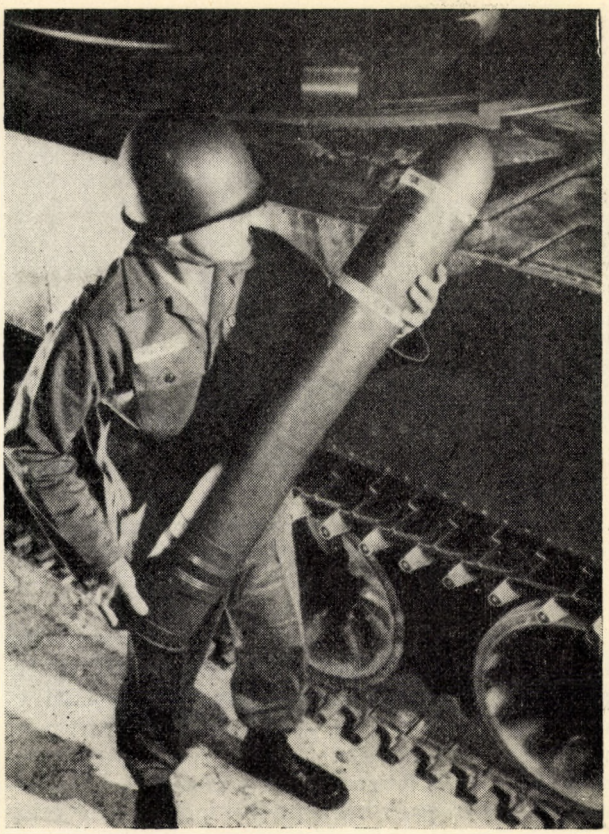
A következőkben foglalhatjuk össze a páncélelhárító irányított rakétalövedékek első nemzedékének jellemző fogyatékosságait, melyek az új típusok kifejlesztését időszerűvé tették:

a) az elégtelen kormány- és vezérlőrendszer költségessé és nehézkessé teszi az irányítókezelők kiképzését.

b) a kézi irányítás miatt korlátozott és kicsiny a repülési sebesség, emiatt megnő a repülési idő, túlságosan igénybe van véve az irányítókezelő, akinek emellett a veszélyeztetettsége fokozódik.

c) nagy a holttér, a hatókörzet csak 400—500 méternél kezdődik.

A NATO-országok közül legelőször Amerikában a Philco-céget bízták meg 1959-ben egy új típusú páncélelhárító rakétafegyver kifejlesztésével. Az *XMGM–51A Shillelagh* típusú rakétafegyver (1. ábra) a *General Sheridan* könnyű harckocsihoz készült, melynek 152 mm-es indítócsövéből emellett hagyományos tarackgránát is tüzelhető (2. ábra). A 18 kp indulósúlyú rakétalövedék célravezetése vezetősugaras irányítórendszer alkalmazásával történik. Jelenleg már sorozatban gyártják a Shillelagh rakétalövedéket, melynek pályamenti repülési sebessége 224 m/sec. Figyelembe véve azokat a kedvező tapasztalatokat, amelyeket a vegyes fegyverzet, s közelebbről az új típusú rakétalövedék hatékonyságáról szereztek, a jelenlegi közepes harckocsi továbbfejlesztett, kísérleti mintapéldányát, az *M60A1E1*-et is hasonló fegyverzetű toronnyal szerelték fel.



1. ábra. A Shillelagh *rakéta*

Valamivel később, 1962 folyamán fogtak hozzá az angol *Swingfire,* az amerikai *Tow,* valamint a nyugatnémet – francia *Milan* és *Hot* típusú rakétafegyverek kidolgozásához. Az említett, második nemzedékbe tartozó páncélelhárító rakétalövedékek fontosabb adatait a II. táblázatban tüntettük fel.

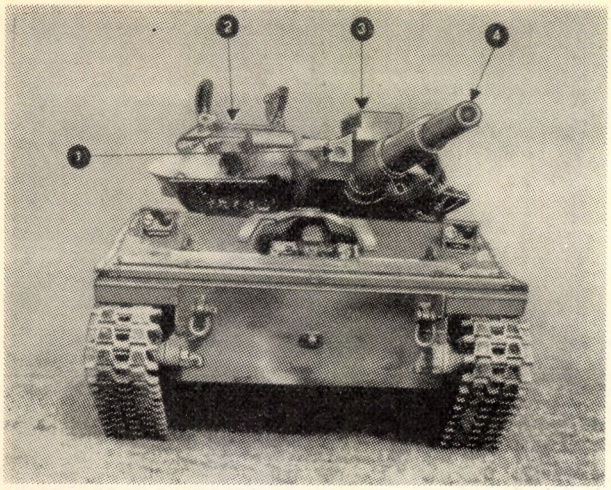
II. táblázat

Félönműködő irányítású páncélelhárító rakétalövedékek

Típus	hossza	A rakéta			Robbanófej súlya	Hatókörzet	Repülési sebesség	Átütőképesség
		törzs átmérője	induló súlya	hord- súlya				
	mm	mm	kp		kp	m	m/sec	mm
Shillelagh	1090	152	18	—	6,2	<3000	224	500
Swingfire	900	127	18	—	7	<2000	190	500
Tow	1140	140	17,4	72*	3,8	<3000	300	—
Milan	750	103	6,6	11**	—	75—2000	180	—
Hot	1240	136	20	25	—	75—4000	280	—

*Háromlábú indítóállvánnyal együtt

**Indítócsővel, állványos irányítóberendezéssel együtt kb. 20 kp



2. ábra. A General Sheridan *harckocsi is vegyes fegyverzetet kapott – 1 Irányzó távcső – 2 Parancsnoki torony – 3 Infravörös vezetősugár-adó – 4 152 mm-es indítócső*

A *Tow* rakétafegyver (3. ábra) indítása háromlábú állványra szerelt indítócsőből történik, melyet egybeépítettek a félönműködő irányító berendezéssel és annak tápáramforrásával. Az új típusú rakétafegyver indítószerkezetét az *M113* típusú páncélozott csapatszállítójárműre is felszerelték, sőt kísérleteket folytatnak *UH–1D Iroquois* helikopterről indított *Tow* rakétákkal is. A célravezetés pontosságát a helikopter repülés közben fellépő rezgései hatásának kompenzálásával növelik; evégből a félönműködő irányítóberendezést giroszkopikusan stabilizálják.

3. ábra. A Tow *csőből indított, optikai követésű, vezetékes távirányítású rakétalövedék tüzelőállásban*

A jelenleg kifejlesztés alatt álló, a nyugatnémet Bölkow és a francia Nord Aviaton cégek által tervezett *Milan* (*M*issile d'*I*nfanterie *L*éger *AN*tichar – gyalogsági könnyű páncélelhárító irányított lövedék) fegyverrendszer (4. ábra) a kézi irányítású *Cobra* és *Entac* rakétafegyvereket fogja felváltani. A közlések szerint az új fegyver előnyös vonásai a régebbiekhez képest:

a) az indítócső az irányzó- és vezérlőműszerrel együtt harckész helyzetben egy háromlábú állványon nyugszik. Kezelését ugyan egy személy el tudja látni, de úgy tervezik, hogy a rakétalövedékek hordására még egy további katonát beosztanak;

b) a hatókörzet közeli sávhatára 75 méterre csökken;

c) 2000 méteren a teljes repülési idő 14 másodpercnél kevesebb, ellentétben a *Cobra* rakétával, amelynek a repülési ideje 1600 méteren 18 másodperc;

d) az itt alkalmazott félönműködő irányítórendszer lehetővé teszi, hogy a lövésznek a rakétafegyver repülési ideje alatt csakis irányzóműszere célon tartására kelljen ügyelnie. Az irányítóberendezés – a rakétafegyvernek az irányzóvonaltól való eltérése szerint – önműködően alakítja ki a pályahelyesbítő parancsjeleket és ezeket vezetéken továbbítja a rakétalövedékhez;

e) az indítócső a rakétalövedék tárolására és szállítására egyaránt alkalmas;

f) a rakétalövedék repülés közbeni stabilitása a hossztengely körüli forgatás folytán megnő;

g) a rakétafegyver kumulatív hatású robbanófejének páncélrobbantó képességét a *Cobra* rakétához képest lényegesen megnövelték.

A *Milan* páncélelhárító fegyvert a két kezelő megosztva szállítja az indítóállásba: az egyik viszi a háromlábú állványt az irányzó-vezérlő berendezéssel, a másik pedig az indítócsőben tárolt rakétalövedéket. A tüzelőállásban az indítócsövet a rakétalövedékkel az állványra helyezik. Az irányítókezelő az optikai irányzékon keresztül megcélozza az ellenséges harckocsit. Amint ez a rakétafegyver hatókörzetének távoli sávhatárához közeledik, az irányítókezelő az elektromos gyújtószerkezettel indítja a rakétalövedéket. Közben folyamatosan követi irányzékával a céltárgyat, a pályán mozgó rakétalövedéket pedig az infravörös sugárzásra érzékeny, irányszögmérő berendezés követi nyomon. Ugyanez az irányszögmérő érzékeli a rakétalövedék pillanatnyi helyzetét az irányzóvonalhoz képest, s ha eltérést észlel, akkor a mért szöghibának megfelelően pályahelyesbítő parancsjeleket alakít ki és továbbít a rakétalövedékre.

A *Milan* típusú könnyű rakétafegyver elemei ismétlődnek a *Hot* (*H*aut subsonique *O*ptiquement téléguidé tiré d'un *T*ube – csőből indított, közel hangsebességű lövedék optikai távirányítással) típusú nehéz páncélelhárító rakétafegyveren (4. ábra). A kétféle típus fejlesztését párhuzamosan végzik, ezáltal a költségek csökkennek és az együttes program időterve lényegesen megrövidül. A közös irányítórendszeren kívül mindkét fegyver több alkatrésze és szerelési egysége is azonos. A *Hot* típus az *SS – 11* rakétalövedéket fogja

felváltani. Ezért a tervezésben az alábbi jellemzők megvalósítását tűzték ki célul, melyek egyébként a NATO-követelményeket is kielégítik:

a) a *Hot* rakétalövedéket elsősorban páncélozott vagy páncélozatlan harcjárművekről, valamint helikopterekről indítják;

b) hatókörzetének távoli sávhatára legalább 3500 méter, közeli sávhatára pedig a Milan rakétalövedékéhez hasonlóan legfeljebb 75 méter;

c) ugyanúgy, mint a lövész páncélelhárító irányított rakétalövedéken, itt is az irányítórendszer félönműködő, a parancsátvitel vezetékes;

d) az indítócső itt is szállítótartályként használható fel;

e) a rakétalövedék és az indítócső összsúlya legfeljebb 25 kp;

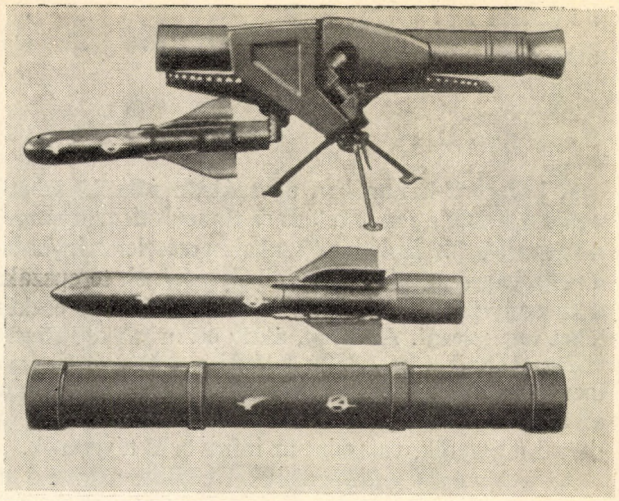
f) a pályamenti repülési sebesség eléri a 280 m/sec értéket;

g) az új elv szerint kidolgozott robbanófejnek nagy a páncélrobbantó képessége.

A *Hot* típusú, rakétafegyver hordozó harcjárművét a páncélozott lánctalpas nyugatnémet *Spz — 3* lövészpáncélos harcjárműből alakítják ki. A vezető mellett elhelyezkedő irányzó-kezelő periszkopikus irányzékon követi a céltárgyat és a teljesen zárt harcjárműből két állványról indíthatja a *Hot* rakétalövedéket. Az állványokhoz két, dobszerű rakaszból juttatják fel az indítótartályokban tárolt rakétákat, amelyekből a harcjármű hátsó tárolóterében még külön tartalékot is visz magával.

Nem kétséges, hogy a páncélelhárító irányított rakétalövedékek második nemzedéke előrelépést jelent a jelenleg elterjedt típusokhoz képest azáltal, hogy egyszerűbbé válik a kezelés, pontosabb a célravezetés, csökken a holttér, vagyis összességében tekintve növekszik a hatékonyság. Továbbra is fennmarad azonban a célravezetés elengedhetetlen feltételeként az optikai láthatóság, úgyszintén a közvetlen irányzásból eredő korlátozás. A terep jellege befolyásolja ugyan a harckocsik manőverezőképességét, de egyúttal fedezéket is nyújt számukra. A páncélelhárítás hatékonyságát a harckocsiparancsnokok azáltal akarják csökkenteni, hogy harcjárművüket csak a legrövidebb ideig hagyják fedezetlenül.

Ilyenformán a terep védő és álcázó tulajdonságai továbbra is megnehezítik a páncélelhárító lövedékek kezelőinek a feladatát. Többek között ez a körülmény is indokolja azoknak a rakétatípusoknak a kifejlesztését, amelyeket légi harceszközökről, elsősorban helikopterekről indítanak. A hordozó járműről közvetlen irányzással célravezetett páncélelhárító rakétalövedékek hátránya azonban, hogy az irányzó-kezelő tevékenységét esetleg megzavarhatja a harckocsik választüze.



4. ábra: A Milan-*fegyverrendszer (felső kép) és a* Hot-*típusú rakétalövedék indítócsövével (alsó kép)*

Ezt csak úgy lehet elkerülni, hogy olyan rakétalövedékeket szerkesztenek, amelyek alkalmasak az ívelt pályán repülésre. Ezáltal már nem szükséges, hogy a hordozó járműhöz képest a céltárgy a közvetlen láthatóság határán belül tartózkodjék. A zárt állásban elhelyezett rakétás vadászpáncélos jármű irányzókezelője ez esetben előre mehet arra a terepszakaszra, ahonnan az ellenséges harckocsi már látható.

Egy másik megoldásként olyan rakétalövedéket is el lehet képzelni, amely képes önállóan kiválasztani a céltárgyat, továbbá van olyan szerkezete, amely a célobjektumokat értékelni tudja. Az eddigi vizsgálatok szerint erre a feladatra az optikai kontraszt-keresők a legalkalmasabbak, jóllehet ezeken evégből még több meglevő fogyatékosságot ki kell küszöbölni. A legnagyobb nehézséget jelenleg még a terep gyenge megvilágítottságából adódó bizonytalan működés és az irányítórendszer viszonylag nagy költsége okozza.

A páncélelhárítás területén tehát az önirányítású rakétarendszerek kutatása tovább folytatódik. Előrelátható lag az önirányított páncélelhárító rakétafegyverek jövő fejlődése igen számottevő változásokat vonhat maga után a szárazföldi haderők harcászatában.

ÚJVÁRI ISTVÁN
alezredes

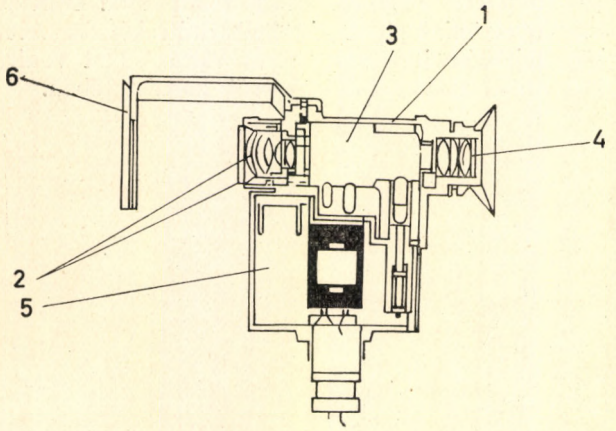
Ellenséges infravörös sugárvetők felderítése

A korszerű háborúban úgyszólván nélkülözhetetlenek a különféle rendeltetésű és típusú infravörös technikai eszközök. Ezért az éjszakai harccselekményekben az ellenséges figyelőpontok elhelyezésének terepszakaszán nagyszámú infravörös technikai felderítő eszközt lehet feltételezni. Az ilyen, aktív elven működő infravörös technikai eszközök felfedése a felderítés egyik igen fontos feladata. A tüzérfelderítésben erre a célra alkalmasak az infravörös szűrőkkel ellátott optikai felderítő műszerek, valamint az infravörös távmérők.

Az infravörös szűrőbetétekkel ellátott alapvető tüzérségi optikai felderítő műszerek az *EM–61* mintájú 90 cm bázisú távmérők, nemkülönben a *BI–8* típusú kézitávcsövek. Ezekkel a műszerekkel az ellenség infravörös sugárvetőinek jelenlétét meg lehet állapítani. A tájolt *EM–61* távmérőt szögmérő műszerként használva meghatározhatjuk e sugárforrások irányát is. Számunkra azonban ez nem elégséges; a sugárvetők koordinátáira (összrendezőire) van szükségünk.

E feladat végrehajtása az *EM–61* műszerrel meglehetősen nehézkes. Az ellenséges sugárvetőt ugyanis egyidejűleg két, azonos módon tájolt távmérővel kell felderíteni. Ezután a két távmérő álláspontjának összrendezői, valamint a távmérőkkel megállapított irányok alapján előremetszéssel kiszámítjuk vagy tervtáblán meghatározzuk a keresett összrendezőket. A módszer nemcsak hosszadalmas, hanem más fogyatékossága is van: a terep adottságai miatt nem alkalmazható akármilyen helyzetben.

Az ellenség infravörös sugárvetőinek összrendezőit jóval egyszerűbb módon lehet a különleges infravörös távmérők segítségével megállapítani. Az ilyen távmérőkkel egyetlen álláspontból határozhatók meg az álcázatlan és a fényszűrőkkel álcázott sugárvetők, továbbá más infravörös sugarakat kibocsátó sugárforrások összrendezői. Az infravörös távmérő egyesíti magában a szokásos optikai távmérő és az infravörös eszköz jó tulajdonságait, más szóval egyaránt alkalmas az éjszakai felderítés végrehajtására és a távolságok közvetlen mérésére.



1. ábra. Az éjszakai toldat vázlata
1 burkolat; 2 tárgylencse; 3 elektronoptikai képátalakító; 4 szemlencse; 5 nagyfeszültségű egység; 6 rögzítő

Külső formájukat tekintve az infravörös távmérők a tüzérségnél rendszeresített távmérőkhöz hasonlóak. E távmérők sztereoszkopikusak, nagyításuk meglehetősen nagy, látómezejük aránylag kicsiny, s periszkópszerű felépítésük módot ad arra, hogy fedezékekben telepítsék őket. A sugárforrásokat 400 m-től 10 000 m-ig terjedő körzetben tudják felderíteni. Előnyös tulajdonságuk, hogy mivel súlyuk viszonylag csekély, ezért könnyen mozgathatók.

Ami a szóban forgó távmérők pontosságát illeti, ezt a teljes bemérő előkészítéssel meghatározott figyelőpontról történő használat alkalmával az alábbi táblázatban feltüntetett értékek jellemzik:

Figyelő távolság km	Közepes hiba	
	oldalban v	távolságban %
2	0-01	0,8—1,0
4	0-01	2,0—2,5
6	0-01	3,5—4,0
8	0-01	7,5—8,0

Összehasonlítva az infravörös távmérőt az EM–61 műszerrel, néhány lényeges eltérés tűnik fel, nevezetesen:

a) az infravörös távmérőn a kéttengelyű kollimátor lencse helyett akromatizáló, kétlencsés objektív van;

b) az egyik, rendszerint a jobboldali nézőcsövet az éjszakai távcső tartására szolgáló nyúlvány egészíti ki;

c) a szemlencsék karimái különleges módon vannak kialakítva, s alkalmasak az éjszakai toldatok felhelyezésére és rögzítésére.

Rendeltetésének megfelelően az infravörös távmérő a szokásos optikai távmérő rendszeren kívül más, különleges szerkezeti egységeket is tartalmaz. Ilyenek: *1.* az éjszakai toldatok, *2.* az éjszakai távcső, *3.* a tápforrás és a feszültségátalakító, *4.* a nagyfeszültségű egységek, végül *5.* a világító berendezés. Nézzük meg ezeket sorjában.

1. Az *éjszakai toldatok* alakítják át a távmérő tárgylencséjébe érkező infravörös sugarakat látható fénnyé. Felépítésükről, főbb alkatrészeikről az 1. ábra tájékoztat.

2. Az *éjszakai távcső* az infravörös sugárforrások gyors felkutatására, s a távmérőnek reájuk való irányítására szolgál. Céljánál fogva e távcsőnek nagy a látómezeje. Vázlatos elrendezését, fontosabb alkatrészeit a 2. ábrán látjuk.

3. A *tápforrás és a feszültségátalakító* feladata, hogy az infravörös távmérő működéséhez szükséges elektromos áramot szolgáltassa. Az akkumulátor kis (2–3 volt) egyenfeszültségét közvetlenül csak a világító be-

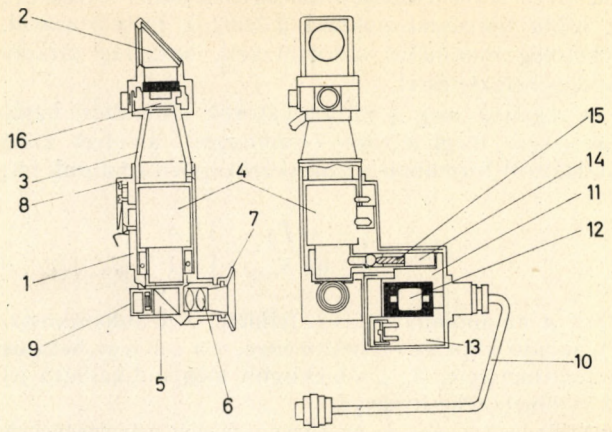
rendezés tudja felhasználni. A feszültségátalakító állít elő a kis egyenfeszültségből néhány száz voltos váltófeszültséget, amelyet a nagyfeszültségű egységekbe vezetnek.

4. Nagyfeszültségű egységek vannak az éjszakai toldatokban és az éjszakai távcsőben. Ezek a néhány száz voltos váltófeszültséget több kilovoltra transzformálják s az elektronoptikai képátalakítók részére egyenirányítják.

5. A *világító berendezés* szolgál a távmérő mérőjeleinek és távolsági skálájának megvilágítására.

Az infravörös sugárforrások felderítéséhez a távmérőt hasonlóképpen készítjük elő, mint a nappali felderítésre szolgáló sztereoszkopikus műszert. A figyelőpontot, vagyis a távmérő álláspontját bemérjük, s elvégezzük a műszer tájolását. Az infravörös távmérő munkára való előkészítése során kiegészítőleg még a következő műveleteket hajtjuk végre: a távmérőre felhelyezzük a tápforrás és a feszültségátalakító egységet; beállítjuk az éjszakai méréshez szükséges dioptriaértéket; ráerősítjük a távmérőre az éjszakai távcsövet; felhelyezzük a szemlencsékre az éjszakai toldatokat; gondoskodunk a megfelelő elektromos kapcsolásokról, végül beszabályozzuk a mérőjelek megvilágításának élességét.

A felderítést az éjszakai távcső segítségével végezzük: először e műszerrel megkeressük a sugárforrást (a célt), majd ennek az irányát a mérőjelekkel egyeztetjük. Ezután az éjszakai toldatokon át figyelve, a mérőjeleket a látómezőben a cél fölé emeljük a mérőjelek nagyságának 1/4 részével. Amint a mérőjelek magassági beállítása megtörtént, a mérőhenger segítségével a



2. ábra. Az éjszakai távcső vázlata
1 ház; 2 prizma; 3 vezetőcső; 4 elektronoptikai képátalakító; 5 prizma; 6 szemlencse; 7 szemkagyló; 8 illesztő; 9 mérőjel megvilágító fedél; 10 kábel; 11 nagyfeszültségű egység; 12 tekercs; 13 dióda-egyenirányító; 14 ellenállás; 15 nagyfeszültség-vezető; 16 tárgylencse

mérőjeleket távolságban egyeztetjük a céllal, és a távolsági skálán leolvassuk a cél távolságát, a szögmérő gyűrűn pedig a cél irányát (irányszögét).

A mérésből kapott poláris koordinátákat (sarkösszrendezőket), vagyis az infravörös sugárvető irányszögét és távolságát a figyelőpontnak a tervtáblán, ill. térképen feltüntetett helyéből kiindulva már fel lehet szerkeszteni. Utolsó lépésben a koordináta-hálózat segítségével megállapíthatók a felderített sugárforrás derékszögű összrendezői.

TAMÁSI FERENC
mérnök-őrnagy

Rádiólokátorok hatótávolságának növelése

A rádiólokátorok hatótávolsága iránti követelményeket mindenekelőtt a felderítendő célok hatásos felülete, sebessége és magassága határozza meg. Ha csak a legutóbbi évtized repülő- és rakétatechnikai fejlődését nézzük, megállapítható, hogy a céltárgyak sebessége és utazómagassága egyre nő, emellett – különösen ami a rakétákat illeti – hatásos keresztmetszetük mindinkább csökken.

A repülőgépek és a rakéták fejlődésének említett irányzata fokozott követelményeket vet fel a rádiólokátoros felderítéssel és rávezetéssel szemben. Ezeket a követelményeket a jelenlegi felderítő és tűzvezető rádiólokátorok csak részben képesek kielégítő hatótávolságon belül teljesíteni.

A mai nagy sebességű repülőgépek leküzdésének alapfeltétele, hogy a felderítés nagy hatótávolságról megtörténjék. A rádiólokátorok hatótávolságát közepes hatásos keresztmetszetű céltárgyra méretezik. Korszerű háborúban a légicélok jelentékeny részének hatásos keresztmetszete kisebb a közepesnél.

Tudvalevő, hogy a rádiólokátorok hatótávolsága a hatásos keresztmetszet negyedik gyökével arányos, ennélfogva a légicélok igen számottevő részét a lokátor a maximális felderítési távolságán jóval belül tudja csak felderíteni. Hogy egy konkrét példát mondjunk: az adott centiméteres hullámsávban dolgozó felderítő rádiólokátor egy nagy hatásos keresztmetszetű repülőgépet a sugárzási karakterisztika maximumában pl. 300 km-en még jól lát. Ugyanez a lokátor egy kis hatásos keresztmetszetű repülőgépet a sugárzási karakterisztikának ugyanabban az irányában már csak 200 km távolságról képes észlelni.

Problémánkat röviden tehát úgy fogalmazhatjuk meg, hogy bár az adott típusú rádiólokátor rendszertechnikai felépítése lehetővé tenné a nagyobb felderítési hatótávolságot nagy sebességű repülőgépekre és rakétákra is, mégis egyes célok kis hatásos keresztmetszete miatt ezt a lehetőséget nem lehet kihasználni. Célszerű lenne ilyenformán a felderítő lokátorokat úgy alakítani át, hogy mód nyíljék a kis hatásos kereszt-

metszetű célok felderítési hatótávolságának növelésére a többi harcászat-műszaki jellemzők megtartásával, lehetőleg minimális változtatással, aránylag csekély költségbefektetéssel.

Vizsgáljuk meg a rádiólokátorok szabadtéri hatótávolságát meghatározó összefüggést, amelyet kissé átalakított formában a következőképpen írhatunk fel:

$$D_{max} = \sqrt[4]{\frac{\sigma P_0}{4\pi S_{min}}} \sqrt{\frac{A}{\lambda}},$$

ahol A az antenna hatásos felülete, λ a hullámhossz, P_0 az adó impulzus-teljesítménye, σ a céltárgy hatásos keresztmetszete, S_{min} a legkisebb még indikálható jel (küszöbjel) teljesítménye.

Mint látjuk, elvileg az antennafelület növelésével és a hullámhossz csökkentésével erősen megnőne a hatótávolság, hiszen e mennyiségek a négyzetgyök alatt vannak. A céltárgy hatásos keresztmetszetét nem választhatjuk meg, mert ez a harcászati követelményekből adott. Az adóteljesítmény növelése és a küszöbjel csökkentése által ugyancsak növekszik a hatótávolság, de kevésbé, mint az előbb, mert a mennyiségek negyedik gyök alatt szerepelnek.

Amikor nem új rádiólokátor tervezéséről van szó, hanem egy meglevő állomás hatótávolságának növelési módjait keressük, az elvi lehetőségek többségét kénytelenek vagyunk elvetni. Így pl. a hullámhossz megváltoztatása az egész lokátor gyökeres átalakítását kívánná. Az antennafelület növelése csak helyhez kötött állomásokon jöhetne tekintetbe, egyébként a mozgékonyság rovására menne. Az adóteljesítmény növelése egyrészt igen költséges, másrészt ennek is határt szab az adócsövek teljesítménye, a tápvonalak átütési szilárdsága.

Az eddigiekből nyilvánvaló, hogy a hatótávolság növelésének egyetlen gyakorlatilag követhető útjaként a küszöbjel csökkentése kínálkozik. E jel teljesítményét az alábbi képlettel fejezhetjük ki:

$$S_{min} = K T_0 B_{min} F \left(\frac{J}{Z}\right)_{min}$$

ahol K a Boltzmann-állandó, T_0 a szobahőmérséklet K°-ban, B_{min} a zajsáv szélessége, F a zajtényező, $\left(\frac{J}{Z}\right)_{min}$ a jel/zaj viszony a vevő kimenetén.

A képletet közelebbről szemügyre véve, a jobboldali első három tag szorzata ($KT_0 B_{min}$) jellemzi a vevő bemenetén megjelenő zajteljesítményt, amely a bemenő ellenálláson az atomok hőmozgása következtében keletkezik.

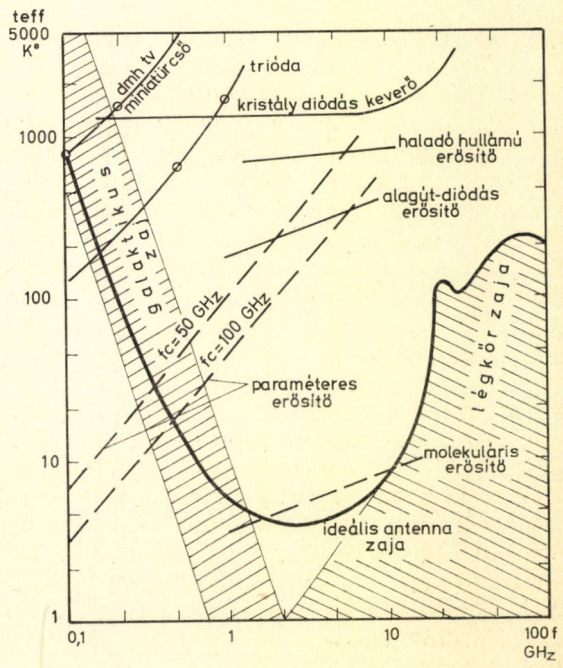
Az ideális erősítőknek csak termikus zajuk van. A reális erősítőkben másféle eredetű zajok is hozzáadódnak. Az F zajtényező adja meg, hogy a reális vevő hányszorta zajosabb az ideálisnál. Az igen csekély zajú erősítők zaját a T_{eff} effektív zajhőmérséklettel jellemezzük; ezt a zajtényező ismeretében a T_0 szobahőmérséklet figyelembe vételével a

$$T_{eff} = (F - 1) T_0$$

összefüggésből határozzuk meg. A nagy zajtényezőjű erősítőkhöz tehát nagy effektív zajhőmérséklet tartozik.

Az 1. ábra összefoglalva szemlélteti a különféle aktív áramköri építő elemekkel készített rádiófrekvenciás erősítők effektív zajhőmérsékletét a frekvencia függvényében.

Ez idő szerint a legtöbb rádiólokátorban első fokozatként az üzemi frekvenciától függően a triódás erősítőt, a kristálykeverőt, vagy pedig a haladóhullámú erősítőt használják. Az ábrából kitűnik, hogy ugyanabban



1. ábra

a frekvencia tartományban jóval kisebb a zajtényezője a molekuláris, az alagút-diódás, valamint a paraméteres erősítőknek. Ha ezek bármelyikével felcseréljük a lokátor szokásos nagyfrekvenciás előerősítő fokozatát, vagy e fokozat meghagyásával eléje iktatjuk a kis zajtényezőjű erősítőt, akkor kis hatásos felületű célokról is értékelhető jeleket kapunk olyan távolságokon, amelyeken a célok felderítésére az eddigi lokátorok nem voltak alkalmasak.

A továbbiakban nézzük meg egyenként az említett három csekély zajú erősítőtípus felhasználhatóságát a rádiólokátorban.

a) *Molekuláris erősítő*

Az 1. ábra szerint a legcélszerűbb lenne ezzel az erősítővel dolgozni, de ennek zajhőmérséklete (kb. 10 K°) csak ott használható ki, ahol az antenna zajhőmérséklete is kicsi. Felhasználása ezért főleg a mesterséges égitestek követésére használt lokátorokon vagy rádióteleszkópok bemenő fokozataiban indokolt. Ilyenkor az antenna iránya a vízszinteshez képest 30° vagy több, és ha a sugárkúpban a Nap vagy más „meleg" égitest nincs benne, akkor az antenna zajhőmérsékletét a 8 GHz-es hullámsávban már 10 K°-ra is sikerült lecsökkenteni. Ez esetben már minimális veszteség is a zajhőmérséklet lényeges romlását (kb. 7 K°) okozza az antenna-vevő tápvonalon, az erősítőt ezért az antenna gyújtópontjához közel kell beépíteni.

További nehézségeket jelent a viszonylag kis sáv-

szélesség, nemkülönben az a körülmény, hogy a teljesítmény szintje a kimenő oldalon mindössze kb. 1 μW. Különleges problémák vetődnek fel a folyékony héliummal töltött hűtőtartály üzemben tartása kapcsán is.

Mindezek a tényezők a molekuláris erősítők használatát speciális esetekre korlátozzák, amikor a kis zajhőmérsékletet nem lehet más módszerrel elérni.

b) *Alagút-diódás erősítő*

Felhasználását rendkívül egyszerű felépítése, mechanikai stabilitása, kis mérete teszi indokolttá. Az erősítő tápáram-felvétele csekély: egy-két tized watt csupán. Hátránya viszonylag kis kimenő teljesítményszintje. Emellett az adáskor fellépő nagy csúcsteljesítmény a diódát könnyen használhatatlanná teheti. Az alagútdióda védelmére TR-kapcsolócsövet vagy korlátozót (limitert) kell közbeiktatni.

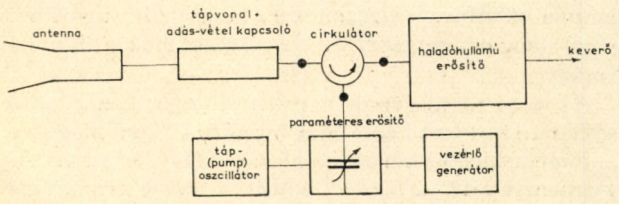
c) *Paraméteres erősítő*

A paraméteres erősítőknek a rádiólokátorokban való felhasználását mindenekelőtt az a körülmény indokolja, hogy a rádiólokátor-vevők sávszélessége korlátozott, és nem lépi túl a paraméteres erősítőkkel elérhető sávszélességet. Egy másik fontos szempont, hogy a lokátorok nagy részének az üzemi frekvenciája abba a tartományba esik, ahol a külső zajok elhanyagolhatók. Ezáltal mód nyílik arra, hogy a kis zajtényezőjű paraméteres erősítőt felhasználva zajtényező javulást érjünk el.

A rádiólokátor legnagyobb hatótávolságát meghatározó egyenletre visszatérve láthatjuk, hogy a zajtényező értékének csökkentése ugyanolyan hatású, mint az adóteljesítmény fokozása vagy az antenna irányélességének növelése. Legtöbbször a zajtényező felére való csökkentése gazdaságosabb, mintha az adóteljesítményt a kétszeresére növelnénk. Ez különösen az igen nagy hatótávolságú lokátorok esetében fontos szempont.

A zajtényező csökkentése még igen kis zajhőmérsékletű antennákkal is nagyon számottevő hatótávolságnövekedésre vezethet. Elméletileg bizonyítható, hogy a zérushoz közel álló antenna-hőmérséklettel is a vevő zajtényezőjének 2 dB-ről 1 dB-re történő csökkentése az üzemi zajtényező 3 dB-es javulását eredményezi, ami $10^0/_0$-os hatótávolság növelésnek felel meg.

Ha a küszöbjel csökkentésére paraméteres erősítőt kapcsolunk a nagyfrekvenciás (haladó hullámú) erősítő elé (2. ábra), akkor a felderítési hatótávolság növekedésének arányát a haladó hullámú erősítő és a paraméteres + haladó hullámú erősítő eredő zajtényezőjének a viszonya határozza meg. Az előálló hatótávolság-

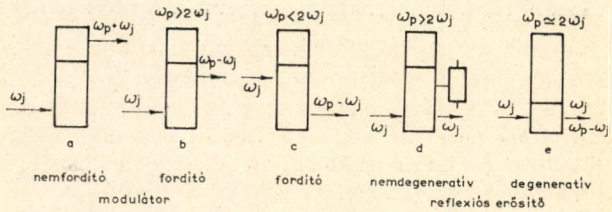


2. ábra

növekedés meghaladja az $50^0/_0$-ot. Ezt nemcsak a számítások, de a kísérleti mérések is jól igazolják.

Ha pl. olyan lokátort veszünk, amely közepes hatásos keresztmetszetű célokra 300 km hatótávolságú, akkor a paraméteres erősítővel kiegészítve ugyanez a lokátor kis hatásos keresztmetszetű repülőgépekre 300 km, közepes hatásos keresztmetszetűekre 450 km hatótávolságot ér el. Ezek az eredmények jól érzékeltetik, hogy a paraméteres erősítővel felszerelt felderítő rádiólokátorok a nagy sebességű kis hatásos keresztmetszetű célok felderítésére is alkalmasakká válnak.

Mindehhez hozzá kell fűznünk, hogy a nagy hatásos keresztmetszetű célok mérése a fentiek szerinti változtatással is csak a rádiólokátor maximális távolság-



3. ábra

mérési határán belül lehetséges. Az ennél nagyobb távolságról történő mérés csak a lokátor-indikátor és az adómodulátor vezérlésének átalakításával (pl. 1 : 2 arányú frekvenciaosztó beiktatása révén) lehetséges. Ha ilyen átalakításra nem került sor, akkor a lokátor méréshatárát meghaladó távolságokról a nagy hatásos keresztmetszetű célok nagyobb valószínűséggel okoznak téves indikációt a paraméteres erősítős kapcsolással, mint anélkül. Ennek elkerülése céljából a paraméteres erősítőt úgy kell vezérelni, hogy csak akkor dolgozzék, amikor a haladó hullámú erősítő már nem működik kielégítően.

Rádiólokátorokban nagyfrekvenciás erősítőként a paraméteres erősítő változó kapacitású diódás megoldása terjedt el. Ennek az erősítőnek a felépítése nem bonyolultabb, mint a nagyfrekvenciás keverőé. A szóban forgó kapcsolásban egy változó kapacitású dióda kapacitását a tápenergiát szolgáltató táposzcillátor (ún. „pump"-oszcillátor) frekvenciájának ütemében változtatják. Az erősítendő jel hatására a diódán kombinációs frekvenciák keletkeznek; ezek közül egyeseken a kivehető teljesítmény nagyobb lehet a bevezetett jel teljesítmény értékénél, más szóval ezen a módon a teljesítményt erősíteni lehet. Mivel az erősítés változó reaktanciájú, tehát elvileg veszteségmentes elemen jön létre, ennélfogva az erősítő várhatóan csekély zajú lesz.

A diódán kialakuló különböző frekvenciájú összetevők száma elvileg végtelen. Aszerint, hogy közülük melyek dominálnak, készíthetők különböző tulajdonságú erősítők, melyek fontosabb típusait a 3. ábra tünteti fel. Az ábrán az erősítőt keskeny, álló téglalap jelöli, a be- és a kimenő jeleket vízszintes nyilak mutatják. A nyilak helyzete a frekvenciára jellemző; a frekvencia a téglalap mentén felfelé haladva növekszik. A táposzcillátor frekvenciájának (a pumpfrekvenciának) jelölésére ω_p, a jelfrekvenciáéra ω_j szolgál.

A nem degenerativ reflexiós erősítő (3. ábra *d*) vázlatán lezárt végződés, e paraméteres erősítőre jellemző

ún. vakfrekvenciás rezgés kialakulását mutatja. Ez a rezgőkör sem a bemenő, sem a kimenő áramkörrel nincs közvetlen kapcsolatban, mégis a benne kialakuló rezgés az erősítés szempontjából döntő. A bejövő és a pumpjel üttetéséből ui. vakfrekvenciás összetevő jön létre, és ennek a hatására a vakfrekvenciás rezgőkörben meglehetősen nagy amplitúdójú rezgés alakul ki. Ebből a rezgésből és a pumpjelből viszont a diódán jelfrekvenciás összetevő származik, mely mint felerősített jel, a diódáról kivehető teljesítményt ad. Ezen a módon azonos frekvenciás erősítést érnek el.

A rádiólokátorokban leginkább célravezető a nem degeneratív reflexiós erősítőket bevezetni, mivel a felerősített jel az erősítendő jelével azonos frekvencián jelenik meg. Kedvező eredménnyel jár a degeneratív reflexiós erősítő használata is, mivel a tápfrekvenciát elő lehet állítani a rádiólokátor adófrekvenciájának kétszerezése révén is. Ez utóbbi módszer nagymértékben növeli az erősítő stabilitását.

A reflexiós erősítők nélkülözhetetlen eleme a cirkulátor, mely a ki- és bemenő azonos frekvenciájú jelek szétválasztására szolgál. Általában az *Y* típusú cirkulátor használata terjedt el. A cirkulátor beiktatásának a veszteségek szempontjából nincs nagy jelentősége, ui. a gránátstruktúrájú ferritekből készített cirkulátorok csillapítása a lokátorok frekvencia tartományában nem haladja meg a 0,25 dB értéket.

Az elmondottakból arra a következtetésre jutunk, hogy a paraméteres erősítőt még azoknak a lokátoroknak a kapcsolásába is lehetséges és célszerű beiktatni, amelyek egyébként haladó hullámú erősítővel működnek.

SINKA JÓZSEF tanár,
a HIKI tudományos kutatója

Robbanási folyamatok az időmikroszkóp alatt

A hagyományos – kémiai – robbanóanyagokban lejátszódó robbanási folyamat végső soron: égés. A robbanóanyagok égési sebessége sokszorosa a közönséges tüzelőanyagokénak, akár a fára, a szénre vagy az olajra gondolunk. Az égési folyamat tanulmányozása azonban még ezeken a viszonylag lassan égő tüzelőanyagokon is bonyolult, hiszen az égés alatt a jelenségek igen gyorsan változnak. Magától értetődik, hogy sokkalta nehezebb a gyorsan égő robbanóanyagok égési folyamatainak vizsgálata.

A korszerű haditechnika számára ezek a kutatások igen érdekesek. Elég talán emlékeztetni az üreges töltetekre, nemkülönben a robbanási lökéshullámok tanulmányozásának fontosságára. De egyébként is a robbanóanyagok katonai felhasználási területe nem korlátozódik a robbanó lövedékekre és az aknákra, hanem nagy teret hódítottak maguknak mint rakétahajtóanyagok is. Különösen az utóbbi években indult meg a szilárd hajtóanyagú rakéták újabb fejlődése, s az eredményekben nem csekély szerepe van annak, hogy égési folyamataikat sikerült alaposabban feltárni.

Az égési mechanizmus vizsgálata tehát a rakétatervezés alapvetően fontos feladata. Az égési reakciók előírt körülmények közötti tartása csupán az égési jelenségek aprólékos részleteinek ismeretében lehetséges A mai szilárd rakétahajtóanyagok kifejlesztésének egyik nagy fontosságú törekvése az volt, hogy növeljék a rakéta indulási és égésvégi tömegeinek viszonyszámát, az ún. tömegarányt. E feladat megoldása elsősorban égési problémákat vet fel. A régebbi szilárd hajtóanyagok ugyanis geometriai elrendezésüknél fogva nagy hőmérsékleti igénybevételnek tették ki a rakétakamrák falát. Ezért e kamrafalakat vastagra kellett méretezni; ezáltal megnőtt a holtsúly, következésképpen kedvezőtlen volt a tömegarány.

Mindez megváltozott azáltal, hogy olyan új típusú és új geometriájú szilárd hajtóanyagokat alakítottak ki, amelyek égésük folyamán nem érintkeznek a rakétakamra falával. Ilyenformán a fal a hajtóanyag elégetése alatt is csak hideg igénybevételnek van kitéve, ezért a falvastagság tetemesen csökkenthető, és egyúttal nagymértékben javul a rakéta fontos jellemzője: a tömegarány. Az új szilárd hajtóanyagok kifejlesztéséhez azonban meg kellett ismerni a különféle típusú robbanóanyagok égése alatt gyorsan lejátszódó jelenségeket.

Az időmikroszkóp

A robbanási folyamatok másodpercenként 4—9 kilométeres sebességgel játszódnak le. Ha az ekkor végbemenő jelenségeket a szem számára láthatóvá kívánjuk tenni, a folyamatról olyan fényképfelvételeket kell készíteni, amelyek expozíciós ideje alatt a jelenségek olyan csekély változást szenvednek, hogy a következő kép azokat mintegy sztatikusan ábrázolja. Könnyen belátható, hogy ez a robbanóanyagok égési folyamatára vonatkoztatva azt jelenti, hogy az expozíciós idő nem haladhatja meg a 0,1 μsec-ot (a másodperc tízmilliomod részét), sőt az is kívánatos lenne, ha még rövidebb expozíciós idővel lehetne dolgozni. Ilyen módon láthatóvá tehetők olyan jelenségek, amelyeket az emberi szem tehetetlenségénél fogva semmiképpen sem követhet.

Az ilyen rövid expozíciós idejű fényképezés első kísérleteit 1886-ban Ernst Mach végezte. Mach módszere – mely a külső ballisztikai kísérletekben terjedt el – a Toepler-féle fátyolhatás (Schlieren-hatás) elvét alkalmazta. Ez a hatás tudvalevően azon a jelenségen alapul, hogy a nyomás megváltoztatásával változik a le-

vegő törésmutatója. A környezetétől eltérő törésmutatójú levegő igen rövid ideig tartó megvilágítással láthatóvá, ill. fényképezhetővé válik.

A szóban forgó nyomásváltozás felléphet pl. egy áthaladó lövedék okozta légsűrűsödés és légritkulás formájában. Mach ilyen módon a repülő lövedék lökéshullámának frontját örökítette meg. Ismeretes egyébként, hogy a szuperszonikus sebességű repülő testek keltette lökéshullámok hullámfrontjának tanulmányozása ma már nemcsak a hagyományos lövedékek röppályájának vizsgálatával kapcsolatos ballisztikai kutatások, hanem a repülés és a rakétatechnika szempontjából is egyaránt nagy jelentőségű.

Persze az ilyen rövid expozíciós idejű felvételek elkészítése nem egyszerű feladat. A rendkívül rövid expozíciós idő már eleve megköveteli, hogy a megörökítendő jelenség nagy fényerejű legyen. Nem véletlen, hogy a megvilágításra már Mach is igen rövid időtartamú, nagy energiájú szikrakisüléseket használt. Ezek a szikrák elegendő intenzitású fényt szolgáltattak a felvétel elkészítéséhez.

További fontos lépést jelentett, amikor 1928-ban Cranz és Schardin kidolgozták az általuk szikra-időmikroszkópnak elnevezett eljárást. Ennek alkalmazásával sikerült először elérni a másodpercenként egymillió felvételnek megfelelő képfrekvenciát.

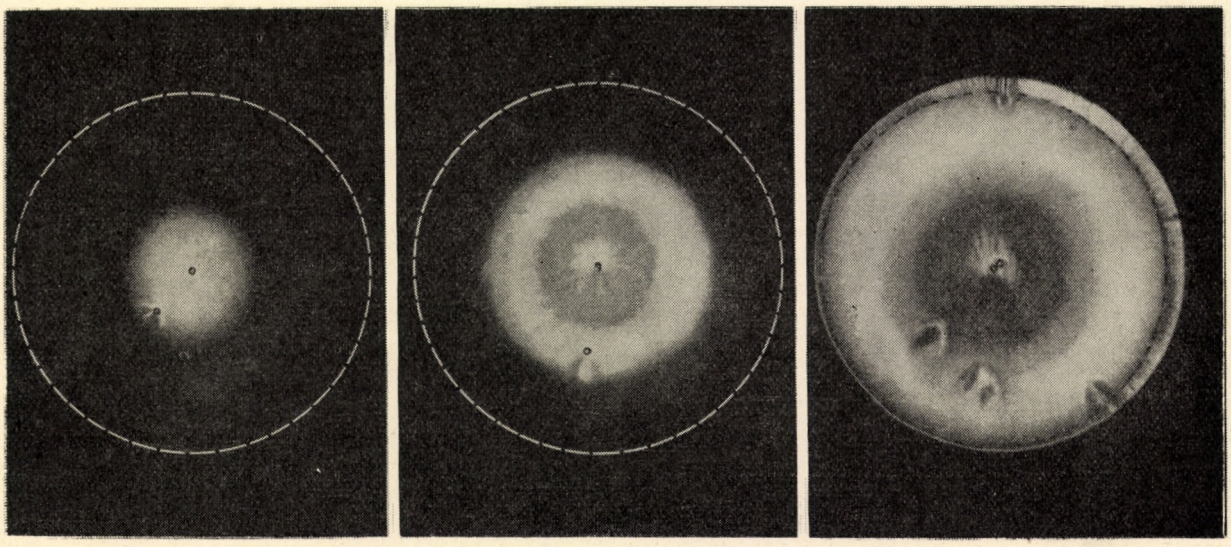
A szikrakisüléses megvilágítású gyorsfényképezés azonban felmondja a szolgálatot, ha olyan folyamatok tanulmányozásáról van szó, amelyekben a vizsgált tárgy saját fényének intenzitása a szikra fényerősségéhez képest nem hanyagolható el. Ha ez az eset áll fenn, mint például a robbanási folyamatok vizsgálatakor is, akkor a fényképezési eljárás körülményesebb lesz. A szikrakisüléses megvilágítás ugyanis feleslegessé teszi a fényképezőgépzárat: a fotoanyag csakis a szikra felvillanásának tartamára, egymilliomod másodpercig, esetleg ennél is rövidebb ideig kap megvilágítást.

Ha a szikrakisüléses megvilágítás a mondott okból nem jöhet szóba, feltétlenül szükség van zárra, mely a vizsgált robbanási folyamatnak mint fényforrásnak csak a felvételkészítés igen rövid idejére nyit utat a fényképlemez vagy film elé. A szokásos mechanikus zárrendszerek erre a célra túlságosan lomhák: egy ezredmásodperces nagyságrendben működnek, sebességük tehát sokszorosan kisebb a kívántnál.

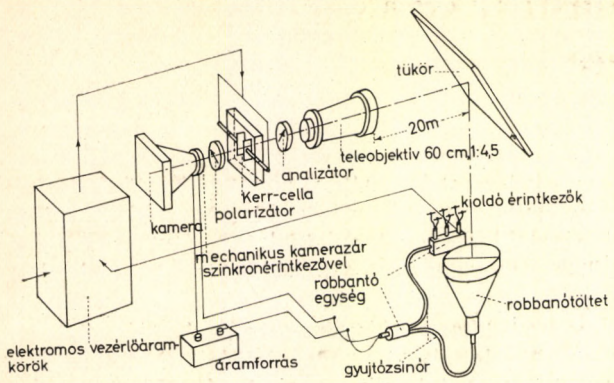
Schardin és Fünfer a robbanási jelenségek gyorsfényképezéses vizsgálataihoz 1937-ben olyan berendezést épített, amelyben a Kerr-effektus elvén működő elektronoptikai zárat használt. Kerr 1875-ben fedezte fel, hogy egyes anyagok erős elektromos térben kettős törési tulajdonságokat mutatnak. Abraham és Lemoine 1900-ban meghatározta azt az időtartamot, amely alatt az effektus lejátszódik. Arra az eredményre jutottak, hogy ez az időtartam kisebb 1 nsec-nál (vagyis a másodperc milliárdodrészénél). Ilyen zárnyitási idők az említett 0,1 μsec maximális expozíciós időnél két nagyságrenddel kisebbek, s így megfelelnek a robbanási folyamatot fényképező berendezésben.

A Kerr-effektus felhasználásával készített optikai zárban egy nitrobenzollal töltött tartályon, az ún. Kerr-cellán két szűrő: a polarizátor és a hozzá képest 90°-kal elforgatott analizátor között polarizált fény halad át. Hogy a fény a szűrőn átjut-e vagy sem, az attól függ, hogy a cellában levő nitrobenzol milyen mértékben forgatja el a polarizált fény síkját. Az elforgatást a cellára ható elektromos erőtér idézi elő. A Kerr-cellás zár tehát addig tart nyitva, amíg a cella elektródjain nagyfeszültség van. A Kerr-effektus azonban kicsiny. Ha a fényképezés 35 mm széles fotoanyagra (kisfilmre) történik, akkor a zár nyitásához 90 000 V feszültség szükséges.

Később Fünfer és Müller a St. Louis-i nyugatnémet – francia kutató intézetben új Kerr-záras kamerákat épített; ezekből kilenc készülék egyidejű működtetésével sorozatos felvételek készítése is lehetővé vált. Az új Kerr-cellával elérhető legrövidebb expozíciós idők 5 nsec körül vannak. A Kerr-cellák igen kedvező tulajdonsága, hogy a feloldóképességet nem befolyásolják. Nagy hátrányuk viszont, hogy a velük készült zárak fényáteresztő képessége csekély. Az ilyen elrendezésekben már a polarizátor elnyeli a belépő fény 75 %-át, s a további veszteségeket is figyelembe véve a fotoanyagra az összes fényintenzitásnak csak mintegy 20 %-a marad hatásos.



1. ábra. Közepén meggyújtott kör alakú hexotol-lemez égési folyamata



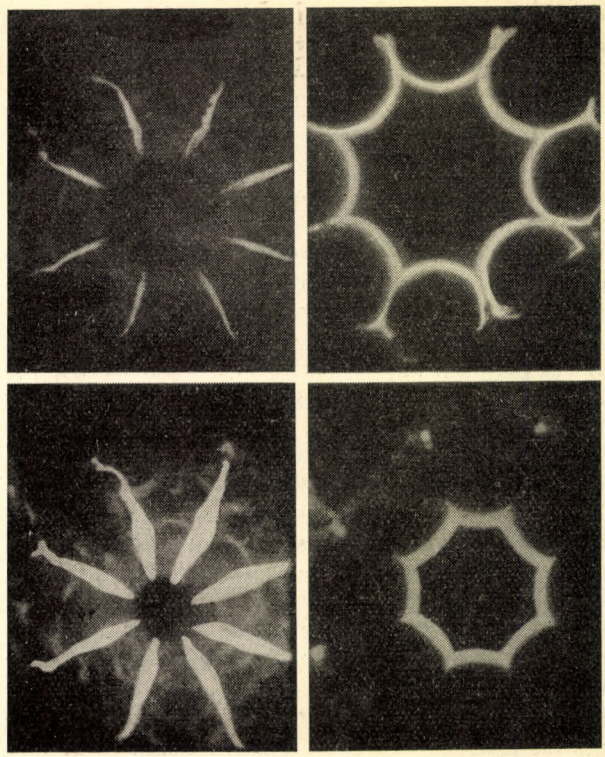
2. ábra. Kísérleti berendezés centripetális égési folyamatok vizsgálatára

Robbanási folyamatok fényképezése

Az 1. ábra kör alakú, 200 mm átmérőjű és 10 mm vastagságú hexotol égését mutatja be három egymást követő fázisban. A robbanóanyag meggyújtása középen történt, elektromos úton. A fekete körök a robbanóanyagban a gyújtási kontaktusok helyét jelzik. A felvételsorozat mutatja, hogy az égési folyamat körszimmetrikusan terjedt tova.

A 2. ábrán egy kísérleti elrendezést mutatunk be, amelyet a St. Louis-i intézetben alakítottak ki, centripetális robbanások vizsgálatára. Hasonló robbanási folyamatokat oly módon keltenek, hogy pl. a robbanóanyagból készített kör alakú lemezt kerületének nyolc pontján egyidejűleg meggyújtják. Más esetben a robbanóanyagot kúpszerű edényben helyezik el; ekkor a gyújtás a kúp csúcsa felől történik. Ilyen robbanótöltet van a 2. ábra kísérleti összeállításában is. A kísérleti berendezést védett helyiségbe telepítették. A tükörnek az a feladata, hogy a robbanás keltette lökéshullám frontját a helyiség falán levő megfigyelőnyílás irányából elterelje.

A kapott felvételek közül néhányat a 3. ábrán mutatunk be. Ezek a kúpszerű edényben elhelyezett robbanóanyag égési képét mutatják. Az ábrán egymás mellé helyezett képek nagyjából azonos égési fázisban készültek, de a jobb oldali felvételek készítése alkalmával a robbanóanyagot üveglappal fedték le. Az utóbbi felvételeken jól látható az égésformák szimmetrikus haladása, a baloldaliakon viszont a szabadon kialakult lökéshullámok között keletkező Mach-hullámok képét lehet megfigyelni.



3. ábra. Kör alakú hexotol-lemez centripetális égési folyamata

Ilyen kísérleteket a legkülönfélébb robbanóanyagokkal, köztük szilárd rakétahajtó töltetekkel végeztek. A kapott eredmények nagymértékben segítették elő a bevezetőben említett problémák tisztázását.

CSORBA JÁNOS
mérnök-őrnagy

Passzív önirányítású rakéták fedélzeti rendszere

A rakéták irányítástechnikájában önirányításúnak nevezzük az olyan rakétát, amelynek fedélzeti rendszere önmaga határozza meg a cél tartózkodási helyét (vagyis a rakétához viszonyított koordinátáit), majd az így kapott adatok alapján gondoskodik a rakétának a célra vezetéséről. Az ilyenfajta rakéták közül most csak az ún. passzív önirányításúakkal foglalkozunk. Ebbe a csoportba azok a rakéták tartoznak, melyek irányítórendszere a helymeghatározáshoz szükséges információs jelek forrásaként magát a célt használja fel.

Számos katonai célobjektumon észlelhetők olyan tulajdonságok, amelyek e célokat a környezettől élesen elhatárolják, vagyis az őket körülvevő közegből kiválaszthatóvá teszik. Így pl. többek között a hőerőművek, a kohászati üzemek, a harckocsimotorok és a repülőgép-hajtóművek működését intenzív infravörös sugárzás kibocsátása, valamint erős zaj kíséri. A hajók, repülőgépek és más mozgó haditechnikai eszközök harci tevékenysége elképzelhetetlen a rádiózás nélkül, más szóval ezek a célobjektumok hosszabb-rövidebb ideig rádióhullámokat sugároznak ki.

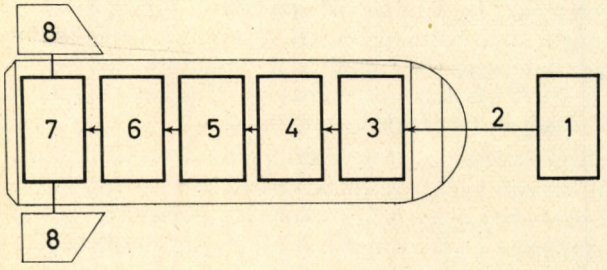
Nyilvánvaló, hogy az infravörös sugárzás, a hangjelenségek vagy a rádióhullámok jellemzik a szóban forgó célobjektumot, s mintegy kiemelik a környezetből. Ilyenformán ezek a tulajdonságok információt nyújthatnak a cél tartózkodási helyére.

A mondottakból látjuk, hogy a passzív önirányító berendezés hármas funkciót végez: érzékeli a cél által szolgáltatott információkat, ezekből meghatározza a cél koordinátáit, végül a rakétát rávezeti a célra. Mivel sok a helyét állandóan változtató, vagyis mozgó célobjektum (hajó, repülőgép stb.), ezért a rávezetésnek akkor is megbízhatóan kell működnie, ha az információforrás helyének koordinátái eközben megváltoztak.

Az említett rakéták fedélzeti irányítórendszere az alábbi fő egységekből (fokozatokból) áll (1. ábra):

a) Érzékelő elem. Ez az egység szolgál az információk vételére és koncentrálására.

b) Átalakító-erősítő fokozat. Az érzékelő elemtől kapott jeleket felerősíti és átalakítja olyan jelekké, amelyek a legalkalmasabbak arra, hogy az irányítórendszer további fokozataiban felhasználhatók legyenek.



1. ábra. A rakéta fedélzeti irányítórendszerének működési vázlata 1 *információforrás;* 2 *információ;* 3 *érzékelő elem;* 4 *átalakító-erősítő fokozat;* 5 *helymeghatározó (célkoordinátor) fokozat;* 6 *vezérlőparancs kialakító fokozat;* 7 *parancs végrehajtó fokozat;* 8 *kormánylap*

c) Helymeghatározó (célkoordinátor) fokozat. Ennek az a feladata, hogy a célnak a rakétához viszonyított tartózkodási helyétől függő hibajeleket két, egymásra merőleges (pl. vízszintes és függőleges) síkban állítsa elő.

d) Vezérlőparancs kialakító fokozat. Az előző fokozattól kapott hibajelek alapján vezérlő jeleket (parancsjeleket) dolgoz ki, és ezeket a cél tartózkodási helyétől függően vízszintes és függőleges kormánycsatornákba osztja szét.

e) Parancsvégrehajtó fokozat. A vezérlőjelek időbeni késleltetésének és amplitúdójának megfelelően gondoskodik arról, hogy a kormánylapok meghatározott szögértékre térjenek ki. A fokozat ezáltal biztosítja a rakétának a célra irányítását a kiválasztott rávezetési módszerrel.

Ezek után vizsgáljuk meg közelebbről a passzív önirányító berendezés működési elvét. Mindenekelőtt feltételezzük, hogy az adott fedélzeti irányítórendszerrel felszerelt rakéta a cél körzetében olyan helyzetben tartózkodik, hogy az információ biztosan eljuthat az érzékelő elemre. Ez levegőből légi célra önirányított (légiharc) rakétát tekintve a gyakorlatban azt jelenti, hogy a hordozó repülőgép a célt megközelítette és fedélzeti rakétával az információforrást megcélozta.

A célra jellemző információ (infravörös sugárzás, hangrezgés, rádióhullám) eljut az érzékelő elemre. Az irányítórendszernek ez az egysége úgy van megválasztva, hogy megfeleljen a célból érkező információ fizikai jellegének, vagyis megszólaljon, reagáljon az őt érő, meghatározott sugárzási energiára. Ennélfogva olyan szerkezeti megoldású, hogy még elenyészően kis információk érzékelésére és azoknak a lehető legnagyobb mértékben való koncentrálására is képes. Az érzékelő elemet a rakéta fedélzetén olyan helyre kell beépíteni, hogy az információ a rakéta repülése közben folyamatosan elérje az elem bemenetét. Ilyen elhelyezésre a rakéta orr-része a legalkalmasabb. Ezért az orr-rész kialakításában a megfelelő aerodinamikai formán kívül azt is meg kell oldani, hogy az információként szolgáló sugárzást minden körülmények között áteressze.

Az érzékelő elem felvette információ az irányítórendszer következő egységébe: az átalakító-erősítő fokozatba jut. Az eredeti jelek átalakítása azért szükséges, mert a vett információnak mint sugárzásnak rendszerint igen nagy a vivőfrekvenciája. Tudvalevően a nagyfrekvenciás jelek az elektromechanikai vagy egyéb rendszerű parancsvégrehajtó fokozatok működtetésére alkalmatlanok. Így tehát a vett jeleket át kell alakítani olyanokká, amelyek az irányítórendszer további fokozataiban való feldolgozásra a legmegfelelőbbek.

A jelátalakításon kívül ez az egység fel is erősíti a jeleket. Erre azért van szükség, mert ha azt akarjuk, hogy az érzékelő elem viszonylag nagyobb távolságról érzékelő információkra is reagáljon, más szóval nagy legyen az irányítórendszer hatótávolsága, akkor számolnunk kell azzal, hogy a vett jel szintje igen kicsiny lesz. Emellett minden bizonnyal az ellenség törekszik

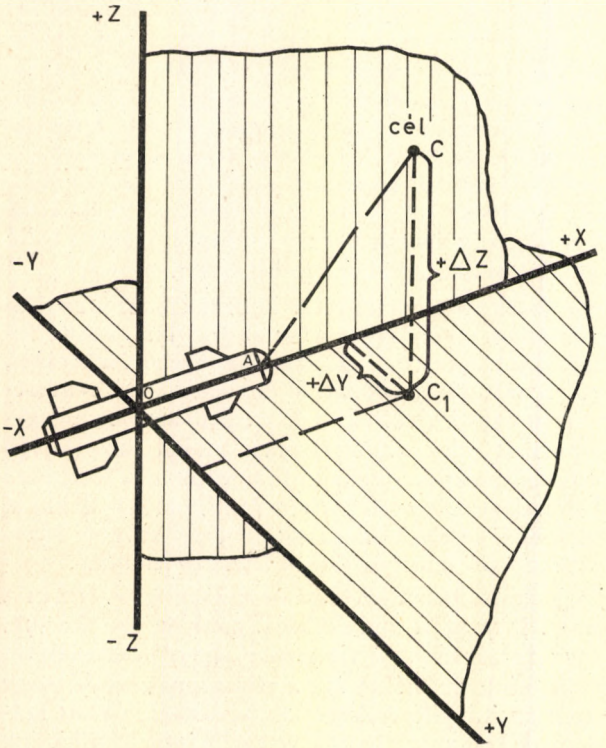
arra, hogy a célobjektumnak olyan kialakítást adjon, amellyel az információs jelek intenzitása a minimális. Ennélfogva az irányítórendszer nagyon fontos kapcsolási eleme az erősítő, amely a vett jelek felerősítése által a további fokozatok részére a szükséges jelszintet megteremti.

Az erősítő-átalakító kimenő jelei megfelelő csatoló elemen keresztül lépnek be a helymeghatározó (célkoordinátor) fokozatba. Ez utóbbi egység, feldolgozva az erősítő-átalakítótól kapott jeleket, a kimeneten olyan jeleket ad, amelyek a rakétával kapcsolt koordináta-rendszerben a célnak a rakétához viszonyított tartózkodási helyét jelzik. A koordináta-rendszer (2. ábra) egymásra merőleges tengelyeit vizsgálva, szembeötlő, hogy a Z—X tengelyek a rakéta függőleges, az Y—X tengelyek pedig a rakéta vízszintes szimmetriasíkját határozzák meg.

A 2. ábrán feltüntetett esetben a cél vízszintes és függőleges irányban egyaránt eltér a rakéta szimmetriasíkjaitól. A helymeghatározó kimenetén most pozitív polaritásúak a jelek, és ez megfelel a céleltérés irányának, a jelek amplitúdója pedig az eltérési koordináták abszolút értékével, vagyis a ΔZ-vel és ΔY-nal arányos. A helymeghatározó kimenetén mutatkozó jeleket hibajeleknek nevezzük.

A hibajelek egy csatoló elem közbeiktatásával jutnak a vezérlőparancs kialakító fokozatba. A fokozat a hibajeleket szétválasztja a két kormánycsatornára. Ez azért szükséges, mert mint láttuk, a cél általános esetben a rakéta mindkét szimmetriasíkjától eltér.

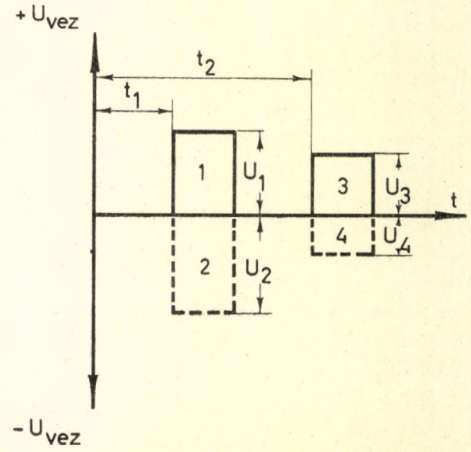
Avégből, hogy a rakéta tengelye a célra irányuljon, meg kell szüntetni mind a vízszintes szimmetriasíkhoz viszonyított ΔZ, mind a függőleges síkhoz viszonyított ΔY céleltérést. A ΔZ céleltérés megszüntetése a vízszintes, a ΔY-é pedig a függőleges kormányszervekkel történik, a hibajeleket eszerint választják szét a két kormánycsatornára.



2. ábra. A helymeghatározó fokozat kimenő jeleinek származtatása

A vezérlőparancs kialakító fokozat nemcsak ezt a szétválasztást végzi, hanem emellett a hibajelek polaritását is megkülönbözteti, azaz érzékelni tudja a ΔZ és a ΔY előjelét. Az előjel azt határozza meg, hogy az adott kormánycsatornában a kormánylap kitérítése milyen irányú legyen („fel-le" vagy „jobbra-balra").

Az ebben a fokozatban kialakított parancsjeleknek tehát olyanoknak kell lenniük, hogy a következő egységnek, a parancsvégrehajtó fokozatnak a működése egy-



3. ábra. A vezérlőparancs kialakító fokozat kimenő jelei

értelmű legyen. Másképpen szólva, a vízszintes kormánycsatorna csakis a ΔZ céleltérésnek, a függőleges kormánycsatorna pedig csakis a ΔY céleltérésnek megfelelő vezérlő parancsra léphet működésbe, s az adott csatornában a kormánylapokat is a jelek által meghatározott irányba kell kitéríteni.

Az elmondottak jobb megértése céljából nézzük meg közelebbről, hogy a vezérlőparancs kialakító fokozat az említett feladatot milyen módon teljesíti. A 3. ábrán a fokozat kimenő parancsjeleit feszültségimpulzusok formájában tüntettük fel. Az ábrázolt négy impulzus jellemzői teszik egyértelművé a képzett parancsok felhasználását.

Az *1* és a *2* feszültségimpulzusok egy kezdő (alap) időponthoz képest t_1 idővel késnek. A szóban forgó impulzusok a vízszintes kormánycsatornát működtetik, vagyis a ΔZ céleltérés eredményeként alakultak ki. A pozitív *1* impulzus a vízszintes kormánylapokat felfelé, a negatív *2* impulzus pedig lefelé téríti ki. A *3* és a *4* impulzusok késése a kezdő időponthoz viszonyítva t_2, és a függőleges kormánycsatorna működtetésére szolgálnak. Itt a pozitív *3* impulzus a függőleges kormánylapokat balra, a negatív *4* impulzus pedig jobbra fogja kitéríteni. Az impulzusok amplitúdóinak értékei (U_1, U_2, U_3 és U_4) a céleltérések (ΔZ és ΔY) nagyságától függnek és ezekkel arányosak.

Ezek szerint tehát a vezérlőparancs kialakító fokozat kimenő parancsjeleinek késleltetése (t_1 vagy t_2) határozza meg a kormánycsatornát, polaritása a kormánylapok kitérítésének irányát, végül amplitúdója a kitérítés szögértékét.

Az önirányító berendezés utolsó egységének, a parancsvégrehajtó fokozatnak a bemenetét egyeztetik a megfelelő fokozat kimenetével. Ez azt jelenti, hogy a vízszintes kormánycsatorna parancsvégrehajtó foko-

zata egyes-egyedül a t_1 késleltetésű, a függőleges kormánycsatornáé pedig csupán a t_2 késleltetésű feszültségimpulzusokat ereszti át a bemenetén. Ugyanez a berendezés az impulzusokat polaritás szerint osztályozza és a kormánylapokat megfelelő irányba téríti ki. A működési idő a jelamplitúdó nagyságától függvén, eszerint fognak a kormánylapok rövidebb-hosszabb ideig tartó folyamatban kisebb vagy nagyobb szögben elfordulni.

A kormánylapok kitérítésének hatására keletkezett aerodinamikai erők a rakétát tömegközéppontja (a 2. ábrán a *0* pont) körül vízszintes és függőleges síkban mindaddig elfordítják, amíg a rakéta hossztengelye nem esik egybe az *AC* egyenessel (2. ábra), vagyis amíg a cél a rakéta hossztengelyének irányába nem kerül.

Amint az *AC* egyenes már egybeesik a rakéta hossztengelyével, attól kezdve az érzékelő elem által vett információk alapján a célkoordinátor nem alakít ki hibajeleket. Ilyenformán az irányítóberendezés további fokozatain jelek nem lesznek, a kormánylapok kitérítése megszűnik, illetve ezek a semleges helyzetbe állnak vissza.

A cél újabb manőverekor az irányítórendszer a vázoltak szerint ismét működésbe lép, s így állandóan gondoskodik a mozgó-manőverező cél követéséről. Ez a folyamat mindaddig tart, amíg a rakéta a céllal nem találkozik.

TAKÁCS IMRE
alezredes

Műszaki gépek az erősen sugárszennyezett terepen

A romboló atomfegyverek egyik igen fontos hatása az ún. maradó sugárzás. Adott esetben az atomrobbanás után rövidebb-hosszabb időre nagy területek válhatnak sugárszennyezetté. Ha nagy a sugárszint, akkor az ember e területeken nem tartózkodhat és harctevékenységet sem fejthet ki. Más atomfegyverek: a sugárzó harcanyagok felhasználásával viszont meghatározott terepszakaszokat lehet lezárni oly módon, hogy erősen sugárszennyezett területeket hoznak létre.

E reális lehetőségek felismerésén alapul a törekvés olyan eszközök kifejlesztésére, amelyek segítségével a sugárszennyezett területeken való mozgás vagy a harctevékenység lehetővé válik. Ezeknek a területeknek földi vagy légi megkerülése ugyanis nem jelent teljes megoldást még akkor sem, ha ez semmilyen akadályba sem ütköznék.

Már közvetlenül az atomrobbanás után is feltétlenül szükséges a sugárszennyezett területekre behatolni. Ezt többek között az indokolja, hogy erről a területről a kevéssé rongálódott vagy üzemképes technikai eszközöket ki kell vontatni. Gondoskodni kell emellett a raktárak és más objektumok tűzvédelméről, a bennük levő anyagok és eszközök kiszállításáról, mentéséről. Meg kell tisztítani a mentéshez, az áthatoláshoz szükséges utakat, ezenkívül átjárókat kell készíteni.

Az erősen sugárszennyezett területekre járművekkel való behatolás és ott-tartózkodás kétféle módon oldható meg. Az egyik a vezetőfülkének sugárzásvédő anyaggal: ólommal burkolása. Ezt a megoldást azokon a gépeken alkalmazzák, amelyekkel a műszaki — főleg átjárónyitási — szakfeladatok zavartalan végzését kívánják lehetővé tenni. Az ólomburkolattal ellátott vezetőfülkés gépek azonban csak alacsonyabb sugárszinten folytathatnak tartós tevékenységet. E gépek hátránya az is, hogy a kezelők helyhez vannak kötve. A vezetőfülkét ugyanis a kezelők még rövid időre sem hagyhatják el, emiatt semmiféle külső munkát nem végezhetnek, tehát még olyat sem, amely a saját gépük karbantartásával vagy kisebb hibaelhárításával kapcsolatos, hogy az elvontatásra szoruló más gépek vagy harceszközök megsegítésére irányuló munkákról ne is szóljunk.

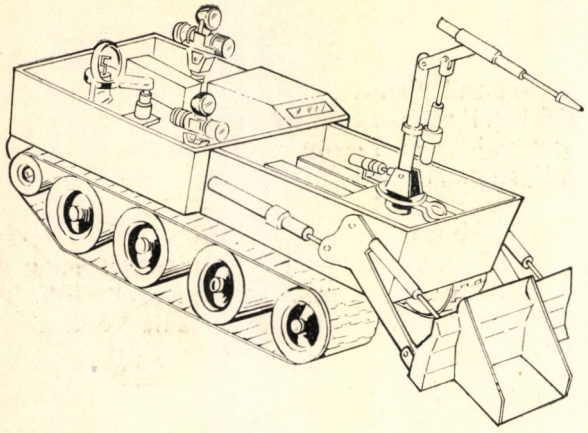
Egy másik lehetőség a kezelők nélküli technikai eszközök távirányítása, ill. távműködtetése az erősen sugárszennyezett terepszakaszokon. Itt a szóban forgó gépek rádióirányítással működnek, s így nem szükséges kezelőfülkékkel, sugárzásvédő árnyékolókkal ellátni őket. Ezen a módon lényeges súlycsökkentést lehet elérni.

A korszerű harceszközök iránti egyik legfontosabb követelmény ugyanis a viszonylag kis súly. A súlycsökkentés révén egyrészt megoldható a kétéltű kivitel, másrészt a légi szállíthatóság.

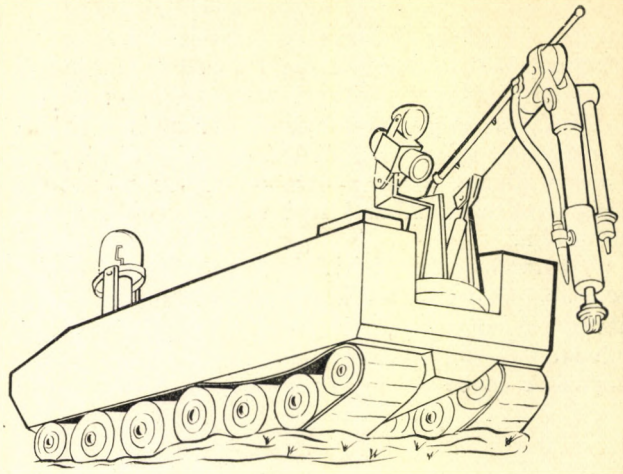
Az amerikai szárazföldi hadseregben már az ötvenes évek elején foglalkoztak páncélozott, távirányítással működtethető műszaki gépek (főleg bulldózerek) kísérleteivel. Az volt akkor a célkitűzés, hogy ezekkel a gépekkel erős ellenséges tűzben is lehessen bizonyos döntő fontosságú műszaki munkákat elvégeztetni. Az atomfegyverek hatásának értékelése a kísérletek irányát is megváltoztatta. Az alábbiakban az Egyesült Államok szárazföldi hadseregében kísérlet alatt álló rádió-távirányítású műszaki gépekről adunk rövid áttekintést, s néhány harcászat-műszaki adatuk, működésük és felhasználási lehetőségeik bemutatásával ismertetjük a kísérletek néhány eredményét.

Figyelmet érdemel a feladat megoldása, illetve kísérletei során tapasztalható komplex témavizsgálat. A feladathoz szükséges berendezések és géptípusok összefüggő és összehangolt fejlesztési munkáiról van itt szó, melyeket nyilvánvalóan egy átgondolt és előre elfogadott koncepció alapozott meg.

A rendelkezésre álló anyagból kitűnik, hogy a különleges műszaki feladatok megoldására szerkesztett gépeket lánctalpas járóműszerkezettel látják el; ez lehetővé teszi a terepen való mozgásukat és felhasználásukat. E



1. ábra. Az SLV *-típusú terepfelderítő és -tisztító gép*



3. ábra. Az UV*-típusú általános rendeltetésű gép*

gépek kiszolgálására és egyéb szállítási feladatok elvégzésére kerekes járószerkezetű eszközöket használnak.

Az említett lánctalpas járóműszerkezettel ellátott gépeket (1., 2., 3. és 4. ábra) olyan speciális eszközökkel (sugárzásmérők, távirányítású vezérlőberendezések, manipulátorok, világítóeszközök, kereső fényszórók, televíziós adók stb.) látják el, amelyek segítségével kezelők nélkül tudják feladataikat végrehajtani.

Ezek a gépek nemcsak az atomrobbanás utáni feladatok ellátására felelnek meg, hanem alkalmasak egyéb feladatokra is, pl. atomerőművekben fellépő üzemzavarok miatt keletkezett tüzek oltására stb.

A kerekes járműveket (5. és 6. ábra) egyrészt a kisegítő (ellátó) munkák elvégzésére, a lánctalpas járművek működésének biztosítására, másrészt mozgó irányító központokként tervezik felhasználni. Ezek a járművek rendszerint a meglevő utakon mozognak előre.

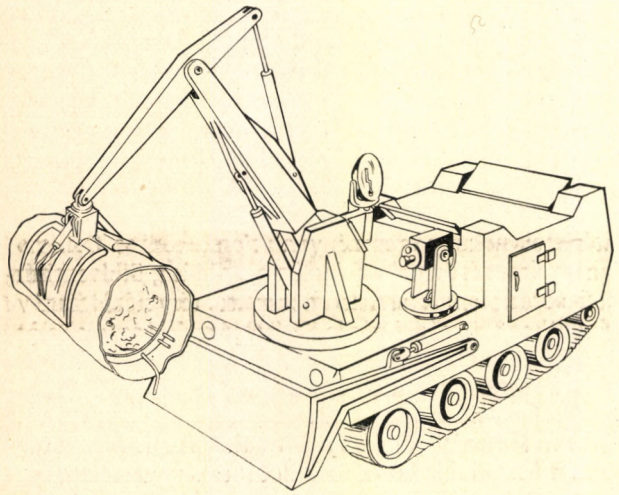
Az *SLV* típusú lánctalpas gép (1. ábra) a terep felderítésére és megtisztítására, a baleset vagy az üzemzavar helyéhez vezető legalkalmasabb út felkutatására, a segítő és mentőszolgálat ellátására, továbbá átjárók nyitására alkalmas. A gépet a földmunkák végzésére szolgáló különleges felszereléssel (tolólappal és a hozzá erősített merítőkanállal) látják el. Olyan berendezéssel is fel akarják szerelni, amely önműködően regisztrálja a sugárfelderítés adatait. Televíziós kamerái a látószervek szerepét töltik be: ezek teszik lehetővé a tökéletes távirányítást.

A 15 tonnás jármű 11,8 tonna vonóerőt képes kifejteni (5 tonnás ballaszttal a vonóerő 16 tonnára növekszik). A gép tűzoltásra is alkalmas. Erre a célra a rakfelületen automatikusan üzembe helyezhető 90 kp súlyú habképző tűzoltóanyagot tárolnak.

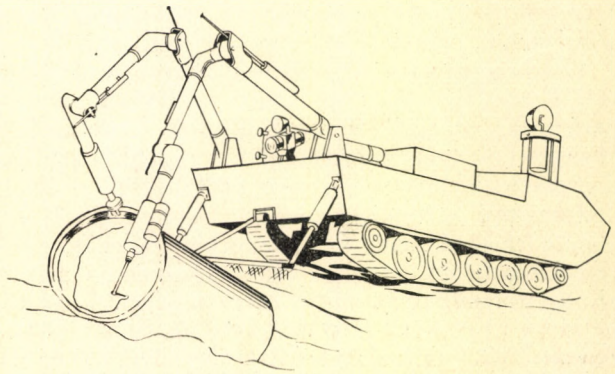
Az *LCV* jelű emelő- és szállítógép (2. ábra) 9 tonna terhet tud felemelni. Az emelőkart és a teher megfogására szolgáló berendezést forgózsámolyon helyezték el. Ezek a berendezések hidraulikus működtetésűek. Bulldózer felszerelése is van, amely egyrészt elő tudja segíteni a gép saját mozgását, másrészt különféle földmunkák elvégzését teszi lehetővé. A gép felső részén az emelő berendezés mellett olyan szállítóteret alakítottak ki, amelyben kisebb terheket vagy tűzoltó berendezést lehet elhelyezni.

Az *UV* típusú gép (3. ábra) általános rendeltetésű jármű, amelynek rendeltetése az *SLV* és *LCV* típusú gépek kiszolgálása. Ez az eszköz végzi a sugárszennyezett terepszakaszon tartózkodó gépek üzemanyag-ellátását az erre a célra készült töltőberendezés révén, nemkülönben a szükséges anyagok szállításával. Az *UV* jármű biztosítja emellett a munkahelyek és az irányító állomás közötti összeköttetést. Elejére és hátulja egy-egy televíziós kamera van felszerelve.

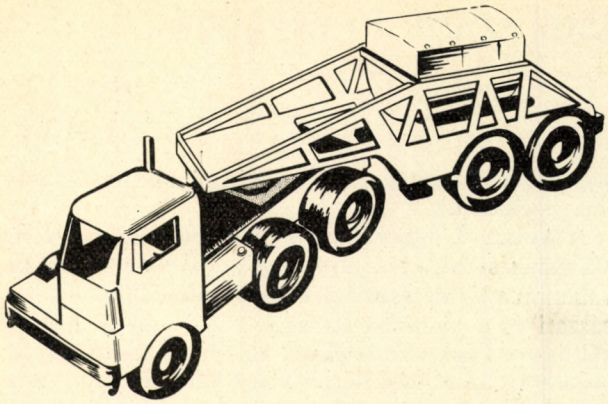
A *THV* típusú lánctalpas szállítójárművel (4. ábra) különféle sugárzó anyagokat szállítanak. Ez a jármű



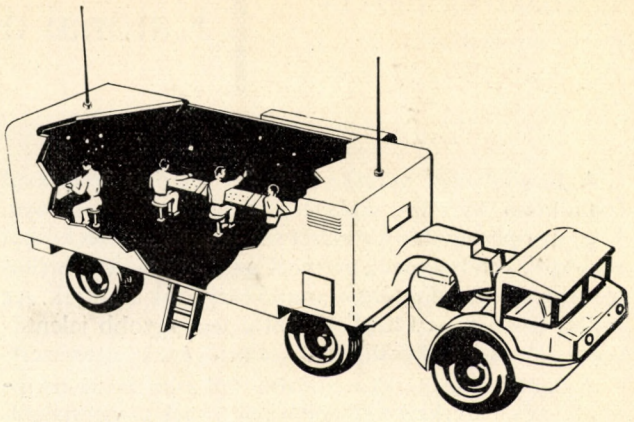
2. ábra. Az LCV*-típusú emelő- és szállítógép*



4. ábra. A THV*-típusú szállítójármű*



5. ábra. A CHV*-típusú szállítójármű*



6. ábra. A CCV*-típusú irányítóállomás*

az atomerőművek anyagmozgatási feladatait (sugárzó tárgyak és sugárzó anyagokat tartalmazó szállítótartályok szállítását) is célszerűen el tudja látni. Mély gázlók leküzdésére is alkalmas.

Az eddig ismertetett műszaki gépek vagy szállítójárművek mozgatása és munkavégzése bonyolult távirányító berendezések, a gépeken elhelyezett automatikus vezérlőberendezések, különleges elektromos, hidraulikus és mechanikus berendezések komplex, összehangolt működésén alapszik.

A *CHV* típusú kerekes szállítóeszköz (5. ábra), amelyet nyerges vontatóval továbbítanak, magas sugárszintű anyagok, eszközök és ezek alkatrészeinek a szállítására szolgál.

Valamennyi felsorolt gép távirányítása a *CCV*-gépjárműre szerelt mozgó irányító állomásról történik (6. ábra). Az állomás kéttengelyes utánfutójára szerelik fel a távirányításhoz szükséges elektromos, rádió és televízió berendezéseket. A jármű a benne helyet foglaló kezelőket megvédi a sugárzás ellen. A szükséges antennaberendezést, valamint az áramfejlesztő gépcsoportot külön utánfutóra szerelik fel.

Az irányító állomás hatótávolságára vonatkozó adatokat nem tették közzé. Hasonló berendezéssel bulldózert, amelynek munkaszerve függőleges kétirányú mozgást végez, 20—22 km távolságig tudtak már régebben is működtetni. Feltételezhető, hogy az ismertetett eszközök hatótávolsága ennek a többszöröse.

levélszekrény

A Haditechnikai Szemle szerkesztő bizottsága minden olyan cikknek helyt ad, amely beillik a folyóirat tematikus tervébe, és amelyet a bírálói vélemény közlésre megfelelőnek tart. Ajánlatos, ha a szerzők cikkük kidolgozása előtt közlik a szerkesztőséggel cikkírási szándékukat és a kézirat várható benyújtásának időpontját.

A kéziratokat megfelelő formában, két gépelt példányban a szerkesztőséghez (Bp. 114. Pf. 26. címre) kell beküldeni. A szerzők kérésére a szerkesztőség a kézirat formai kivitelére vonatkozó tájékoztatót küld.

A szerkesztőség fenntartja jogát a beküldött közlemények esetleges megrövidítésére és stiláris kiigazítására. A szerkesztőség a beküldött kéziratokat nem őrzi meg és nem adja vissza. A szerzők kérésére a szerkesztő bizottság engedélyezheti cikkük más katonai vagy polgári folyóiratban való teljes vagy részleges másodszori közlését. Ebben az esetben fel kell tüntetni, hogy a szóban forgó közlemény először a Haditechnikai Szemlében jelent meg.

STROMMER JÓZSEF
mérnök-százados

Katonai digitális számoló eszközök

A hadműveleti vezetés komplex automatizálásával foglalkozó katonai szakértők egyöntetű véleménye, hogy az operativitás növelését szolgáló vezetéstechnikai eszközök rendszerének gerincét az automatikus hírhálózaton kívül, a digitális számoló eszközök alkotják. Az utóbb említett eszközök között a legnagyobb jelentőségre az elektronikus digitális számítógépek tettek szert.

A digitális számoló eszközök felhasználásuk tekintetében és a szerkezeti felépítésben térnek el egymástól. A felhasználási terület szerint különböztetjük meg a számítást végző és a vezérlő számító eszközöket. Mivel minden számítógép valamiféle számítási műveletet végez, a szóban forgó kétfajta eszköz abban különbözik, hogy amíg az előbbiek eredményét számjegyes, azaz digitális formában használjuk fel, addig az utóbbiak zárt szabályozó körbe vagy nyílt vezérlő rendszerbe tartoznak. A mondott eszközöket szerkezeti felépítésük szerint is osztályozhatjuk, eszerint vannak *a)* mechanikus rendszerűek, pl. az asztali kézi számológépek; *b)* elektro-mechanikus rendszerűek, pl. a lyukkártyás szorzó-lyukasztó gépek; *c)* elektronikus rendszerűek, pl. digitális számítógépek, végül *d)* egyéb: pneumatikus, optikai stb. rendszerűek.

Már a csapatvezetés automatizálásának első fázisában megjelennek a digitális számítástechnika egyszerű mechanikus és elektro-mechanikus berendezései. Amikor a vezetési folyamatba, nevezetesen az információ-szerzés, -feldolgozás és -továbbítás folyamatába, az ember munkájának megkönnyítése és meggyorsítása céljából olyan digitális számoló eszközöket iktatunk, mint amilyenek pl. az asztali kézi számológépek, akkor kisgépesítésről beszélünk, az itt felhasznált eszközöket pedig kisgépesítési eszközöknek nevezzük.

Ezek az eszközök főleg a hadtáp feladatok nagy tömegű, aránylag egyszerű számolási műveleteinek gyors végrehajtására alkalmasak. A kézi feldolgozáshoz képest a mechanikus számológépek (Addo, Facit) háromszoros, az elektromechanikus számológépek (Soemptron, Cellatron) kb. nyolcszoros, az asztali elektronikus számológépek (Hunor, Soemptron) pedig mintegy húszszoros sebességű munkavégzést tesznek lehetővé.

A középgépesítésben további berendezésekkel találkozunk: a digitális gépi adatfeldolgozó eszközökkel. Ezek legfontosabb képviselői a könyvelő automaták, a számlázógépek, nemkülönben a lyukkártyás adatfeldolgozó gépek. Felhasználásuk folytán a törzsek szervezeti felépítésében már némi változtatásra van szükség. Az említett eszközöknek nagy a szerepe az egységek és a magasabbegységek ügyvitelének gépesítésében, a nyilvántartások vezetésében, az utalványok, az anyagelosztók és a napi kimutatások elkészítésében, továbbá egy sereg más hadtáp és pénzügyi munkában.

A nagygépesítés az eddig említett kis- és középgépesítési eszközökön kívül az elektronikus digitális számítógépeket is magában foglalja. A harcászati magasabbegységek és az ennél magasabb szintű törzsek munkáját a vezetési folyamatba iktatott számítógépek alapjaiban változtatják meg. A továbbiakban a különféle katonai célokra felhasznált számítógépeket részletesebben jellemezzük.

A korszerű háborúban a tömegpusztító fegyverek alkalmazásával, a csapatok nagy arányú manőverezése, valamint a légideszant eszközök bevetése folytán a harcászati és a hadműveleti helyzet gyorsan és hirtelen változhat. Ilyen körülmények között a parancsnoki állásokból kapott helyzetértékelések hamarosan elavulttá válnak. Ezért a csapatok vezetését magasabb szinten, úgyszintén a haditechnikai eszközök gyors automatikus irányítását csakis az elektronikus digitális számítógépek teszik lehetővé.

A katonai rendeltetésű elektronikus digitális számítógépeket feladataik jellege szerint három csoportra oszthatjuk.

a) Az első csoportba a *vezetés-logikai számítógépeket* soroljuk. Ezek a gépek hadműveleti (vezetés-logikai) feladatokat oldanak meg, amelyekre az a jellemző,hogy viszonylag kevés kiinduló adattal nagyon sok és bonyolult műveletet kell elvégezni, s a műveletek befejeztével kicsiny a felhasznált eredmények száma. A műveletek során gyakran fordulnak elő trigonometriai, valószínűségszámítási, valamint differenciál-geometriai feladatok.

b) A vezérlő számítógépek tartoznak a második csoportba. Az általuk megoldandó feladatok az önműködő szabályozással, ill. vezérléssel kapcsolatosak.

c) Az információs-logikai számítógépek alkotják a harmadik csoportot. Itt az elvégzendő feladatokra jellemző a sok kiinduló adat, amellyel néhány egyszerű műveletet: összeadást, szorzást, összehasonlítást kell elvégezni. A műveletek végrehajtása után nagyszámú adatot használnak fel.

Vezetés-logikai számítógépek

Ezek a berendezések, amelyeket a hadműveleti vezetési pontokon állítanak fel, igen sokféle számítási feladat megoldására alkalmasak. Ilyen feladatok közé tartoznak többek között a célobjektumok megsemmisítéséhez szükséges erőkre és eszközökre vonatkozó számvetések, úgyszintén azok a számítások, amelyekkel a korszerű tömegpusztító fegyverek várható hatásadatait állapítják meg.

Az ebbe a csoportba tartozó számítógépekkel ballisztikai számításokat, lőtáblázat-összeállításokat készítenek, értékelik az egyes fegyverek, sőt komplex fegyverrendszerek hatásosságát, hogy példaképpen csak néhányat soroljunk fel e berendezések sokféle felhasználásából.

A polgári célokra kialakított univerzális digitális számítógépektől nemcsak a különleges katonai feladatokban térnek el, hanem sokkal inkább az üzemi körülmények tekintetében. Az ilyen katonai számítógépeknek mozgékonyaknak kell lenniük, hogy a harcoló csapatokat a legkülönfélébb terepeken, a legnehezebb klimatikus viszonyok között is követni tudják. A mozgékonyság kis méretet és stabil működést kíván. Mindkét kö-

vetelményt kielégítik a félvezető áramköri elemek: tranzisztorok és diódák felhasználásával. A félvezető áramköri elemek a mechanikai igénybevételre alig, de a hőmérsékleti ingadozásokra meglehetősen érzékenyek. Mivel az aktív félvezető eszközök üzeme fűtőfeszültséget nem igényel, ezért nemcsak a mechanikai biztonság nő meg, hanem emellett csökken a tápforrás mérete és súlya is.

A korszerű vezetés-logikai számítógéptől 99,5–99,9% közötti üzembiztonságot és 90–95% közötti megbízhatóságot követelnek meg. Ez azt jelenti, hogy a megfelelő üzemi körülmények között dolgozó számítógép 100 üzemórájából 30–6 perc eshet a javításra ill. a karbantartásra, és 0,9–0,95 a valószínűsége annak,hogy ezt az állapotát huzamosabb ideig tartani fogja. Ezeket a követelményeket a mikromodul-rendszerű és integrált áramkörös építési mód kielégíti. Ezáltal tovább csökken az energiafogyasztás, és a méretek még kisebbek lesznek, vagyis a mozgékonyság tetemesen megnő.

Az elvégzendő feladatok jellegétől függ a felhasznált számítógép, úgyszintén a kiszolgáló és a segédberendezések terjedelme. A harcászati magasabbegység számítógépét és az említett berendezéseket pl. egy 1,5 tonnás tehergépkocsival lehet továbbítani, a seregtest számítógépe pedig már esetleg egy 5 – 6 tonnás nyergesvontató szállítmánya. Természetesen az utóbbiak mozgékonysága is nagy fontosságú; szállító eszközeiktől megkövetelik legalább a közepes vontatási sebesség elérését.

A vezetés-logikai elektronikus digitális számítógépeket az autonóm működés biztosítása céljából önálló tápegységekkel kell ellátni; ezek aggregátokból és akkumulátorokból állnak. A tápegységek feszültségét megfelelő módon stabilizálni kell. Említésre méltó, hogy maga a számítógép a szolgáltatott teljesítménynek csak kisebb részét köti le. Az energia legnagyobb fogyasztói a klimatizációs, a kisegítő és a híradó berendezések.

A szóban forgó számítógépek által végzendő feladatokban: a hadműveleti helyzet gyors értékelésében, az atomcsapások helyének gyors kiszámításában stb. nagy műveleti sebességek szükségesek. Másodpercenként 50 000 – 100 000 szorzást vagy néhány százezer összeadást kell elvégezniük. Erre csak a párhuzamos felépítésű, aszinkron működésű digitális számítógépekkel lehet vállalkozni. Ami emlékezőegységük befogadó képességét illeti, a felhasználástól függően 70 000–200 000, 10^8 nagyságrendű tízes számrendszerbeli szám tárolására van szükség. A számítógép be- és kimeneti (perifériális) egységeinek közvetlenül kell kapcsolódniuk a hírrendszerhez, de a jelek helyi be- és kiadását is lehetővé kell tenniük.

Több vezetés-logikai számítógépet komplex rendszerben lehet egyesíteni. A számítógép-rendszer feladata az információk gyűjtése és értékelése a harccsoporttól a hadseregig. Evégett a rendszer egyes számítógépeit az információforrásokkal és egymással távíró- és telefonvonalak, valamint különleges híradó eszközök kötik össze.

Vezérlő számítógépek

Az eddigiekben tárgyalt számítógépektől lényegesen különböznek azok az eszközök, amelyek főként a légierők és a légvédelem területén használatosak különféle automatikus szabályozó és vezérlő rendszerekben. Ilyen vezérlő számítógépeket használnak a vadászgépek és a légvédelmi rakéták célba vezetésére, a légvédelmi csapatok irányításának automatizálására, a rádiólokátorok adatainak automatikus összegyűjtésére és feldolgozására stb.

A vezérlő számítógépek különleges felépítésűek, többnyire egy megadott feladatra kialakított céleszközök. Szerepük lehet a szó szoros értelmében vett vezérlés (programvezérlés), félautomatikus és teljesen automatikus szabályozás.

Így pl. programvezérlést végez az a fedélzeti számítógép, amely az emlékező egységébe tárolt program alapján a pilótanélküli eszközt (repülőgépet, szárnyas lövedéket) a megadott célobjektum fölé irányítja, majd miután a repülőtest harci feladatát elvégezte, a számítógép felderítés céljából a program szerint egy másik terület fölé vezeti, végül pedig egy meghatározott helyen leszállítja. Ez a számítógép teljesen figyelmen kívül hagyja azokat a változásokat, amelyek a légtér állapotában esetleg időközben beálltak.

Félautomatikus üzemben a számítógép a különféle fedélzeti mérőelemek jelzéseit: pl. a légsűrűség vagy a szélirány változását stb. figyelembe veszi, és az eredetileg betáplált programot ennek megfelelően módosítja. Automatikus üzemben a számítógép teljesen önállóan működik, s maga határozza meg a célbavezetéshez szükséges adatokat.

Mivel a vezérlő számítógépek a bennük kidolgozott adatokat többnyire analóg működésű szerveknek, pl. kormányműnek, antennának, lövegnek stb. adják tovább, ezért a digitális adatokat analóg, folytonos jelekké kell átalakítani. Ugyanakkor azonban a szóban forgó analóg működésű szervek is szolgáltatnak adatokat a számítógép számára, amelyeket viszont digitális jelekké kell formálni. A vezérlő számítógépek tehát perifériális átalakítókkal (analóg-digitális, illetve digitális-analóg konverter) csatlakoznak a vezérelt berendezéshez, ilyen átalakítók révén vannak kapcsolatban a környezettel.

Információs–logikai számítógépek

Ezeket a gépeket az adatfeldolgozó központokban, a hadtápvezetési pontokon és különféle bázisokon állítják fel. Feladatkörüket néhány példán jellemezhetjük: ide tartozik a személyi állomány és az anyagi eszközök nyilvántartása, továbbá a csapatok anyagi és technikai ellátási terveinek a kidolgozása. Ilyen gépeket használnak egyes rejtjelezési és rejtjelfejtési munkákra, úgyszintén különféle katonai programok optimális változatainak megkeresésére és még sok más feladat megoldására.

Ami e számítógépek felépítését illeti, ebben a polgári adatfeldolgozó gépekhez hasonlítanak. Egyébként – ugyanúgy mint a vezetés-logikai gépeknél láttuk – itt is szükség van a berendezés nagy mozgékonyságára.

Az adatfeldolgozás gyorsaságát részben a számítógép műveleti sebessége határozza meg, de csak akkor, ha a program, a megoldandó feladat teljesen elfér az operatív (vagyis a leggyorsabb működésű) memóriában. Ha ez a feltétel nem teljesül, akkor a gép újabb információkért a lassú bemenő berendezésekhez kénytelen fordulni, ezért a feldolgozás sebessége attól függ, hogy a

gép milyen sűrűn fordul a perifériális berendezésekhez vagy pedig hány ilyen berendezés csatlakozik a géphez.

Ha az információs-logikai számítógép a mai vezetés-logikai gépek többségéhez hasonlóan a kettes számrendszerben dolgozna, akkor a számítógépen a feladat megoldási idejének nagy részét a jelentékeny mennyiségű információ átalakítása foglalná le, nevezetesen a betáplálásakor átmenet a tízesből a kettes számrendszerbe, az eredmény kiírásakor pedig fordítva. Ezáltal a számítógép gyors működésű aritmetikai egysége sokat állna, tehát nem lenne kellőképpen kihasználva, emellett a memória kapacitás sem lenne elegendő. Ehhez még hozzájárul az is, hogy a kis- és a közepes teljesítményű perifériális egységek hátráltatnák a feladat megoldását, az adatfeldolgozást.

Éppen ezért fontos követelmény, hogy az információs-logikai számítógép műveletvégző egysége a tízes számrendszerben dolgozzék. A feladatok jellegénél fogva itt igen nagy memóriakapacitásra van szükség. Ez idő szerint ezeken a gépeken leginkább a mágnesszalagos emlékező egységeket használják. Előnyös vonásuk, hogy kapacitásukat a szalagok hosszának és számának növelésével korlátlanul növelni lehet. Hátrányuk, hogy sorrendi elérésűek, vagyis a várakozási idő (az adat levételi idő) a szalagon levő információ helyétől függ, továbbá a memóriakapacitás növelésével megnő a várakozási idő. Ezt az időt a mágnesszalag berendezések párhuzamos működtetésével csökkenteni lehet, de ezáltal a gép bonyolultabbá válik. Újabban nagyobb tárolási kapacitást sikerült a mágnestárcsás emlékező egységekkel elérni. Az ilyen típusú memóriák várakozási ideje kisebb.

Az információs-logikai számítógépek a műveleti sebesség tekintetében is mások, mint a vezetés-logikai gépek. Itt nem szükséges, hogy ez a sebesség lényegesen meghaladja a másodpercenkenti 10 000 műveletet. Az információ-feldolgozást ezen a műveleti sebességen valójában a perifériális egységek határozzák meg. Sokkal fontosabb, hogy a számítógépnek minél több gyors beviteli és kiviteli berendezése legyen. Szükség van ezeken kívül 10—30 párhuzamosan és egymástól függetlenül működő kézi adatbevivő egységre is. Mivel a hátországi természetű munkákban a jelentéseket és a tájékoztatásokat automatizált vezetésnél lyukaszalagon (távírógépen) és lyukkártyán továbbítják, ezért itt igen fontos, hogy megbízható lyukszalagos és lyukkártyás beviteli egységeket állítsanak üzembe.

Az adatfeldolgozó központoknak gyakran kell összesítő jellegű kimutatásokat szolgáltatniuk. Erre a feladatra a számítógép többi egységétől függetlenül működő kimutatási-nyomtató egység beiktatása szükséges. Segítségével a központi vezérlő asztalról irányítva az adott jelkombináció szerint információt lehet azokról a mágnesszalagokról kiválogatni, amelyek nem vesznek részt a program végrehajtásában.

Az ismertetett katonai elektronikus digitális számítógépeket a legkorszerűbb áramköri elemekkel építik meg. Többek között a vezetés-logikai és az információs-logikai számítógépek emlékező egységeiben az új félvezető eszközök mellett megtalálhatók a transzfluxorok, a ferritlemezek, a mágneshártyák, a tvisztorok, a kriotronok, nemkülönben a paraméteres elemek. A vezérlő számítógépek konstrukciójában különösen fontos a kis térfogat és a kis súly. Ezért pl. a fedélzeti számítógépeken a mikrominiatűr és az integrált elemek nagyon elterjedtek.

A katonai digitális számítógépek igen gyorsan fejlődnek, s nem fér hozzá kétség, hogy a nem is távoli jövőben olyan területeken hódítanak tért, ahol ma még felhasználásuk elképzelhetetlennek tűnik.

NAGY ISTVÁN GYÖRGY
okl. gépészmérnök

Űrhaditechnikai eszközök újabb tervei Amerikában

Az utóbbi évtized folyamán a katonai folyóiratok már nem egyszer számoltak be azokról az amerikai tervekről, amelyek különféle űrhaditechnikai eszközök kialakítását tűzik ki célul. Ezek főbb típusait, főképpen a felderítő mesterséges holdakat már az ötvenes évek végén fejleszteni kezdték, és 1960-ban az első *Midas*-kísérletekre is sor került. Azóta egyre nagyobb számban kerültek pályára olyan amerikai űreszközök, amelyek akár közvetlenül, akár közvetve katonai célokat szolgálnak.

A következőkben két újabb elképzelésről számolunk be. Az egyik a légihaderő *MOL*-terve, amelynek keretében katonai célú pilótavezette űrhajók vagy még pontosabban szólva: űrállomások indítását tervezik. Az elnevezés: a *M*anned *O*rbiting *L*aboratory (személyzettel ellátott, a Föld körül keringő laboratórium) némileg félrevezető, hiszen az űrállomáson tartózkodó személyzet feladata nem annyira laboratóriumi kísérletek, mint inkább katonai feladatok végrehajtása. Az első rendeltetésszerű *MOL*-t 1969-ben szándékoznak elindítani.

A terv katonai jellegét maguk az amerikaiak sem rejtik véka alá. Folyóirataik beszámolnak arról, hogy a *MOL*-űrállomások alkalmasak lesznek arra, hogy személyzetük felderítést végezzen, rakétatámaszpontokat, tengeralattjárókat és más földi objektumokat figyeljen meg. A *MOL*-ra újszerű feladat várna az ellenfél mesterséges holdjainak elhárításában. Ez a tevékenység nem szorítkozna a felderítésre és a megfigyelésre. Az űrállomás feladata lenne az idegen űreszköz megsemmisítése vagy üzemképtelenné tétele is.

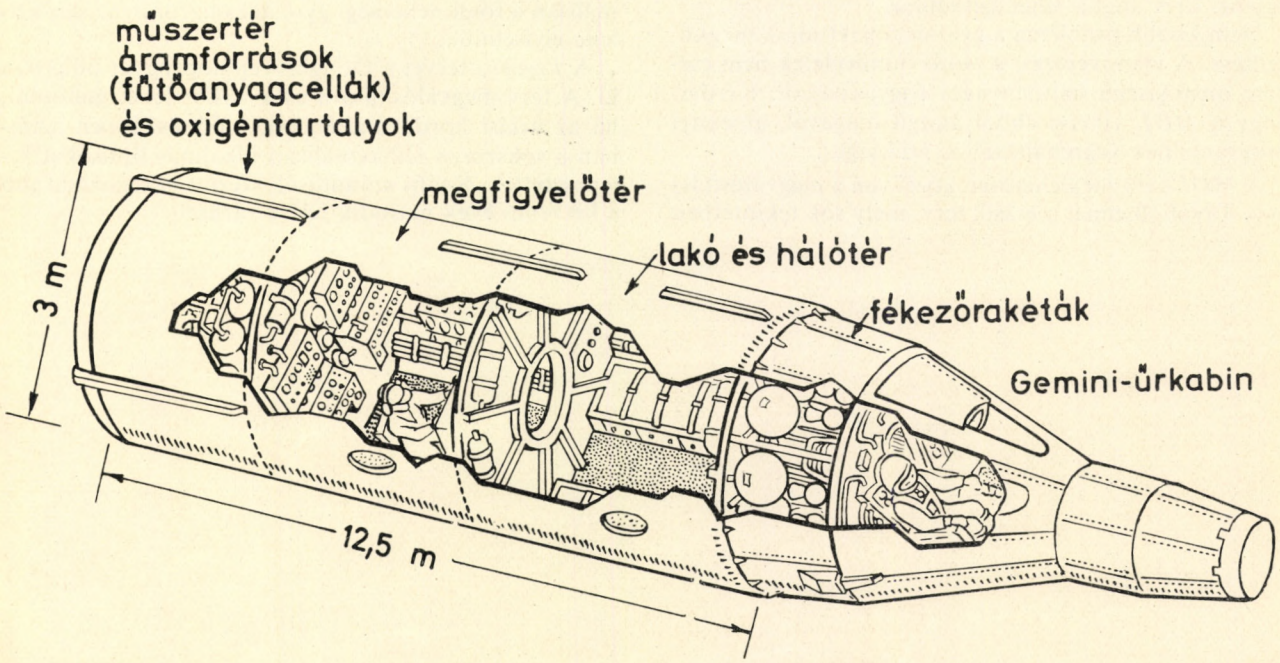
A *MOL*-terv szorosan kapcsolódik az ismert *Gemini*-programhoz. Az utóbbi területen végzett kísérletek nemcsak az amerikaiak Hold-űrhajójának kialakítását készítik elő, hanem ezeket a kísérleteket a *MOL*-terv nyitányának is tekinthetjük. A jelenleg kiképzés alatt álló amerikai űrpilóták közül kerül majd ki a *MOL* személyzete.

Maga az űrállomás (1. ábra) 3 méter átmérőjű, 12,5 méter hosszú hengerformájú test. A belső munka- és lakóhelyiségek összesen mintegy 10 köbméter térfogatúak. A testhez módosított *Gemini*-űrhajó csatlakozik. A manőverező műveleteket a *Gemini*-egység hajtóműve és segédrakétái felhasználásával hajtják végre. A tervek szerint a két tagból álló személyzet 30 napig tartózkodik az űrállomáson. Feladata végeztével a Gemini-egységbe száll át; ez leválasztva a *MOL*-ról visszatér a Földre. Az új személyzet egy másik *Gemini*-vel közelíti meg az űrállomást. A randevúműveletek után a *Gemini*-egységet összekapcsolják a *MOL*-lal, amelyet a váltószemélyzet elfoglal. Tanulmányozzák annak a lehetőségét is, hogy a váltás 60–90 naponként történjék.

A munka- és lakóhelyiségek tökéletesen hermetizáltak, s a személyzet munkáját különleges öltözék nélkül, vagy mint az űrhajósok mondani szokták: ingujjban intézheti. Az űrruhát a személyzet csak akkor ölti fel ismét, amikor a *Gemini*-egységben a Földre visszatér.

A *MOL*-felderítő eszközei részint különleges nagy gyújtótávolságú kamerákból állnak, részint a híradás- és lokátortechnikai berendezéseket megfigyelő rádiófelszerelésből. Ez utóbbi a megfigyeléseket magnetofonszerű berendezéssel rögzíti; az űrállomás személyzete ennek alapján végezheti el a felderített adóberendezések jeleinek elemzését.

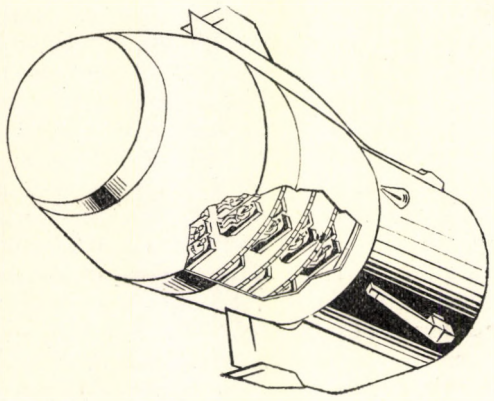
Az ellenfél űreszközeinek alaposabb felderítése és esetleges leküzdése céljából a gyanús objektumokat a *MOL* manőverezéssel közelítené meg. Vannak olyan



1. ábra. A MOL *vázlatos elrendezése*

elképzelések is, hogy közelbe kerülve a *MOL* személyzetének egyik tagja űrsétával szemrevételezné a megvizsgálandó idegen űreszközt. Talán az sem különösen bonyolult feladat, hogy a *MOL* embere a gyanúba vett mesterséges holdat megrongálja, így például fotoberendezését vagy rádióadóját hasznavehetetlenné tegye.

Persze mindez nem is olyan egyszerű feladat, s ezt a *MOL*-terv egyes amerikai bírálói erősen hangsúlyozzák. Jelentős nehézséget okoz, hogy már ma is a Föld



2. ábra. A Pegasus-*szállítórakéta*

körül több száz olyan test: mesterséges hold, hordozórakéta-alkatrész stb. kering, amely az utóbbi években került ki a világűrbe. Ezek száma rohamosan növekszik; folyamatos ellenőrzésük, pályáik meghatározása egyre szerteágazóbb feladatot ró a földi megfigyelő hálózatokra. Mire az első *MOL*-űrállomások megkezdik működésüket, már néhány ezer emberalkotta test kering majd földkörüli pályán.

A *MOL* vagy a hozzá hasonló űrállomás a számára előírt programot csak akkor tudná maradéktalanul teljesíteni, ha a földi rendszertől a világűrben tartózkodó objektumok teljes, „naprakész állapotú" jegyzékét megkaphatná, természetesen a pontos pályaadatokkal együtt. Erre aligha lehet számítani.

Nem kisebb probléma a gyanus objektumok megközelítése. A manőverezés, a randevúműveletek nem csekély mennyiségű hajtóanyagot fogyasztanak. Kérdés, hogy a *MOL* vihet-e ebből annyit magával, amennyi programjának végrehajtásához szükséges.

A *MOL*-terv meglehetősen közel van a megvalósításhoz. Távolibb ennél a másik terv, mely sok tekintetben összefügg a Hold meghódításával. A Hold-program ugyanis együtt jár olyan berendezések: óriásrakéták megépítésével, amelyek változott formában földi célokra is felhasználhatók. Ilyen az az elképzelés, amelyet az amerikaiak a mitológia szárnyas paripájáról *Pegasus*-tervnek neveztek el.

Ez a terv globális szállítórakéta megépítését célozza, amelynek segítségével katonai egységek a kontinensek között igen gyorsan átdobhatók lennének. A *Pegasus*-rakéták húszszor olyan nagy sebességgel szállítanák utasaikat, mint a mai sugárhajtású repülőgépek, s hetedrész annyi idő alatt, mint a tervezett hiperszónikus szállítógépek.

Nem fér hozzá kétség, hogy ugyanazok a technikai eszközök, amelyek az embert földünk útitársára, mintegy négyszázezer kilométer távolságra juttatják el, sokkal könnyebben és biztonságosabban szállíthatnak utasokat húszezer kilométerre, a legnagyobb földi távolságra. Vegyük mindehhez még hozzá, hogy pályájának nagyobb részét a rakéta a légkör sűrűbb rétegei fölött, gyakorlatilag űrviszonyok között teszi meg, s így nem jelentkeznek azok a problémák – pl. az aerodinamikai felhevülés, a hangrobbanás stb. –, melyek a szuperszonikus repülőgépek üzemében elkerülhetetlenül fellépnek. A Holdra tervezett utazások előkészítése folyamán kidolgozzák azokat a hajtóműveket, irányító berendezéseket, szerkezeti elemeket, úgyszintén a rakéták manőverezésének és épségben való leszállításának különféle módszereit, amelyek a földi pontok között közlekedő rakéták számára szükségesek.

A *Pegasus*-tervben sokszorosan felhasználható egyfokozatú rakétahajtómű szolgálna a jármű mozgatására. A szerkezet függőlegesen startolna, és alkalmas lenne arra, hogy akár a tengerre, akár a szárazföld bármely pontjára szálljon le. Az elképzelések szerint 170 főnyi legénység és 18 tonna rakomány célbajuttatására lenne alkalmas. A hatalmas méretű űrjármű (2. ábra) hossza 35 méter, átmérője 15 méter lenne, indulási tolóereje megközelítené a 2000 tonnát. Említésre méltó, hogy induláskor és visszatéréskor az utasoknak maximálisan a földi nehézségi gyorsulás háromszorosát kellene elviselniük.

A *Pegasus*-tervet a Douglas-repülőgépgyár dolgozza ki. A terv megvalósítására csak akkor lehet gondolni, ha az óriási hordozórakétákat, különösképpen azonban a sokszoros felhasználásra alkalmas típusokat kifejlesztették. Reális számítások szerint ez leghamarabb a hetvenes évek második felére várható.

A TIT hadtudományi szakosztályainak életéből

A TIT Országos Elnöksége csaknem két évvel ezelőtt határozta el a Hadtudományi Választmány, továbbá a budapesti és a megyei szervezetek keretében működő hadtudományi szakosztályok megalakítását. Ez a döntés időszerű volt, hiszen a hadtudományi kérdések iránt világszerte nagy az érdeklődés, s a tudomány hatalmas méretű fejlődése eredményeként nemcsak a termelésben játszódtak le nagy változások, hanem a hadászatban is forradalmi fejlődés tanúi vagyunk.

A rakéta-atomfegyver, a rádió-elektronikai eszközök és más korszerű fegyverek forradalmasították a hadművészetet, új fegyvernemek jelentek meg. Mindez indokolja, hogy a legszélesebb tömegek megismerkedjenek a korszerű háború kérdéseivel, a haditechnika fejlődésének irányzataival.

A Hadtudományi Választmány megalakulását követően a hadtudományi ismeretterjesztés rövid időn belül országos méreteket öltött. Öt megye kivételével ma már mindenütt működnek a hadtudományi ismeretterjesztés szervezetei.

A megyei szakosztályok gyors megszervezését elősegítette, hogy a helyi katonai alakulatok politikai tisztjei és a hadtudományi ismeretterjesztés önkéntes munkatársai az ország több pontján összefogtak és megalakították a megyei szervezeteket.

A Hadtudományi Választmány egyéves működése után, 1966 májusában már Budapesten és 14 megyében működött hadtudományi szakosztály, összesen 306 taggal, akiknek zöme, 280 fő a fegyveres testületek tagja. Az ismeretterjesztő munkában mellettük tartalékos tisztek is részt vesznek, sőt közülük többen a vezetőségekben is helyet kaptak.

A TIT hadtudományi szakosztályainak tagjai többségükben jól képzett előadók: 98-an katonai akadémiát, 63-an egyetemet, 33-an egyéb főiskolát, 95-en pedig tisztiiskolát végeztek. A megalakulástól 1966. március 31-ig 280 hadtudományi előadás hangzott el, a hallgatók száma 16 763 volt.

A szakosztályok általában négy szakcsoportban működnek: a katonapolitikai, a hadművészeti, a haditechnikai és a hadtörténeti csoportokban. A helyi adottságoktól függően azonban csak azokat a csoportokat alakították meg, amelyekhez megfelelő képzettségű előadók álltak rendelkezésre.

Az elért örvendetesen gyors és hatékony eredmények ellenére a hadtudományi ismeretterjesztés mindaddig nem lesz teljes, amíg mindenütt meg nem szervezik valamennyi szakcsoportot. Budapestről kiküldött előadókkal nem lehet megoldani valamennyi feladatot; szükség van fiatal mérnökök, technikusok, történészek bátor bevonására.

Az eddigi tapasztalatok szerint igen fontos feladat a hadtudományi előadások szemléltető eszközeinek biztosítása. Az előadásoknak kapcsolódniuk kell az egyre szaporodó hadtudományi könyvekhez, amelyek azonban a fővárosból nem mindig jutnak el a megyei, a járási, de még a helyőrségi könyvtárakhoz sem. Mind a tematika összeállítása, mind a hallgatóság érdeklődésének felkeltése szempontjából szükséges, hogy az űrkutatástól a hadtörténetig változatos könyv- és sajtóanyag álljon rendelkezésre. A hadtörténész-csoportok például gazdag anyagot találhatnak a Hadtörténeti Közleményekben, amely tanulmányain kívül bibliográfiákkal is támogatja az előadókat.

Most hasonló szerep vár az újonnan megindult Haditechnikai Szemlére is. Az új folyóiratban megjelenő cikkek és egyéb információs anyagok a TIT-előadók tájékoztatását jelentékeny mértékben elősegíthetik. A Haditechnikai Szemle éppen ezáltal hozzájárulhat ahhoz, hogy a haditechnikai szakcsoportok azokban a megyékben is megalakulhassanak és eredményesen működhessenek, ahol eddig erre nem volt lehetőség.

A Haditechnikai Szemle a jövőben rendszeresen beszámol a TIT Hadtudomány Választmányának és szakosztályainak működéséről.

Ötven évvel ezelőtt

„Fantasztikus elképzelések a haditechnikában"

A háború a haditechnikát új, nagy feladatok elé állította és belföldön is, külföldön is számos szakember és laikus feltalálót mozgósított. A műszaki újítások között nem egy irreális elképzelés lát napvilágot. A feltalálók fantáziáját különösképpen a járművek drót nélküli irányítása izgatja. E feladat megvalósíthatóságát néhány, rövid menetszakaszon végzett kísérlet alapján sokan már bizonyítottnak látták. Az a vélemény alakult ki, hogy ez a módszer néhány év alatt olyan mértékben fejlődik tovább, hogy a jövő háborúját a drót nélküli irányítás döntheti majd el. Gyors egymásutánban mind újabb találmányok jelennek meg, amelyek távirányított gépkocsival, repülőgéppel, léghajóval, vonattal, torpedóval foglalkoznak.

Az említett eszközök hívei utalnak a motorcsónakkal és gépkocsival végrehajtott kísérletek eredményeire, de megfeledkeznek azokról a feltételekről, amelyekre szükség van ahhoz, hogy ezekből a járművekből harceszköz is váljék.

A távirányítású jármű első követelménye a jól belátható útvonal. E tekintetben a legmegfelelőbbnek látszik az olyan motorcsónak, amely hullámzás- és akadálymentes vízfelületen halad. Hogyan lehet azonban egy nehéz páncélkocsit az ellenséges vonalakhoz küldeni, amikor az irányító személy a terepegyenetlenségek miatt nem láthatja az egész útvonalat?

A másik követelmény abban foglalható össze, hogy a járműnek magával kell vinnie az irányító rendszer működtetéséhez szükséges áramfejlesztő berendezést, amely érzékenysége folytán harctéri körülmények között kevéssé felel meg.

A laikus éppen ezt a feltételt hagyja figyelmen kívül, és azt hiszi, hogy a levegőn keresztül továbbított áram olyan erős, hogy a járműveket más segédberendezések nélkül irányítani tudja. A drót nélküli távbeszélőhöz elegendő a gyengeáram, a vezető nélküli jármű irányításához azonban drót nélkül vezetett erősáramra lenne szükség, amely ismeretes módon a vele érintkező élőlényekre – tehát *mindkét* szembenálló félre – halálos hatású. A vezető nélküli repülőgépek és léghajók tervezésén fáradozó feltalálók általában nem ismerik a különböző légáramlatokat, nem is beszélve arról, hogy drót nélkül látó szemre lenne szükség, azzal a feladattal, hogy egy fényképezőgépet a megfelelő cél felett megfelelő pillanatban kioldjon.

Az eddig szóba került távirányítású járművek csupán technikai játékoknak, kiállítási tárgyaknak tekinthetők, amelyeknek nincs helyük a haditechnikában.

(A Kriegstechnische Zeitschrift 1916. évi 5–6. számából.)

haditechnikai tájékoztató

Az Unimog család új tagja: a 416-os típusú terepjáró

A 416-os *Unimog* terepjárót a 406-os típusból alakították ki. Az *Unimog*-család konstrukciós elveinek megfelelően a cél itt is jó súlyelosztású, összkerékhajtású, mellső és hátsó differenciálzárral ellátott, „lelépcsőzött" kerékáttételes, merevtengelyes, több célra felhasználható jármű kialakítása volt.

Az új típust kétféle alvázhosszal gyártják, *4350* és *4830* mm méretben. A rövidalvázú jármű nyergesvontatóként és munkagépként, a hosszabbított alvázú pedig terjedelmes különleges eszközök szállítására alkalmas. A rakfelület – hasonlóan a katonai „S" típushoz – 2×3 méteres.

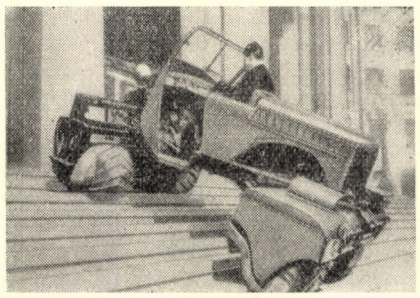
A járműbe az *OM 352* jelzésű Mercedes-Benz Diesel-motort építették be. A hathengeres, soros motor teljesítménye percenkénti 2800 fordulatszámon 80 LE, maximális nyomatéka 23,5 mkp 2000 ford/min-on. A motor össztérfogata 5,67 liter, sűrítési viszonya 17,5:1. Erőátvitel tengelykapcsolója egytárcsás, száraz; 6+2 fokozatú szinkronváltója van. A jármű rugózására tekercs-

rugók szolgálnak, a lengéscsillapítók teleszkopikusak. A vezető kímélése céljából hidraulikus-légszervokormányt építettek be. Fékrendszere hidraulikus–légszervo. A vontatmány légfékkel fékezhető.

Hengerköpenyes jármű

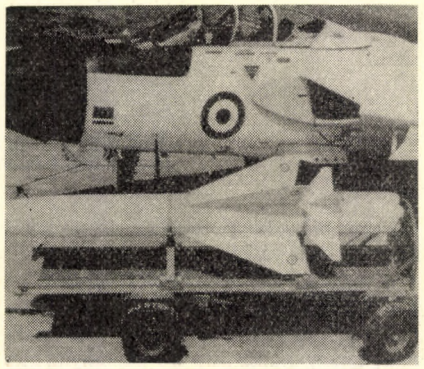
Különleges terepjáróképességű járművet vizsgálnak egy ideje a Szovjetunióban. A felszínnel nagy felületen érintkező hengerköpeny és annak alacsony légnyomása olyan jármű képét mutatja, amely rendkívül kis terhelhetőségű talajon is könnyűszerrel halad, és bonyolult akadályokat képes leküzdeni. A képek homokhegy és lépcső megmászása közben szemléltetik a hengerköpenyekkel felszerelt kísérleti járművet. A különleges jármű hóval fedett, homokos, mocsaras terepen éppen úgy alkalmas a teher-

szállításra, mint műúton. A hengerekben uralkodó nyomás szabályozásával – a leküzdendő terep vagy közlekedési út jellegének megfelelően – a legkedvezebb talajnyomás értéke állítható be.



A Martel-rakéta

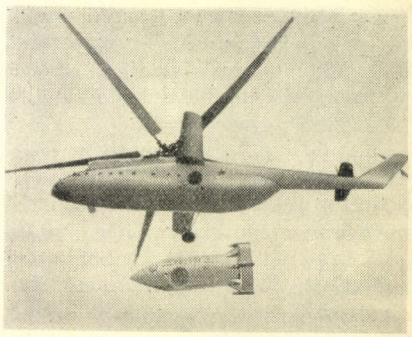
Az angol Hawker–Siddeley Dynamics és a francia MATRA cégek együttműködésben hozták létre az *AS–37 Martel* rakétát, a levegőből felszíni célok ellen irányított lövedékek második nemzedékének egyik képviselőjét. Két változatát fejlesztették ki, amelyek irányítási rendszerükben térnek el egymástól. A rádiólokátor-zavaró változat „mindenidőbeni" támadásra alkalmas, igen széles frekvenciatartományban működik és különféle elektromágneses sugárforrásokleküzdésére használható. Az *AJ–186* jelzésű, „televíziós" változat önmagát vezérli a cél



irányába, majd a célirányítás végső szakaszában az indító repülőgép pilótája vezérli nagy pontossággal a gép fedélzetéről. A *Jaguar*, a *Mirage III*, az angol *Phantom F–4K* és *F–4M* típusú repülőgépek fegyverzeteként akarják rendszeresíteni. A 3,3 m hosszú rakéta törzse 400 mm átmérőjű, hatótávolsága 100 km. Atomtöltetű robbanófejjel is szerelhető. Szilárd hajtóanyagú rakétája 80–100 másodpercig működik.

A Mi–6 nehéz szállítóhelikopter

A szovjet helikopter-család kiemelkedő tagja a *Mi–6*, amelyet két, egyenként 5500 LE teljesítményű gázturbinával szereltek fel. Nagyméretű szállítóterében 80–100 személyt képes elszállítani 635 km távolságra. Legnagyobb repülési sebessége eléri az óránkénti 300 km-t. Továbbfejlesztésével és teljesítménytartalékai kihasználásával terhelhetőségét újabban 20 tonnára növelték. Szállítóterének nagy méretei (12 m hosszú, 2,6 m széles és 2,5 m magas) nemcsak nehéz tehergépkocsik, hanem más, nagyméretű harceszközök szállítására is alkalmassá teszik. A *Mi–6* eddig tizennégy nemzetközileg elismert sebességi és magassági csúcsot állított fel. Ez is jellemzi a *Mi–6* figyelemreméltó teljesítőképességét.



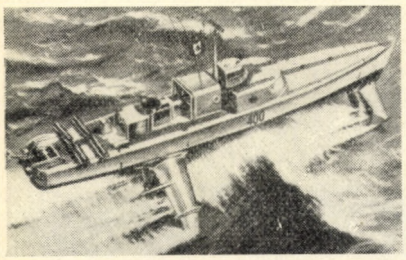
Mi–10, a repülő-daru

M. L. Mil, a neves szovjet repülőgéptervező a *Mi–6* helikopterből fejlesztette tovább a *Mi–10* típusú „repülő daru"-t, az óriás teherszállító helikoptert. Két, Szolovjev *D–25W* turbinájának teljesítménye egyenként 5500 LE. A nehéz szállítóhelikopter teherbírása 1961-ben még 15 tonna volt, jelenleg már 25 tonna terhet képes felemelni. Időközben megnövelték a turbinák

teljesítményét is. A helikopter magas lábaival a szállítandó, nagy méretű teher fölé állhat, melynek ily módon történő felfüggesztése jelentősen megrövidíti a rakodási időt.

200 tonnás hordszárnyas hajó

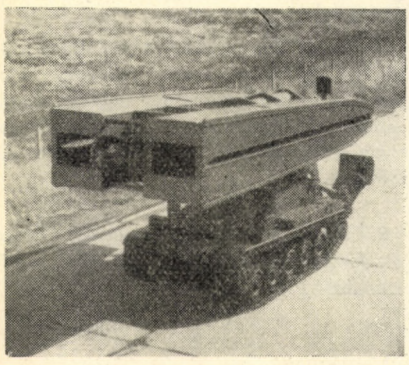
A kanadai haditengerészet számára *FHE 400* típusjelzéssel 200 tonnás hordszárnyas hajót fejlesztenek ki. A hajó hossza 46 m,



szélessége 6,5 m és szárnyas üzemben óránként több mint 100 kilométeres sebességgel halad. 22 000 LE tartós teljesítményű, Pratt-Whitney *FT4A–2* típusú gázturbina hajtja szárnyas üzemben az 1,13 m átmérőjű hajócsavarokat. Vízbe merülve Davey–Paxman *16YJCM*-típusú Diesel-motor forgatja 2000 LE teljesítménnyel a 2,3 m átmérőjű hajócsavarokat. Kisegítő gázturbinaként Canadian Pratt–Whitney *ST6A–53* hajtóműveket építettek be; ezek teljesítménye 390 LE. Szárnyas üzemben különleges, ún. szuperkavitációs csavarok hajtják a hajót.

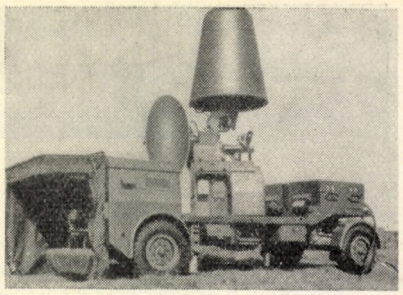
AMX—13 hídvető harckocsi

Az *AMX*-páncéloscsalád egyik tagja, 3 főnyi személyzettel. A hídelemet a jármű belsejéből irányítható hidraulikus emelők működtetésével rakják le. A hídelem fesztáva 12 m. A francia haderő önjáró áthidaló eszköze, amelyhez rövidesen csatlakozik az *AMX–30* közepes harckocsi torony nélküli változatán kialakított hídvető páncélos.



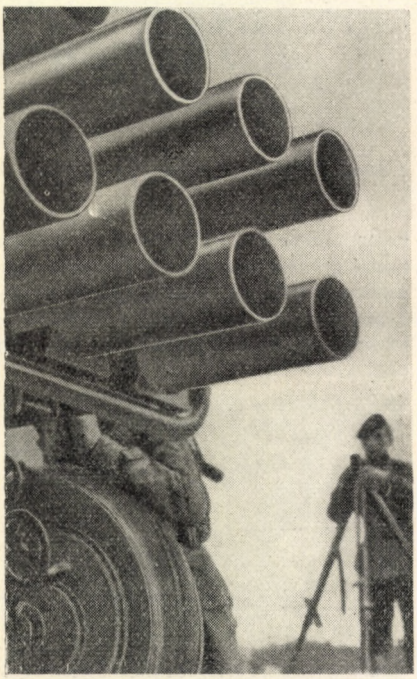
Az L4/5-típusú tűzvezető rendszer

A mélyrepülésben támadó repülőgépek elleni *L4/5*-típusú Hollandiában kifejlesztett tűzvezető rendszer minden egységét pótkocsira helyezték. A kép bal oldalán látható kabinban találjuk a két főnyi személyzet



kezelőpultját és a tűzvezető számítógépet. A jármű közepén látható a követő lokátorantenna és forgatható tartóoszlopa, valamint a burkolat alatt elhelyezett két célkereső lokátorantenna. Ez utóbbi szállításkor előre lebillenthető. A lokátorantenna burkolat alatt kapott helyet az optikai célkövető berendezés is. Jobboldalt, a pótkocsi elején látható a kapcsolószekrény és mögötte a sebességmérő készülék.

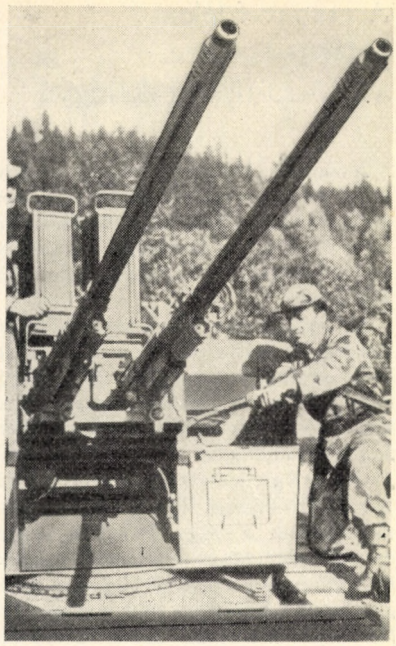
Könnyű sorozatvető



140 mm-es űrméretű a lengyel ejtőernyősvadászok könnyű sorozatvetője. 8 vetőcsöve négyesével két sorban helyezkedik el. A kétkerekű futóműves állványra szerelt sorozatvető ejtőernyővel is ledobható. A sorozatvető vontatására *GAZ–69*-típusú terepjáró gépkocsit alkalmaznak. Nagy tűzerő és kiemelkedő terepjáróképesség jellemzi az ejtőernyősvadász egységek fegyverét.

Csehszlovák légvédelmi önjárólöveg

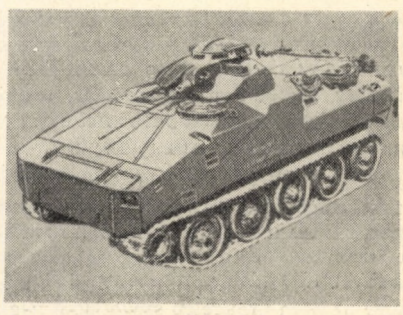
Csapatlégvédelmi célokra 30 mm-es ikercsövű légvédelmi önjáró gépágyút fejlesztettek ki a Csehszlovák Néphadsereg részére.



A fegyverhordozó jármű az ismert *Praga V3S* terepjáró tehergépkocsi, páncélozott felépítménnyel. A lövegparancsnok lövedékálló üvegkupola védelme alól figyeli a légteret. A lövegirányzóval fedélzeti beszélgető berendezés útján tartja fenn a kapcsolatot. A lövegirányzó ülőkádhoz hasonló, páncélvédett ülésen helyezkedik el. A lövegerkélyt az ikercsövű gépágyúval körben lehet forgatni. A 30 mm-es gépágyú nagy tűzgyorsaságú és közvetlen találat esetén egyetlen lövedéke is elegendő a légicél leküzdéséhez.

MICV XM–701 kísérleti lövészpáncélos

Az Egyesült Államokban elkészült egy új, úszóképes lövészpáncélos harcjármű mintapéldánya, amely 11 főnyi lövészalegység szállítására alkalmas. A 425 LE teljesítményű Diesel-motorral hajtott, lánctalpas páncélozott jármű menetsebessége eléri az óránkénti 60 km-t, és hatósugara 500 km. Forgótornyába 20 mm-es gépágyút és egy 7,62 mm-es géppuskát építettek. A járműtest oldalfalain fedett lőréseket alakítottak ki a deszant fegyverek számára. A jármű hidraulikus rugózását – a fedélzeti fegyverek találati pontosságának növeléséhez – ki lehet iktatni.



nemzetközi haditechnikai szemle

A csapatvédelem hatásos eszköze: a ZU–23-típusú ikerágyú

A mai harci repülőgépek mindinkább növekvő sebessége mind nagyobb követelményeket támaszt a légvédelmi eszközök iránt, mivel főképpen az alacsonyan szálló gépek leküzdéséhez alig néhány másodperc áll rendelkezésre.

Bár legújabban az alacsonyan szálló célok leküzdésére már a rakétákat is felhasználják, a légvédelmi géppuskák és a könnyű légvédelmi ágyúk jelentősége mégsem csökkent. Ezért rendszeresítették a Német Nemzeti Néphadseregben az új *ZU–23* típusú 23 mm-es légvédelmi ikergépágyút (1. ábra). A korszerű könnyű légvédelmi gépágyútól megkívánjuk a nagy lövedéksebességet, ezenfelül többcsöves rendszere segítségével biztosítania kell a nagy tűzsűrűséget és tűzgyorsaságot. Szükséges, hogy a gépágyú találati pontossága nagy legyen, végül de nem utolsósorban, hogy a legrövidebb idő alatt legyen tűzkész helyzetbe hozható.

A *ZU–23*-típusú gépágyú e követelményeket messzemenően kielégíti. Alkalmas 2500 m távolságon belül az 1500 m magasságban repülő légicélok, valamint 2000 m távolságon belül a páncélozott földi célok leküzdésére. A lövedékek kezdősebessége 1000 m/sec. Elméleti tűzgyorsasága csövenként és percenként 800–1000 lövés, gyakorlati tűzgyorsasága pedig mindkét csőre vonatkoztatva percenként 400 lövés.

Érdemes összehasonlítani vele az amerikai *M–45*-típusú 12,7 mm-es, négycsövű légvédelmi géppuska adatait. E fegyver lövedékeinek kezdősebessége 900 m/sec. Elméleti tűzgyorsasága csövenként és percenként 400–500 lövés, gyakorlati tűzgyorsasága pedig mind a négy csőre vonatkoztatva percenként mindössze 160 lövés.

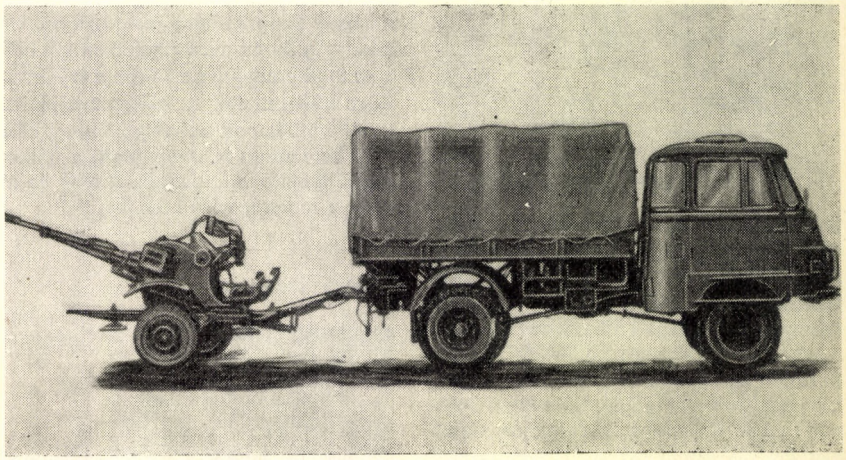
A 23 mm-es légvédelmi ikergépágyúból csapódó gyújtóval ellátott acélhüvelyes repeszromboló-gyújtógránátok és páncéltörő-gyújtógránátok lőhetők ki.

A függőleges ékzáras ágyún néhány érdekes szerkezeti megoldást találunk. Így például a töltényűrnek hosszirányú hornyai vannak, amelyek megkönnyítik a hüvely kivonását, ugyanis a hüvely a hornyok által külső nyomásterhelést is kap. A cső a tokhoz csak egy ékkel csatlakozik, amely karral mozgatható. Ez az elrendezés lehetővé teszi, hogy a csőcsere néhány másodperc alatt megtörténhessék. A zárkeret vezetőléce mozgatja a zárat. Ezzel a kerettel egyidejűleg működik az adagolókar, amely előresikláskor a gránáttölteményeket az adagolóberendezésből a töltényűrbe löki, hátrasikláskor pedig kiveti az üres hüvelyeket.

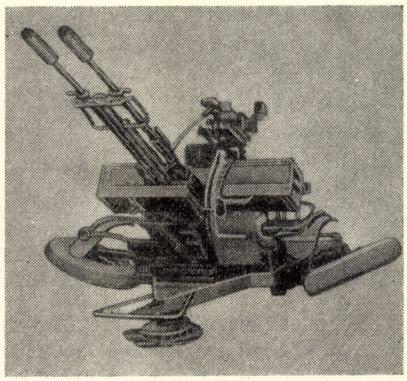
Az adagolókar lényegesen gyorsabban mozog, mint a zárkeret. Ezzel megrövidül a viszonylag nehéz zárkeret mozgásának útja és többek között ez is hozzájárul ahhoz, hogy az ilyen űrméreten szokatlanul nagy tűzgyorsaságot érjenek el.

Az elsütőberendezést úgy alakították ki, hogy a tüzelés megszűnik, ha már csak egy töltény van az adagolóberendezésben. Egy zár lenyomásával eltávolítható az üres hevederszekrény és egy teli szekrény tolható be. Ugyanekkor a heveder vége a hevederszekrényen levő kar segítségével az adagolóberendezésbe nyomódva, az előző heveder utolsó gránáttöltényéhez csatlakozik. Ilyen módon az elsütőberendezés ismét működőképes állapotba kerül. Ezzel a megoldással lehetséges a gyors utántöltés és érhető el a nagy gyakorlati tűzgyorsaság.

A *ZU–23* ágyú igen előnyös tulajdonsága, hogy gyorsan lehet harckész helyzetbe hozni. A lövegtalpnak menetkész helyzetből tűzkész helyzetbe való állításához csak egy kézikart kell meghúzni. Ekkor a lövegtalp hidraulikusan csillapítva lesüllyed és a rekek a 2. ábrán látható helyzetbe fordulnak el. Az ágyút ezután három csavarorsóval egy szelencés libella alapján vízszintesre állítják.



1. ábra. A ZU–23*-típusú ágyú menetkész helyzetben*



2. ábra. A ZU–23*-típusú ágyú tűzkész helyzetben*

Az irányzás célzótávcső és tükrös irányzókészülék segítségével történik. Az előbbit a földi célok, az utóbbit a légi célok leküzdésekor használják. A tükrös irányzékot egy automata célzóberendezésre szerelték, amely a cél ferdetávolságából, sebességéből és irányából kiszámítja az előretartási szöget. Az értékeket az egyik irányzó lövész állítja be.

Összefoglalva megállapítható, hogy a 23 mm-es légvédelmi ikergépágyú olyan korszerű és nagy teljesítményű fegyver, amely mindig alkalmas a csapatoknak az alacsonyan szálló támadó repülőgépek elleni védelmére.

(R. Grochowski mk-őrgy. cikkének kivonatos fordítása a Militärtechnik 1965. évi 7. számából.)

Laseres televízió

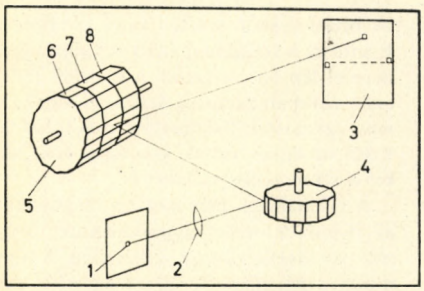
A Perkin–Elmer-laboratóriumban laseres képfelbontású televíziós kamerát fejlesztettek ki, mely alkalmas a sötétben levő vagy gyengén megvilágított tárgyakról és környezetükről képfelvétel készítésére.

Tudvalevő, hogy a szokásos televíziós kamerák képalkotásához a felvétel helyét erősen meg kell világítani. Ez különösen a helyszíni közvetítések alkalmával okoz nehéz műszaki feladatot, de a felvétel készítését a stúdiókban is körülményessé teszi. Eltérően a hagyományos televíziós képalkotó

rendszerektől, a laseres televíziónak nincsen külső fényforrásoktól származó megvilágításra szüksége. A képalkotást vörös színű laser-sugárnyalábbal végzi, mechanikus letapogató-rendszer segítségével.

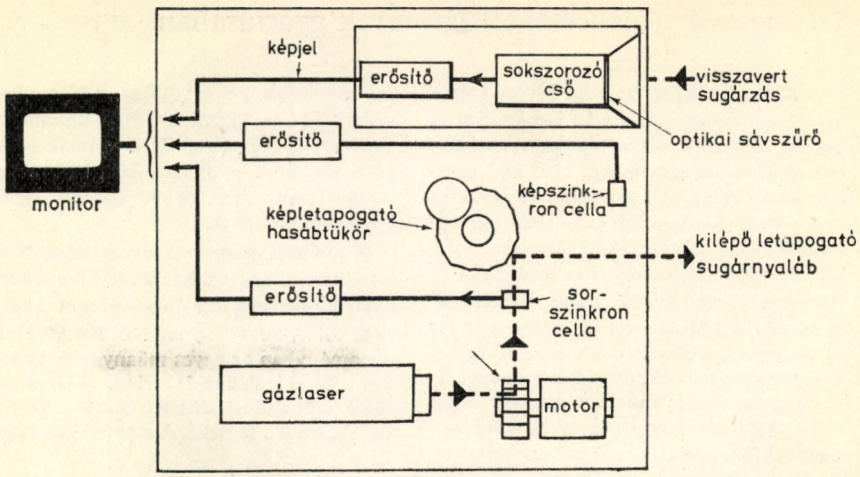
A kísérleti berendezés az 1931-ben Baird által javasolt egyszerű televíziós berendezésre emlékeztet, amelyben a tárgyat keskeny fénynyalábbal világítják meg (1. ábra). A Perkin–Elmer-rendszer a tárgy megvilágítására a laser sugárnyalábját használja fel (2. ábra). A tárgyról és környezetéről visszavert lasersugárzást a laserrel egybeépített vevő érzékeli. A kép sorletapogatása a közönséges televízión alkalmazott elv szerint történik.

A berendezésben használt lasersugárzás kis intenzitású, hogy a felvételnél jelenlevők szemének épségét ne kockáztassa. A képminőség hasonló a közönséges televízióéhoz. A kísérleti berendezés képbontási sebessége másodpercenként 15 750 sor, vagyis ugyanaz, mint az amerikai szórakoztató televízió normája (másodpercenként 30 kép, 525 soros felbontással). A televíziós technikában szokásos sorváltást – vagyis egy-egy félképben a páros, ill. a páratlan sorok letapogatását – az új rendszer nem alkalmazza. A laseres televízió felbontóképessége 2 milliradián, azaz 7 ívmásodperc; ezzel a felbontással pl. a kéz egyes ujjai még 12 méter távolságból is megkülönböztethetők.



1. ábra. A Baird-féle fénysugaras mechanikai-optikai letapogató eljárás.
1 diafragma, 2 gyűjtőlencse, 3 látómező, 4, 5 forgó, sok lapú hasábtükrök, 6, 7, 8 tükörszegmensek

A mechanikus képletapogatást két forgó, soklapú hasábtükör végzi. A folytonos üzemű, hélium-neon gázlaser keskeny sugárnyalábja először a 16-lapú tükörrendszerre kerül, mely percenként 60 000-et fordulva végigfuttatja a sugarat a másik hasábtükör alkotója mentén. Ez a képletapogató tükör 24 oldalas, és 150-et fordul percenként. A két tükörrendszer együttes működése következtében a lasersugár másodpercenként 60-szor pásztázza végig az oldalban 45°-os, magasságban 30°-os nyílású látómezőt. A kibocsátott lasersugár teljesítménye 15 mW a 2 milliradiános nyalábban, hullámhossza pedig a 6328 Å körüli, igen keskeny színképsávba esik. A visszavert lasersugarat



2. ábra. Perkin–Elmer-féle laseres televíziós berendezés vázlata

sávszűrőn keresztül bocsátják a vevőrész fotósokszorozó csövére és az ennek a kimenetén fellépő képjelet erősítés után közvetlenül a televíziós monitorhoz juttatják.

A laseres televízióban a képalkotó optikai rendszerek kiküszöbölése többek között azzal az előnnyel jár, hogy itt a mélységi élesség végtelen, tehát a kamerától különböző távolságra levő tárgyakról egyaránt éles a kép. A gyakorlatban a laseres televízió az 1 méternél kisebb távolságon a parallaxis okozta korlátozás miatt nem használható, a legnagyobb hatótávolság pedig a lasersugár erősségétől, azaz a jelteljesítménytől függ. A kísérleti berendezés elfogadható képet adott 150 m távolságban levő tárgyakról, ha megfelelően kiváltak a háttérből, vagyis elegendő nagy kontrasztjuk volt. A háttérrel egybeolvadó tárgyakról legfeljebb 10 m távolságig lehetett csupán jó képet kapni. A látómezőben levő, külső sugárforrások fénye nem tükröződik a laseres televízióban; megfelelő szűrők beiktatásával az erős külső világítás sem zavarja a berendezés működését.

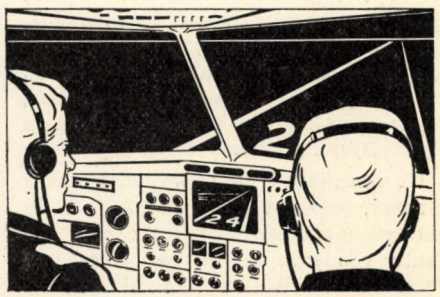
A laseres televíziós rendszert elsősorban a helyszíni közvetítések céljaira ajánlják. Egészen újszerű felhasználási terület a repülőgépek leszállását bármikor és bármilyen időjárási viszonyok között biztosító optikai fénylokátor („lidar") rendszerek kialakítása, melyek a leszállási manőver végrehajtását már több száz méter magasságból is lehetővé teszik. A tükröző festékkel vagy lemezekkel kijelölt kifutópályák vagy helikopter leszállóhelyek egyszerű módon tájékoztatják a repülőgép vezetőjét az új televíziós rendszer segítségével (3. ábra). Különösen értékes lehet ez a módszer távoli katonai támaszpontokon, dzsungelben stb. Az erre irányuló kísérletek jó eredményekről tanúskodnak.

A rejtett megfigyelés, a bűnüldözés területén szintén számottevő segítséget nyújt a laseres televízió. Ezzel a módszerrel személyeket mintegy 2 km-es távolságról is meg lehet figyelni. Hasonló feladat a gépjárművek éjszakai ellenőrzése. A tudományos kutatás értékes eredményeket vár az állatok éjszakai viselkedésének tanulmányozásából, amelyre ugyancsak az új televízió nyújt lehetőséget. Az űrkutatásban hasonlóképpen nagy szerep vár a laseres televízióra, amely megkönnyítheti az idegen égitesten történő leszállás műveleteit.

A célnak a leginkább megfelelő laser kiválasztása külön feladat, amelynek megoldására a laser-típusok számának növekedésével újabb lehetőségek kínálkoznak. A laseres letapogatás elvét nemcsak a televízió alkalmazhatja, hanem jó eredmények várhatók a filmezés területén is. Az előkísérletekben milliméterenként 100 vonalas felbontóképességet értek el a fotoanyagon az új módszerrel.

A laser a színes televíziós adásban is felhasználásra kerülhet. Az eddigi kutatások során kielégítő színeket kaptak azáltal,hogy két, eltérő hullámhosszú lasersugarat kevertek. A további kísérletekben három különböző hullámhosszal próbálkoznak, és remélik, hogy ezek keverésével teljesen kifogástalanul lehet majd a színeket visszaadni.

(R. S. Rowley cikkének kivonatos fordítása a New Scientist 1966. augusztus 18-i számából.)



3. ábra. A laseres televízió elősegíti a repülőgép felszállását akármilyen időben

Új anyagok a páncélozott járművek gyártásában

A harci járművek páncélozásában még a kiváló minőségű páncélok beépítésével is megnő a jármű súlya, egyúttal csökken mozgás- és terepjáróképessége, kedvezőtlen lesz fajlagos teljesítménye. Mindez nagyobb üzemanyag felhasználásával és különféle üzemi nehézségekkel jár együtt anélkül, hogy a jármű végül is megfelelne a korszerű harceszközök iránti követelményeknek. A páncélozott járművek gyártásával foglalkozó országokban ezért annak a lehetőségét keresik, hogy főleg a páncélozáshoz, de más járműalkatrészekhez is az eddigiektől eltérő olyan új anyagokat használjanak fel, amelyek nemcsak csekély vastagságúak, hanem emellett nagy szilárdságúak is. Ebből a szempontból nagy figyelmet fordítanak elsősorban a könnyűfém-ötvözetekre és a műanyagokra.

A felhasználásra alkalmas *könnyűfém-ötvözetek* közé tartoznak az alumínium-, a magnézium- és a titán-ötvözetek. Ezeket különféle alkatrészek, sőt könnyű páncélozott, valamint lövész-szállító páncélozott járművek készítésére használják. Az alumínium-ötvözetek nemcsak nagyszilárdságúak, hanem fajsúlyuk az acélénak csupán mintegy harmadrésze.

A magnézium-ötvözetek nagyjából feleakkora súlyúak, mint az alumínium-ötvözetek és szintén viszonylag szilárdak. Fokozatosan ezeket is felhasználják a páncélozott járművek gyártásában. Különösen érdekesek a titán-ötvözetek, melyek jelenleg főképpen a repülőgép-, rakéta- és hajóépítésben hódítottak teret. Nagy erőfeszítéseket tesznek a titán-páncélozás bevezetésére. Ennek súlya állítólag feleakkora, mint a megfelelő acélpáncélzaté.

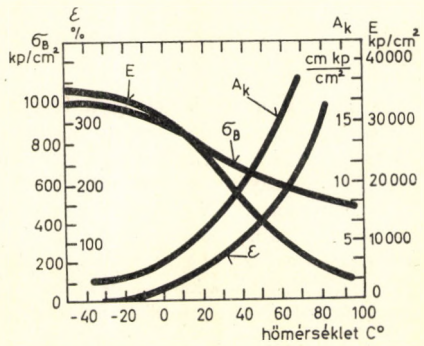
A könnyűfém-ötvözetek felhasználásánál is fontosabb talán a *műanyagok* növekvő elterjedése a páncélozott járművek gyártásában. Jelenleg is sok műanyagból készült alkatrész fordul elő a páncélozott járműveken. A jövőben ezek száma sokszorta nagyobb lesz.

A műanyagoknak számos olyan kedvező tulajdonságuk van, amely felhasználásukat előtérbe állítja. Hogy csak a legfontosabb ilyen tulajdonságaikat említsük, fajsúlyuk kicsiny, mechanikai jellemzőik kielégítők, dielektromos tulajdonságaik igen jók, nagy az ellenállóképességük a vegyi anyagokkal és az időjárási viszontagságokkal szemben, erősen kopásállók, jó az adhéziójuk, végül gazdaságosan állíthatók elő.

A műanyagok hátrányos tulajdonsága viszont, hogy a hőhatásoknak kevéssé állnak ellen, a vízben duzzadnak, végül öregedve romlanak a szilárdsági jellemzőik. A legtöbb fém a —50-től +300 C°-ig terjedő hőmérsékleti tartományban korlátlanul igénybevehető, ezzel szemben sok műanyag maximális használati hőmérséklete 60–80 C°, s kivételnek tekintjük azokat, amelyek 150–200 C°-ig használhatók. Hidegben a legtöbb hőre lágyuló műanyag ridegedik, karcolásra, ütésre érzékeny.

Az erősítés nélküli műanyagok szakító szilárdsága nagyjából 100–1000 kp/cm² között van. Üvegszálerősítésű gyanták 3000–5000 kp/cm²-t, nyújtással szilárdított monofilek pedig még 10 000 kp/cm² igénybevételt is kibírnak.

A hőhatás nagyon kedvezőtlenül befolyásolja a szilárdsági értékeket. Így a szakító szilárdság jelleggörbéjének meredek esése a —40-től +90 C°-ig terjedő hőmérsékleti tartományban az egyes műanyagfajták szerint 30 százalékos is lehet. Alaktartósságuk szobahőmérsékleten is számottevően kisebb, mint a fémeké. A műanyagok rugalmassági modulusai két nagyságrenddel kisebbek a fémekénél. Számos műanyag szakadási nyúlása 20–140-szerese lehet a fémek szakadási nyúlásának. A műanyagok éppen ezért nagy erőt képesek rugalmas alakváltozással felvenni, vagyis szívósak. Felhasználhatóságukat gyakran a műanyagoknak terhelés alatt bekövetkező lassan növekvő deformációja dönti el. Ez a jelenség a hőmérséklettel erősen növekszik.



A hőmérséklet hatása a 6/6 száraz poliamid mechanikai tulajdonságaira σ_B húzószilárdság; ε nyúlás; A_k fajlagos ütőmunka; E rugalmassági modulus

Üvegszálak beágyazásával a szakító szilárdság növekedésén kívül a műanyagok kifáradási szilárdsága és merevsége is lényegesen növekszik. A műanyagok lineáris hőtágulási együtthatója 5–20-szor akkora, mint a fémeké.

A felsorolt tulajdonságok persze az egyes műanyagtípusok szerint igen eltérők. Ezért bizonyos műanyagok csupán meghatározott célokra felelnek meg. Ezért ha valahol a fémeknek műanyagokkal való felváltása kerül szóba, akkor a műanyagok tulajdonságait előbb alaposan és minden szempontra kiterjedően kell tanulmányozni és az adott célra való felhasználhatóságukat mérlegelni.

Az általános járműépítésben leginkább felhasznált műanyagfajták a fenol-, a melamin-, a poliészter- és az epoxigyanták, a polivinilklorid, a poliolefinek, a polietilén és a polipropilén. Másféle műanyagok: a polisztirol, a poliamid, a cellulóz-származékok, a fluorkarbon, a polikarbonát, a poliuretán, a polimetilmetakrilát (plexi), valamint a poliacetál és kopolimerjei is gyakran előfordulnak.

Néhány példán világítjuk meg, hogyan használják fel a műanyagokat a páncélozott járművek konstrukciójában.

A *T 92*-típusú könnyű amerikai kísérleti harckocsin a toronykoszorút fenoplaszt golyókra ágyazták. Ilyenfajta golyókat találunk többek között az *M 48* géppuska-kupola csapágyában is. A páncélozott jármű fegyverzetének egyes részeihez is használnak műanyagokat. Ismeretes, hogy a lövegcsövek erős kopását részben a lövedékek rézből vagy acélból készült vezetőgyűrűi idézik elő. Ez a kopás a lövedék kezdősebességének növekedésével fokozódik. Egyes irodalmi adatok szerint nylonból vagy teflonból készült vezetőgyűrűkkel a lövedékek kezdősebessége 1400 m/sec-ra nőtt meg.

Különösen figyelemre méltók a műanyagokból készült páncélzatok készítésére irányuló kísérletek. Erre a célra elsősorban az üvegszállal erősített műanyagok felelnek meg. Jóllehet az efféle anyagok kevésbé kemények és kisebb szilárdságúak az acélnál, a belőlük készült páncélzat mégis ellenállóképesebb. Mivel a páncélelhárító lövedék többszörösen keményebb a műanyagpáncélnál, ezért behatol a páncélzatba. Útjában azonban a lövedék üvegszálakba ütközik, amelyeket az anyagba történő további behatoláskor széttol vagy szétroncsol. E hatásra a szálakban húzó és hajlító igénybevétel lép fel. A szálak a lövedék hatása alatt azonban nemcsak deformálódnak, hanem egymáshoz viszonyítva el is tolódnak. Ezért az egyes szálak szakítása nem idézi elő a szomszédos szálakét is.

A vélemények még nagyon megoszlanak az ilyenfajta műanyagpáncélzatok jövőjéről. A kísérletképpen elkészített könnyű műanyagpáncélzatok szilárdsága a közlések szerint nem kisebb az alumínium- vagy az acél-páncélzatokénál, de azokhoz képest lényegesen könnyebbek. Még 14,5 mm-es páncélelhárító lövedékek ellen is védenek.

A polietilénből készült páncélzat bizonyos mennyiségű bór hozzáadásával alkalmas arra, hogy az atomrobbanás neutron-fluxusának hatásai ellen a páncélozott jármű belsejében tartózkodó személyeket megvédje. Tudvalevően az acélpáncélzat sokkal kevésbé gyengíti a neutron-fluxust, mint a gammasugárzást. Kisebb trotilegyenértékű atomtöltetek robbanásakor azonban inkább a neutron-fluxus hatása veszélyes.

Meg kell még emlékeznünk néhány kevésbé szembeötlő felhasználásról, amely a műanyagok sokoldalúságát bizonyítja. A harckocsik személyzete számára pl. nylonsisakokat készítenek, amelyek kis hővezetőképességükkel válnak ki. Több amerikai harckocsitípuson az úszóképesség növelésére szolgáló tömlő is nylonból készül.

A kemény felületű polipropilénből kezelőgombokat és fúvókákat, az ütésnek és kopásnak ellenálló kemény és merev poliamidokból porlasztókat, szűrőházakat és -betéteket, fékfolyadéktartályokat, üzem-

anyagvezetékeket stb. készítenek. Sebességváltók fogaskerekeit is lehet poliamidokból előállítani.

Az ütésálló polisztirol foglalatok, világító ablakok, akkumulátorházak, burkolatok, légcsatornák stb. részére, a plexiüveg, vagyis a polimetilmetakrilát pedig lámpaburkolatok, számlapok és hasonlók céljaira alkalmas.

A poliacetál olyan részek készítésére használható, amelyeket eddig fröccsöntéssel állítottak elő, mint pl. az üzemanyagszivatytyúk, a műszertáblák, a fogaskerekek, fogantyúk stb.

A teflon igen széles hőmérsékleti határok (—200-tól +250 C°) között használható fel. Egyes esetekben igen alkalmas karbantartást nem igénylő csapágyak készítésére. Eredményes kísérletek folynak teflon dugattyúgyűrűkkel is.

Jól ismert végül a fémragasztás epoxigyanták segítségével. Ez az eljárás bizonyos karbantartási munkákat egyszerűsíthet, meggyorsíthat és olcsóbbá tehet.

(H. Strohbach mk-szds. cikkének kivonatos fordítása a Militärtechnik 1965. évi 4. számából.)

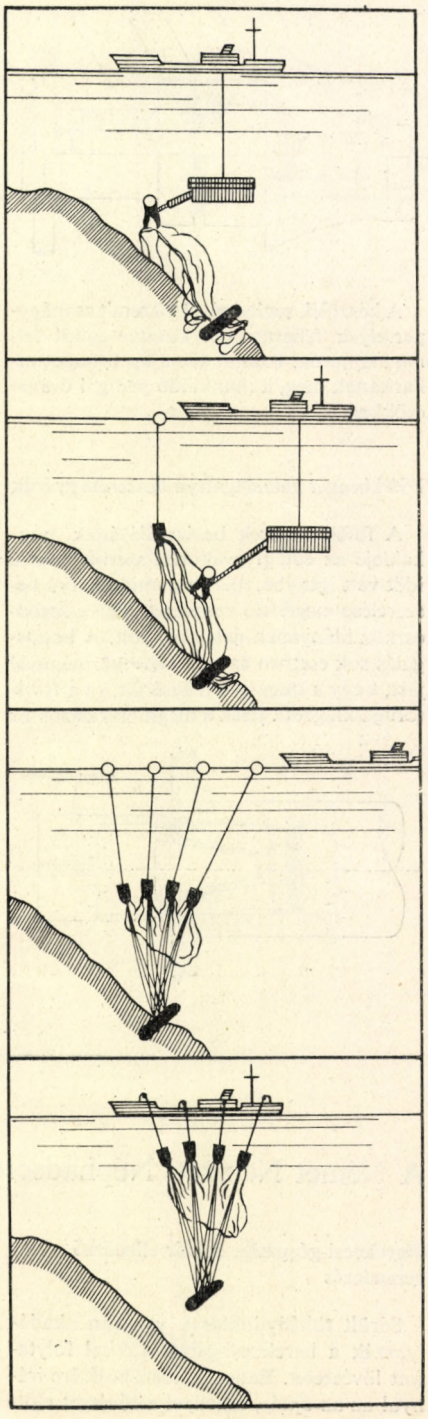
Hogyan emelték ki a tengerbe esett amerikai hidrogénbombát?

Az amerikai haditengerészet ez ideig titkosan kezelt részleteket hozott nyilvánosságra a Palomares kis spanyol kikötő közelében a tengerbe esett hidrogénbomba felkutatásáról és kiemeléséről. Az egész világot bejárta az a hír, hogy 1966. január 17-én egy *B–52*-típusú bombázógép, amelynek fedélzetén négy hidrogénbomba volt, összeütközött a levegőben egy *C–135*-típusú géppel és lezuhant. A négy hidrogénbombából hármat huszonnégy órán belül a szárazföldön megtaláltak. Csak a negyedik bomba hiányzott és egyes szemtanúk elbeszéléséből arra lehetett következtetni, hogy a bomba a tengerbe esett. Felkutatásával a haditengerészetet bízták meg.

Ötvenhét napig tartó keresés után bukkantak a bombára, amely ejtőernyőjével együtt 850 m mélységben igen meredek, sziklás lejtőn feküdt a tengerfenekén. A keresésre az *Alvin* nevű mélytengeri búvárhajót használták. Ugyancsak az *Alvin* segítségével próbálkoztak meg először a kiemeléssel, de a búvárhajó manipulációs szerkezete három hét alatt csak néhány méterre tudta elmozdítani a bombát, sőt végül a bomba még lejjebb csúszott.

Átmenetileg már félbe akarták szakítani a munkát, de ekkor a pasadenai (Kalifornia) támaszpontról a kiemelés céljaira egy különleges berendezést küldtek. Ennek a *Curv* nevű eszköznek az az eredeti rendeltetése, hogy a tengerfenékre került kisebb tárgyakat, pl. aknákat összegyűjtse. A berendezést sohasem használták 300 métert meghaladó mélységben, de szerkesztői azt állították, hogy mélyebbre is alászállhat, mivel alkalmas a nagyobb nyomások elviselésére.

A *Curv* 4 méter hosszú, 1,8 méter széles és 1,5 méter magas acélkeretre szerelt berendezés, mely személyzet nélkül működik. Négy ballaszt-tartálya van; ha ezeket vízzel megtöltik, a *Curv* alásüllyed. Két kis elektromotor szolgál a vízszintes, egy motor pedig a függőleges irányú mozgatásra. A berendezést egy felszíni hajón elhelyezett vezérlő asztalról irányítják; a hajó és a *Curv* közötti összeköttetést kábel létesíti. A *Curv*-on elhelyezett higanygőzlámpák megvilágítják a környezetet, és ennek képét ipari televíziós rendszer a kábelen a hajó fedélzetére továbbítja. Mindezekhez a felszereléshez még hidrolokátor (sonar) is járul.



A *Curv* vízre helyezése és kiemelése felfüggesztő drótkötéllel történik. Amikor lesüllyedve, a kiemelendő tárgy feltételezett helyének közelében nagyjából 1 méterre megközelítette a tengerfeneket, a drótkötelet fék segítségével rögzítik és a *Curv* a drótkötél által biztosított, egyébként kiegyensúlyozott helyzetben marad.

A berendezésnek kinyújtható, távirányítással működtethető karja van, s az ennek végére felszerelt markolóval kisebb átmérőjű tárgyak megfogására képes. Ha a tárgy súlya nem haladja meg a 200–300 kp-ot, a kar behúzható és a kiemelt *Curv* a tárgyat magával hozza a tenger felszínére. Ha azonban a kiemelendő tárgy ennél súlyosabb, akkor a távműködtetett karról a markolót ki lehet vetni. Ez utóbbi ekkor egy hozzá csatlakozó orsóval együtt leválik a berendezésről. Az orsóra feltekercselt nylonkötél végéhez erősített bója felhozza a kötél végét a tenger felszínére.

A markoló a berendezésről történt leválása után a kiemelendő tárgyat fogva a tengerfenéken marad, a bója pedig a hajó közelében emeli fel a nylonkötél végét. A *Curv* a markolótól függetlenül emelkedik fel a felszínre. Ezután a hajó fedélzetén elhelyezett csörlő segítségével kiemelik a markoló által megfogott tárgyat.

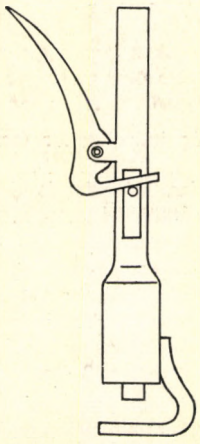
A kis átmérőjű aknák kiemelésére szolgáló berendezéssel a 60 cm átmérőjű és 3 m hosszú hengeres burkolatú hidrogénbomba kiemelése kezdetben reménytelennek látszott. Az *Alvin* búvárhajóról végzett legutolsó megfigyelések azt mutatták, hogy a hidrogénbomba az ejtőernyő kupolájának belső felületén nyugszik és az ejtőernyő nylonkötelei felette lebegnek. Ekkor támadt az a gondolat, hogy a *Curv* segítségével az ejtőernyő kötélzetéhez több helyen csatlakoztatnak nylonköteleket, majd ezeket egyidejűleg csörlőkkel felhúzva emelik ki a hidrogénbombát.

A merész gondolatot tett követte, s a majdnem két hónapig tartó eredménytelen kísérletek után végre sikerült ezzel a módszerrel kiemelni a hidrogénbombát.

(Kivonatos fordítás az Air et Cosmos 1966. szeptember 17-i számából.)

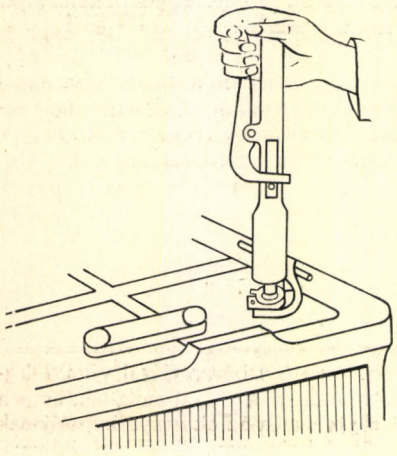
Akkumulátor sarulehúzó készülék

Az akkumulátorokat töltés előtt általában ki kell szerelni a gépkocsikból vagy egyéb alkalmazási helyeikről. A kiszerelést igen sokszor megnehezíti az a körülmény, hogy az akkumulátorok sarui rászulfátosodnak a pozitív és negatív pólusokra. Mivel a kiszereléshez a legtöbbször nincsenek különleges kulcsok vagy célszerszámok, ezért általában csavarhúzóval feszegetik



vagy kalapáccsal ütögetik a sarukat. Ez a „művelet" esetenként a pólusok leszakadását, a fedőlemezek tönkremenetelét idézi elő.

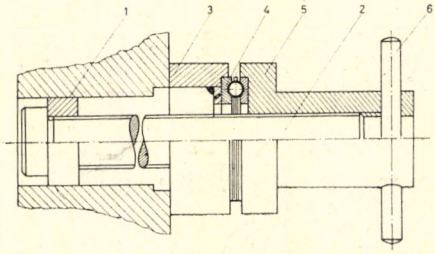
Gergely Lajos elvtárs újítása, az akkumulátor sarulehúzó készülék lehetővé teszi, hogy a kiszerelést feszegetés és ütögetés nélkül könnyen végezhessék el.



Csapágypersely kihúzó készülék

A hajók kopott és korrodeált bakcsapágy-perselyeinek kiszerelése gyakran nagy nehézségekbe ütközik. A kiszerelés régebben úgy történt, hogy a persely falát alkotó irányban vágóval felhasították. Ez a módszer egyrészt a persely további felhasználását tette lehetetlenné, másrészt a csapágyház falát erősen rongálta. Gaál László elvtárs elfogadott újítása, az ábrán bemutatott kihúzó készülék kiküszöböli a felsorolt hibákat.

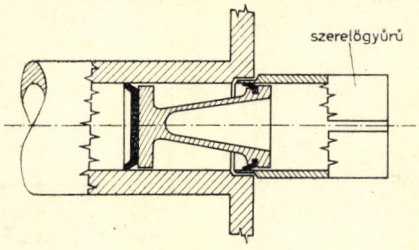
A csapágypersely kiszereléséhez a laposmenetű orsóra (2) megfelelő méretű menetes anyát (1) csavarnak, majd az orsót befűzik a csapágyperselybe. A vezető-alátét (3) ráhelyezése után a menetes hüvelyt (5) a hajtóvas (6) segítségével forgatva a persely sérülés nélkül kicsúszik. A vezető alátét és a menetes hüvely közötti súrlódás csökkentésére *B 1110 DPK*-jelű nyomcsapágyat (4) építettek be.



A készülék segítségével kiszerelt csapágyperselyek fehérfémmel kiöntve újból felhasználhatók. Ezáltal kb. 8 kp bronzot takarítanak meg, a munkaidő pedig 4 órával csökken.

Főfékhenger gumidugattyú beszerelő gyűrűk

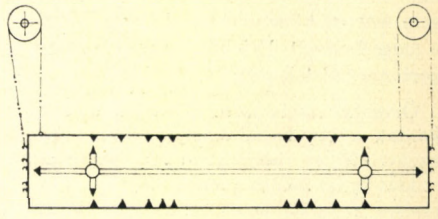
A főfékhengerek bevizsgálásának munkaideje az eddigi gyakorlat szerint hosszú időt vett igénybe, mert a gumidugattyú beszerelése megfelelő szerkezet, illetve segédeszköz hiányában nehézkes volt. A bevizsgálás sok esetben azzal a következménnyel járt, hogy a dugattyú megsérült, és a feszítőrugó kiugrott. Ezek a meghibásodások az üzembiztonságot nagy mértékben veszélyeztették.



A gyakorlat egyébként azt is bebizonyította, hogy a dugattyú beszerelése több időt vett igénybe, mint az egész mérés. Dányi Béla és Kuhl József elvtársak újítása az ábrán látható egyszerű gyűrű, amelynek segítségével felére rövidül a főfékhengerek bevizsgálási ideje, ezenkívül a szerelés okozta meghibásodási lehetőségeket ki lehet küszöbölni.

Fényszóró beállító tábla

Javítás és karbantartás után szükséges a gépkocsik fényszóróinak pontos beállítása. A fényközpont beállítási méretei (magasság, középpont-távolság) a gépkocsi típusától függően változnak. Búzás Gyula elvtárs újítása, a beállító tábla a különféle típusú gépkocsik fényszóróinak gyors és pontos beállítását teszi lehetővé.



A tábla 1 mm-es vaslemezből készült, hossza 2000 mm, szélessége 280 mm, kerületén 10 mm-es peremmel merevítve. A tábla hosszanti középvonalán 12 mm-es nyílást vágtak ki 1900 mm hosszban. Ebben a nyílásban csúsztatható a lemezből készült 2 db mutató, amelyek segítségével a fényközéppontok megkívánt távolságát be lehet állítani. A mutatók M 10-es csavarral rögzíthetők. A táblán öt-öt jelzés van az egyes gépkocsitípusok fényszóróinak beállítási méretei szerint. A táblát két kötélcsigára acélsodronnyal függesztik fel. A szükséges magasságot az acélsodrony karikával ellátott végének a tábla szélén levő megfelelő kampóba való beakasztásával állítják be

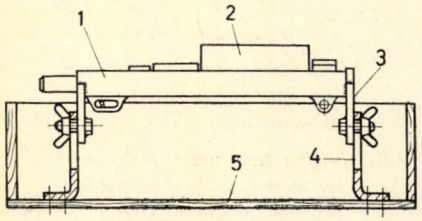
A Német Nemzeti Néphadsereg újítóinak munkáiból

Harckocsi-géppuska dobtár ellenőrző berendezés

Sérült tölténydobtárak gyakran akadályozzák a harckocsi-géppuskákkal folytatott lövészetet. Ennek kiküszöbölésére irányul az az újítás, amellyel a lövészet előtt a harckocsi-géppuska tölténydobtárait ellenőrzik és a dobtár hibáit megállapítják. A berendezés nagyon egyszerű és saját anyagból is könnyen előállítható. Lehetővé válik a dobtárak biztonságos műszaki ellenőrzése és a lövészet alkalmával elérhetjük a töltények hibátlan adagolását. A be-

rendezés segítségével külön-külön lehet ellenőrizni a dobtárnak a tokban való rögzítését, a töltény kilépését a dobtárból. A gyakorló töltények adagolása zavartalan, amikor a berendezés ellenőrzi a zár visszahúzását és előre eresztését.

A berendezést egy leszerelt géppuska tokjából, zárvezetőből és zárból, ütőszeg nélküli ütőtömbből, hüvelykihúzóból és zárórugóval ellátott vezetőhüvelyből állítják össze.



Harckocsi-géppuska dobtárak ellenőrző berendezése

1 *géppuskatok* 2 *géppuska dobtár* 3 *hegesztett fül* 4 *hoszszanti furattal ellátott szögvas* 5 *faláda*

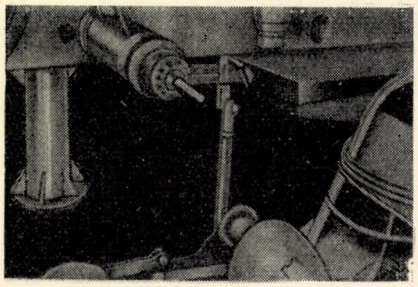
A tok mindkét végére tartócsavarral ellátott fület hegesztenek Ládafenékre rögzített két szögvas alkotja a berendezés tartóelemét. A szögvasakat hosszúkás furatokkal látják el, ezáltal a berendezést a szárnyas anyák meglazítása után üzemi helyzetből a ládába szállításra kész helyzetbe lehet süllyeszteni.

Az UK–10 típusú csapágyperselykihúzó készülék gépesítése

A harckocsi karbantartásában sűrűn fordulnak elő nagy erőkifejtést igénylő munkafolyamatok. Ezek közé tartozik a harckocsifutómű mellső és hátsó lengőkar csapágyperselyeinek az *UK–10* típusú csapágyperselykihúzó készülékkel való eltávolítása. Ez a munka sok erőt kíván és gyakran igen hosszadalmas.

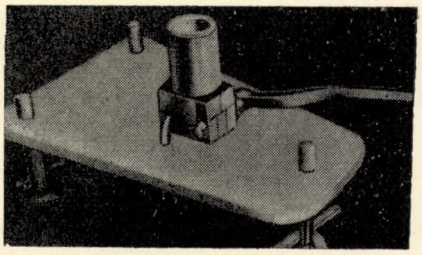
Ezt a munkát könnyíti meg az az újítás, amely az elektrohidraulikus kocsiemelő hajtómotorjának felhasználását javasolja. A hajtómotorra szerelt excentertárcsa rudazattal csatlakozik a csapágyperselyt kihúzó készülék kilincsműves csavarkulcsához és azt le és fel mozgatva működteti a csapágyperselyt kihúzó készüléket.

Az újítás eredményeként csekély munkaidő-megtakarítással a lengőkar csapágyperselyének kihúzásához kézierőre nincs szükség.



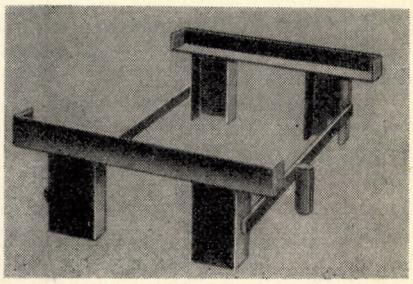
Géppuska belövő állvány

Az újítás célja olyan géppuska-állvány kialakítása, amely lehetővé teszi a páncélozott lövész-szállító járműveken rendszeresített géppuskák belövését közönséges gépkocsikról

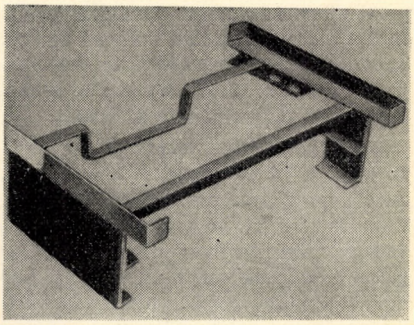


Sebességváltómű tartóállvány

Harckocsi tartalékalkatrész raktárakban az egymás mellé helyezett sebességváltóművek sok helyet foglalnak el. Helymegtakarítás céljából a sebességváltóműveket fadarabok közbeiktatásával egymásra rakják. Ez baleseti veszélyt idézhet elő és a módszerhez sok fára van szükség.



Az említett fogyatékosságok kiküszöbölése céljából alkalmazzák az ábrákon szemléltetett újítást, amely nem egyéb egy tartókeretnél. A kereten a sebességváltóművek több rétegben helyezhetők egymásra anélkül, hogy balesetet idéznének elő, ugyanakkor nagy mennyiségű fa takarítható meg. A Német Nemzeti Néphadsereg központi harckocsijavító műhelyében már így tárolják többek között s *T 34* és a *T 54* típusú harckocsik sebességváltóit.



könyvszemle

Gyurák Béla: Lokátorok a háborúban

(Zrínyi Katonai Kiadó, 1966. 157 old. 65 ábra)

A rádiólokátorok a korszerű háború mind nagyobb jelentőségű haditechnikai eszközei. A felderítés, a repülőgépek és a pilóta nélküli eszközök vezérlése, a rakétaelhárítás, a rádió-ellentevékenység és a katonai ténykedés sok más területe nem képzelhető el folyamatosan és zavarmentesen működő rádiólokációs hálózat nélkül.

A könyv átfogó képet ad a légi és földi célokat felderítő, a célmegjelölő és a rávezető lokátorok szerkezeti felépítéséről, működésük lényegéről, harcászati-műszaki jellemzőikről. Részletesen tárgyalja a vadászrepülők légi célokra, és a bombázók földi célokra történő rávezetésének mechanizmusát és működését, és tanulmányozása során megismerjük a földi célokat felderítő, a lövegirányzó és a tűzvezető lokátorok kérdéseit is.

Kiemelkedően érdekes részében képet ad az Egyesült Államok rádiólokációs rendszeréről, a *NORAD*-ról. A korszerű háború fegyvertárának legjellegzetesebb eszközei kétségtelenül az irányított ballisztikus rakéták. Irányításuk legfontosabb eszköze a rádiólokáció. Igen alapos áttekintést kapunk az irányító rendszerek valamennyi alapvető rádiólokációs kérdéséről is.

Figyelemre méltó a könyvnek az a része, amelyben a szerző átfogó képet ad a rádiólokációs ellentevékenység, más néven rádióelektronikai hadviselés alapjairól, módszereiről és eszközeiről, valamint az alkalmazás lehetőségeiről és korlátairól. A távlatokkal foglalkozó fejezet a technikai fejlődés és az alkalmazás lehetőségeinek távlatait tárgyalja.

Az igen jól illusztrált könyvről bátran állítjuk, hogy ismeretanyaga a korszerű haditechnikai műveltség nélkülözhetetlen építőköve.

Sz. S.

Matematika a harcban

(Zrínyi Katonai Kiadó, 1966. 146 old. 4 tábl., 17 ábra)

Mint annyi más tudomány, a matematika is egyre fontosabb szerepet játszik a korszerű hadviselésben. A hadseregek fegyverzetében mind bonyolultabb haditechnikai eszközök jelennek meg, és felhasználásuk, működésük matematikai apparátus nélkül elképzelhetetlen. A rakéta-atomfegyverek megléte következtében a jelenkori háborút egyéb tényezők mellett a helyzetek hirtelen és éles változása, a gyors lefolyású és nagy távolságú mozgások, hatalmas tömegű információk áttekintése, rendszerezése és értékelése jellemzi, és mindez nem teszi lehetővé a törzsmunka „hagyományos" módszerének fenntartását.

Tehát új módszerekre, új eszközökre van szükség.

A módszert a matematika olyan ágai adják, mint a valószínűségszámítás, a játékelmélet, a keresés (felderítés), az ellátás elmélete, a matematikai statisztika stb. Az eszköz pedig a törzsmunka gépesítése, automatizálása.

A most közreadott tanulmánygyűjteményt a szovjet katonai sajtóban újabban napvilágot látott idevágó cikkekből válogatták össze. A könyv tartalmából néhány kiragadott példán adhatunk ízelítőt.

A parancsok elhatározásának megalapozottsága a siker elengedhetetlen feltétele. Az elhatározás meghozatalában a matematika azáltal segít, hogy az alapvető számvetéseket, mérlegeléseket matematikai vizsgálati módszerek veszik át, és a parancsnok, nemkülönben a törzs munkatársai erőkifejtéseiket a valóban lényeges kérdések eldöntésére fordíthatják. Itt a matematika több ágának alkalmazására van szükség.

Elsőként említjük a valószínűségszámítást, amely a véletlen jelenségek törvényszerűségeit tanulmányozza. A harcok, hadműveletek során a véletlen pedig nem elhanyagolható tényező.

A harctevékenységekben a tapasztalatok értékesítésének jelentős szerepe van. Vele a matematikai statisztika foglalkozik, és felhasználása a parancsnok elhatározásának meghozatalában igen értékes lehet.

A hadműveletek, harcok előkészítése, megszervezése során gyakran adódik olyan helyzet, amikor egyidejűleg több objektum anyagi biztosítását kell megszervezni korlátozott mennyiségű anyagi készlettel és eszközzel. Ilyenkor nagy segítség a matematika tömeges ellátás néven ismert ága.

De említhetnénk a kibernetikát, mint a vezérlés tudományát, az információelméletet, valamint az alkalmazott matematika több más ágát is.

A tanulmánygyűjtemény érdekes keresztmetszetet ad a matematika harcban való alkalmazásának lehetőségeiről.

Sz. S.

Dr Kováts Zoltán: Népszerű ballisztika

(Zrínyi Katonai Kiadó, 1966. 134 old., 34 ábra)

A szerző arra vállalkozott, hogy a ballisztika alapjairól, fő feladatairól, alkalmazási területéről áttekinthető képet nyújtson a katona és polgári olvasónak egyaránt. A könyv megjelentetésének időszerűségét az is indokolja, hogy az űrkutatás sikerei felkeltették az érdeklődést a ballisztika iránt. A múltban jóformán csak a katonák foglalkoztak ballisztikával, melyet alkalmazási területei szinte kizárólagosan katonai jellegű tudománnyá avattak. Az űrhajózás megszüntette a ballisztika zárt katonai jellegét.

A ballisztika elméletének és gyakorlatának megértetése – még ha ismeretterjesztő szinten történik is – bizonyos fokú műszaki elméleti tudást követel meg. A megértetés feladata tehát nem könnyű; a szerző igyekszik is minél egyszerűbben, minél kézzelfoghatóbban közölni mondanivalóját, de ez sajnos nem mindig sikerül. A „színesebb" közlési mód nyilván emelte volna a mű olvasmányosságát. De jól esett volna bővebben olvasni a rakéták ballisztikájáról is. Mindezek ellenére azonban a könyv értékes, a ballisztikai ismereteinket elmélyítő anyagot tartalmaz, és a technika iránt érdeklődő nem katona olvasók is haszonnal forgathatják a művet.

A könyv a belső ballisztika fizikai alapjainak elemzésével kezdődik. A szerző ezután a használatos lőporok fajtáit, ezek jellemzőit veszi sorra; leírja a lőporégés folyamatát, s részletesen elemzi a belső ballisztika fő feladatait. Ezután rátér a rakéták belső ballisztikájának leírására. Szól a hátrasiklás nélküli lövegek lövésmódjáról, a csőszájfékek szerepéről és a belső ballisztika fő méréseiről.

A külső ballisztikát tárgyaló fejezet a lövedékekre, illetve a rakétákra jellemző törvényszerűségeket vizsgálja térbeli mozgásukkal kapcsolatban. Ebben a részben kap helyet a kozmikus ballisztika. A szerző ezután a lövedék mozgását tárgyalja léggel telt térben. A lövedékek és rakéták stabilizálási problémáinak tárgyalása után a könyv a rakéták néhány jellemzőjét tisztázza. Ebben a fejezetben tárgyalja a szerző a külső ballisztika fő méréseit is.

A könyv harmadik fejezete a lövedéknek célban okozott hatásával foglalkozik. A belső és külső ballisztika számításai, vizsgálatai végeredményben mind azt a célt szolgálják, hogy a lövedéket minél pontosabban lehessen a célba juttatni. A repeszgránátokról szólva a különféle gyújtók felhasználási módjait ismerteti; tárgyalja a rombológránátokat és a kumulatív gránátokat. Befejezésképpen a szerző a légvédelmi repeszgránátokról nyújt áttekintést.

Cs. Gy.

TARTALOMJEGYZÉK

Csémi Károly altbgy. üdvözlete 1

Sárdy Tibor mk-ezds.: A családelv és a többcélú felhasználhatóság 2

Leipniker Artúr mk-őrgy.: Félvezető sugárzásdetektorok 6

Lőrincz István mk-őrgy.: A páncélelhárító rakétalövedékek új nemzedéke 10

Újvári István alez.: Ellenséges infravörös sugárvetők felderítése tüzérségi távmérővel 14

Tamási Ferenc mk-őrgy.: Rádiólokátorok hatótávolságának növelése 15

Sinka József: Robbanási folyamatok az időmikroszkóp alatt 18

Csorba János mk-őrgy.: Passzív önirányítású rakéták 21

Takács Imre alez.: Műszaki gépek az erősen sugárszennyezett terepen 23

Strommer József mk-szds.: Katonai digitális számoló eszközök 26

Nagy István György: Űrhaditechnikai eszközök újabb tervei Amerikában 29

A TIT HADTUDOMÁNYI SZAKOSZTÁLYÁNAK ÉLETÉBŐL 31

ÖTVEN ÉVVEL EZELŐTT 31

HADITECHNIKAI TÁJÉKOZTATÓ 32

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

A csapatlégvédelem hatásos eszköze: a ZU—23-típusú ikeragyú 34

Laseres televízió 35

Új anyagok a páncélozott járművek gyártásában 36

Hogyan emelték ki a tengerbe esett amerikai hidrogénbombát 37

ÚJÍTÁSI SZEMLE 38

KÖNYVSZEMLE 39

A Zrínyi Katonai Kiadó újdonságaiból

SZURIKOV

Rakéták a harcban

A könyv áttekintést ad a rakétafegyver történetéről, szerkezeti fejlődéséről, a különféle irányítási rendszerekről, indítóberendezésekről. A szárazföldi rakéták bemutatása után az interkontinentális és a globális rakéták felhasználásával ismerkedik meg az olvasó. A szerző részletesen foglalkozik a páncélelhárító és a légvédelmi rakétákkal.

A számos fényképpel és vázlattal illusztrált könyv befejezésképpen a rakétaelhárítást és annak eszközeit ismerteti.

Kötve kb. 232 oldal, ára: kb. 21,— Ft

SZYMON PILECKI

Ikarosznál bölcsebben

A külföldön nagy sikert aratott mű érdekes formában ismerteti mindazokat a tényezőket, amelyek a korszerű repülőgépen utazó ember biztonságával és védelmével függenek össze.

A könyv a sebességnek, a túlterhelésnek és repülési magasságnak az emberi szervezetre kifejtett hatását elemezve, rámutat azokra a fizikai és pszichikai tulajdonságokra, amelyeket a repülőgép személyzetétől megkívánnak avégből, hogy biztonságosan vezethessék gépüket. A számos fényképpel illusztrált könyv részletesen tárgyalja a repülőgépek biztonsági berendezéseit.

Kötve kb. 232 oldal, ára: kb. 20,— Ft

haditechnikai szemle

A Magyar Néphadsereg műszaki tudományos és ismeretterjesztő folyóirata

2

ELSŐ ÉVFOLYAM 1967 ÁPRILIS—JÚNIUS

Önjáró rakéta-tüzérség éjszakai bevetésen (A szárazföldi csapatok fegyverzete... c. cikkünkhöz – MTI foto)

haditechnikai szemle

A Magyar Néphadsereg
műszaki tudományos
és ismeretterjesztő folyóirata

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

A szerkesztő bizottság elnöke
SÁRDY TIBOR mérnök-ezredes

Felelős szerkesztő
NAGY ISTVÁN GYÖRGY okl. gépészmérnök

A szerkesztőség címe
Budapest 114, Postafiók 26.

Kéziratok megőrzésére és
visszaküldésére nem vállalkozunk

Kiadja
a Zrínyi Katonai Kiadó,
Budapest 134, Postafiók 31.

Felelős kiadó
BEDŐ LÁSZLÓ ezredes

Megjelenik negyedévenként
Előfizetési ára egész évre 24,— Ft
Egyes szám ára 6,— Ft

Terjeszti a Posta Központi Hírlap Iroda
Budapest V., József nádor tér 1.
Egyéni csekkszámlaszám: 61 297, közületi: 61 066
vagy átutalás az MNB 8. sz. fiókjánál vezetett
folyószámlára

Index szám: 25381

6700968-2 — Zrínyi Nyomda, Budapest
Felelős: Bolgár Imre

LŐRINCZ ISTVÁN
mérnök-őrnagy

A szárazföldi csapatok fegyverzetének fejlesztési irányai

A hadviselésben, s különösen a haditechnikában lejátszódott forradalom hatásaként a korszerű haderőket elsősorban rakéta-nukleáris háború megvívására készítették fel. Ennek ellenére a hadseregek fegyverzetében jelentékeny a szerepe a növekvő ütemben modernizálódó hagyományos fegyverzetnek. A lehetséges háborúk sokfélesége a haderők egyoldalú fejlesztésének ellentmond. Ezért világszerte nemcsak arra készülnek fel, hogy az esetleges rakéta-nukleáris háború követelményeit kielégítsék, hanem emellett a fegyveres erőknek a hagyományos fegyverekkel megvívandó háborúkra is készen kell állniuk.

A harceszközök fejlesztési főirányai szoros kapcsolatban vannak az egyes államok gazdasági lehetőségeivel, tudományos és műszaki fejlettségük szintjével. Ezeken kívül a jelenkori háború sajátosságai határozzák meg döntő módon a haditechnikai eszközök, elsősorban a fegyverzet fejlesztési követelményeit.

Az atomfegyverek megjelenéséig a szárazföldi csapatok fegyverzeti rendszere a tüzérségi-, a harckocsi- és a lövészfegyvereket foglalta magában.

A *tüzérség* képviselte a szárazföldi csapatok legfontosabb tűzcsapásmérő erejét. Feladatai közé tartozott az ellenség élőerőinek és harceszközeinek lefogása és megsemmisítése, a tüzérség rombolta az ellenség műszaki építményeit, s biztosította a lövészek és a harckocsik támadását. Csapásait az ellenségre a légierővel együttműködve mérte.

A II. világháború utáni években a tüzérség fejlesztését a háborús tapasztalatok határozták meg. Korszerűsítették a meglevő tüzérségi fegyvertípusokat, és újakat hoztak létre. A fejlesztésnek ebben a szakaszában növekedett a tüzérségi fegyverek lőtávolsága, megnőtt a lövedékek célban kifejtett hatása, pontosabbá vált a tűzvezetés, fokozódott a manőverező képesség.

Ez a fejlesztési irány az ötvenes évek második feléig nem változott, jóllehet ekkor már fő csapásmérő eszköznek az atomfegyvert tekintették. Az is közrejátszott a fejlesztési irányzat fennmaradásában, hogy az idő tájt a nagyhatású atomtölteteket kizárólag a hadászati légierővel szándékozták célba juttatni.

A hagyományos fegyverzet helyének és szerepének megítélésében a különféle rakétafegyverek megjelenésével állt be a nagy fordulat. Az atomtöltetek hordozóiként most már a rakéták is tekintetbe jöttek, emellett a szárazföldi csapatok kisebb egységeinél is bevezették az atomlőszereket.

Az *atomfegyverek* váltak a szárazföldi haderők legfontosabb megsemmisítő eszközeivé; fejlesztésükre összpontosították a tudomány és az ipar erőit. Az atomfegyvereket a célba juttató eszközök tulajdonságainak javításával, a nukleáris robbanó szerkezetek továbbfejlesztésével korszerűsítették.

A mai háború manőverező jellegű. Különösen előtérbe került a rakétacsapatok mozgékonysága, légi úton való szállíthatósága, sőt a harcászati rakéták úszóképessége is. Az idevágó követelmények teljesíthetők, ha csökkentik a rakétarendszerek súlyát és méreteit, nagy hatótávolságú és terepjáró képességű hordozó járműveket használnak, csökkentik a kiegészítő- és vontatóeszközök számát, s a rakétarendszerek áttelepítését légi szállítással végzik. A nagy mélységben elhelyezkedő ellenséges erők és eszközök megsemmisítése megkívánja a rakéták hatótávolságának további növelését. Az elmúlt években a harcászati rakéták hatótávolságát másfélszeresére, a hadműveleti-harcászati rakétákét pedig több mint kétszeresére növelték. A rakétahajtóanyagok között a szilárd hajtótöltetek egyre nagyobb jelentőségre tesznek szert.

A különféle atomlőszer-típusok rombolóképessége széles skálát ölel át. A nagyhatalmak szárazföldi erőinél már olyan atomlőszereket rendszeresítettek, amelyek trotilegyenértéke néhányszor tíz tonna és több száz kilotonna között van. Folytatják azokat a fejlesztési munkákat is, amelyek célja a hasadó anyagok hasznosítási tényezőjének fokozása, főként a kis trotilegyenértékű atomtöltetek kialakításában. Ha itt sikerül megfelelő eredményt elérni, akkor a kis méretű atomlőszerek rombolóképessége jelentősen növelhető lesz.

Az új típusú fegyverek mellett továbbra is nagy szerepet szánnak a korszerűsített hagyományos tüzérségi eszközöknek. A tüzérség találati pontossága ma is kiváló, tűzmegnyitása rendkívül gyors, manőverező képessége nagyon jó. Ezért a harcászati atomfegyverek leküzdésén kívül a tüzérség olyan feladatok elvégzésére is alkalmas, amelyeket atomfegyverekkel vagy más pusztító eszközökkel nem lehet minden esetben megoldani. Többek között a tüzérségre hárul az ellenséges tüzérség, a harckocsik, a rádiótechnikai eszközök és más, nem nagyméretű objektumok elleni harc feladata.

Ez indokolja, hogy a legtöbb iparilag fejlett országban fokozzák a *csöves tüzérségi fegyverek* tökéletesítésére irányuló kutatásokat. Az amerikaiak az elmúlt évtizedben kétszer is korszerűsítették tüzérségüket, s ugyanez az irányzat érvényesül az angol és a francia hadseregben is. Világszerte számos új tüzérségi rendszert dolgoztak ki. A harckocsi- és a gépesített lövész hadosztályok fegyverzetében önjáró tarackok jelentek meg. Olyan lövegeket alakítottak ki, amelyek egyesítik a tarackok és az aknavetők tulajdonságait. Kialakítot-

1. kép. A szilárd hajtótöltetek egyre nagyobb jelentőségűek

ták azokat a kis méretű atomlőszerek tüzelésére alkalmas lövegtípusokat, amelyek korunk háborúiban különös fontosságúak lehetnek.

A *reaktív tüzérségi fegyverek* közvetlenül a II. világháború előtt jelentek meg, s hamarosan a megsemmisítő tűz hatékony eszközeinek bizonyultak. Ezek a fegyverek a tüzérség tűzhatásának növelésében ma sem veszítettek jelentőségükből. A háború után új típusaikat fejlesztették ki, növelték a reaktív lövedékek hatását, találati pontosságukat és lőtávolságukat. Amerikai katonai szakértők vegyi harcanyagok célba juttatására tartják elsőrendűen alkalmasnak a szóban forgó tüzérségi fegyvereket. A csoportos élőerőkre mért csapások szempontjából a reaktív fegyverek fölénye vitathatatlan a csövesekkel szemben. Ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy gyors ütemű, mozgó harc közben a reaktív tüzérség a megsemmisítés igen hatásos eszköze lehet.

A harceszközök továbbfejlesztésével újabb követelmények lépnek előtérbe. Nem csupán a tüzérség lőtávolságát, a lövedékek hatását, a manőverező képességet, a tűzhatást kell fokozni, hanem a fegyverek kezelőit is meg kell védeni a hagyományos és a tömegpusztító fegyverek hatásaival szemben egyaránt.

Különösen fogas kérdés a tüzérség manőverező képességének további növelése. A korszerű háborúban, a csapatok állandó tűztámogatására a tüzérség mozgékonyságának meg kell közelítenie a harckocsik és a páncélozott csapatszállító járművek jellemzőit. Ezért fejlesztik az *önjárólöveg-rendszereket,* tökéletesítik a gépi vontatóeszközöket. A tüzérségi fegyvereket mindinkább légi úton szállítják. Támadásban – a támogatandó csapatokhoz hasonlóan – a vízi akadályokat a tüzérségnek is menetből kell leküzdenie. Ezért vezették be az önjárólövegek konstrukciójában az alumíniumötvözeteket és a műanyagokat: egyrészt a súly csökkentésére, másrészt az úszóképesség növelésére.

A szárazföldi csapatok felszerelésében az önjáró tüzérség megjelenése nagy fontosságú. Az önjáró tüzérség ugyanis nem csupán gyors manőverező képességével tűnik ki, hanem állandóan harci készenlétben tartható, ezenfelül a tömegpusztító fegyverek hatásaival szemben bizonyos védettséget nyújt a személyzetnek. A tüzérségi vontatók kiküszöbölése megrövidíti a menetoszlopokat, csökkenti a szállítóeszközökben és a légiszállító térben mutatkozó igényt, s ilyenformán a tüzelőállások berendezésének műszaki munkája is kisebb terjedelmű lesz. Az összfegyvernemi harc manőverező jellege a harcvonal első körzetében megköveteli az önjáró tüzérség alkalmazását.

A II. világháborúban, majd az utána következő évek folyamán az *aknavetők* a tüzérségi fegyverrendszerben előkelő helyet foglaltak el. Az atomfegyverek megjelenésével csökkent ugyan az érdeklődés az aknavetők iránt, de fejlesztésüket nem szüntették meg. Megfigyelhető, hogy a nagyobb űrméretű aknavetőket is átirányítják a kisebb egységekhez. A 81 mm-es aknavetőket pl. az amerikai szárazföldi hadseregben, úgyszintén a Bundeswehrben is a célzott tűz alapvető fegyvereiként a lövész századokhoz szervezik, a 106,7 és a 120 mm-es aknavetőket pedig a zászlóaljaknál alkalmazzák.

Az aknavetők súlyának csökkentésére különféle öntvényeket használnak fel, bizonyos mértékig enyhítve a vetőcsövek szilárdsága és élettartama iránti követelményeket. A lőtávolságot az aknagránátok aktív-reaktív hajtása által fokozzák, s így a 120 mm-es aknavetővel elérik a 10 km-es lőtávolságot is. A mozgékonyságot az aknavetők önjáróvá alakítása révén növelik meg, a tűzzel való manőverezéshez a körtüzelést teszik lehetővé. A közeljövőben többcsövű aknavetők jelennek meg a tűzsűrűség fokozására, emellett bővítik a szállított lőszerkészletet, javítják a töltés módját.

Akár sor kerül az atomfegyver alkalmazására, akár nem, az aknavetők továbbra is az egyedi célok gyors megsemmisítésének nélkülözhetetlen eszközei maradnak; házfalak és más fedezékek mögött levő célokat a lövész alegységek nem tudják más fegyverekkel leküzdeni. Az aknavetőknek természetesen együtt kell mozogniuk a csapatokkal, gyorsan kell kibontakozniuk, rövid előkészítés után kell tüzet nyitniuk, majd gyors gyülekezés után ismét folytatják útjukat. Ezt számottevő mértékben megkönnyíti önjáróvá tételük. A tüzérségi lövegekkel való összehasonlításkor lényegesen esik latba egyszerűbb felépítésük, olcsóbb gyártásuk. A lövegekhez képest hosszabb az aknavetők csőélettartama, nagyobb a tűzgyorsaság, kedvezőbb a gránát töltetaránya, végül az aknavetők viszonylag kisebb súlya növeli a mozgékonyságot és a terepjáróképességet.

Az atomfegyverek hatásával szemben a legjobb védelmet a *harckocsik* nyújtják, egyszersmind igen

nagy a tűzerejük, a tűzteljesítményük, a manőverező képességük. Nem véletlen tehát, hogy az atomcsapás hatása nyomán mutatkozó eredmények kihasználásában az övéké a legfontosabb szerep. Az iparilag fejlett országokban előtérbe állítják a harckocsiépítést, noha a távlati fejlesztés irányaira hatással van egyrészt az atomfegyverek elterjedése, másrészt a harckocsielhárító eszközök tökéletesedése is. Számításba véve a páncélelhárító eszközök hatékonyságának növekedését, az egyes hadseregek mindenekelőtt a közepes harckocsik fejlesztésére törekszenek. E fejlesztés fő irányai a következők:

a) lövegstabilizátorok, távmérők alkalmazásával növelik a tűzerőt, lehetővé teszik a célzott tüzelést a harcjármű mozgása közben is;

b) fokozzák a páncél- és sugárvédettséget;

c) növelik a manőverező képességet, a hatósugarat, fokozzák a mozgékonyságot.

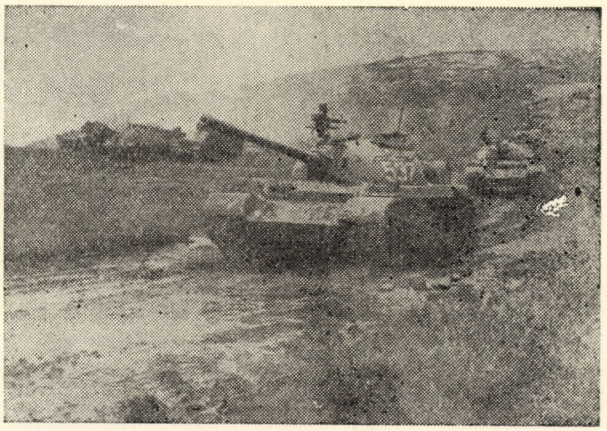
A közepes- és nehéz harckocsik harci tulajdonságainak fokozatos közeledésekor szinte önként vetődött fel az a gondolat, hogy a két harcjárműtípus előnyös vonásait egyesítő univerzális harckocsit hozzanak létre. Ezért fejlesztették ki az amerikai hadsereg számára az *M60* közepes típust, amely a 46 Mp súlyával nem haladja meg az *M48A2* közepes harckocsiét, fegyverzetében és páncélvédettségében pedig nem marad el a nehéz harckocsik mögött. Ilyen az 1963-ban rendszeresített angol *Chieftain* is, amelyet 120 mm-es harckocsiágyúval fegyvereztek fel. Úgy látszik, hogy az e típusokkal szerzett tapasztalatok alapján lemondanak a nehéz harckocsik további fejlesztéséről.

Egyes nyugati katonai szakértők még tovább mennek. Felvetik, hogy a páncélelhárító eszközök fejlődése gyorsabb ütemű a harckocsikénál, s ebből arra a következtetésre jutnak, hogy a közepes harckocsik helyett a könnyű harckocsiké a jövő. Hivatkoznak az utóbbiak nagyobb mozgékonyságára, jobb manőverező képességére. Ez a nézet azonban figyelmen kívül hagyja a rakéta-nukleáris háború harctevékenységeinek jellegét, s nem számol a közepes harckocsik távlati fejlesztési lehetőségeivel sem, éppen a manőverező képesség és a súlycsökkentés vonatkozásában.

A könnyű harckocsik ma valóban alacsonyabb körvonalúak és mozgékonyabbak, mint a közepes harckocsik. Fegyverzetük eléggé hatékony lehet ahhoz, hogy a siker reményében álljanak ki párviadalra a közepes harckocsikkal. Van azonban nem egy fontos harci jellemzőjük, mely elmarad a közepes harckocsiké mögött. Kevésbé állnak ellen például az atomfegyverek hatásainak, s védőpáncélzatuk is gyengébb.

Az atomháború lehetőségeit figyelembe véve, azokat a védőrendszereket is fejlesztették, amelyek megóvják a harckocsi személyzetét az ABV-fegyverek káros hatásaitól. Hermetikus zárással, szűrő-szellőztető berendezésekkel, úgyszintén különleges bélések beépítésével megnövelték a harckocsik és a páncélozott szállítójárművek küzdőterének védettségét. A bélések lényegegesen gyengítik az áthatoló sugárzást, a megfelelő hermetizálás csökkenti a léglökési hullám hatását, emellett a sugárzó por sem jut be a jármű belsejébe. Ezekkel a harckocsikkal erősen szennyezett terepszakaszokon is huzamosabb ideig lehet tevékenykedni.

A tűz és a mozgás egységének elve ma is változatlanul érvényes. A harckocsik fejlesztésében még egyáltalában nem merítették ki a lehetőségeket. A fegyverzet teljesítményét és a mozgékonyságot egyidejűleg növelik. Kutatják, miként lehet a harckocsilövegek lőtávolságát fokozni, tüzelésüket hatékonyabbá tenni olyan megoldásokkal, amelyek nem járnak a harcjármű súlynövekedésével. Így többek között új robbanóanyagokkal szerelt harckocsi lőszereket alakítanak ki, továbbá sokoldalú, egységesített fegyverrendszer megteremtését tűzték ki célul. Az összetett fegyverrendszert jellemzi, hogy nemcsak a hagyományos lőszerek tüzelését teszi lehetővé, hanem egyszersmind kis méretű irányított rakétalövedékek indítására is alkalmas. A különféle harcászati rakétafegyverek indítószerkezetei egyre gyakrabban jelennek meg a harckocsikon mind alapvető, mind kiegészítő fegyverként.



2. kép. Közepes harckocsijaink megvalósítják a tűz és mozgás egységének elvét

Tovább fejlesztik a harckocsilövegek irányzóberendezéseit, olyan tűzvezető műszerek kerülnek használatba, amelyek a pontos tüzelést a napszaktól függetlenül lehetővé teszik.

A harckocsik távlati fejlesztése a szárazon és a vízen egyaránt gyorsan mozgó, légi úton is szállítható típusok kialakítására irányul. Nagyobb teljesítményű motorok jelennek meg, tökéletesíteni igyekeznek az erőátvitelt és a futóműveket. A harckocsik és a lövészek együttműködésének biztosítása új feladatot vet fel: közelíteni kell egymáshoz a harckocsik és a lövészek védettségének mértékét, továbbá a lövészek számára biztosítani kell a harcfeladat végrehajtásának lehetőségét. A jelzett komplex feladat megoldására két út kínálkozik: egyfelől páncélozott csapatszállító járművek széles körű bevezetése, másfelől olyan páncélozott eszközök kialakítása, amelyek egyesítik magukban a szállító- és a harcjárművek kedvező tulajdonságait.

A korszerű szárazföldi *csapatszállító harcjárművek* harcászati-műszaki jellemzői a jó mászóképesség, a nagy manőverező képesség, a csekély súly, az alacsony körvonal, a kedvező páncél- és különleges védettség. A harcjármű megóvja személyzetét a nagy űrméretű lövészfegyverek tüzétől, a tüzérségi lövedékek repeszeitől, az ABV-fegyverek egyes hatásaitól. Ezek a járművek légi úton is szállíthatók. A harcjárművek fegyverzetének tűztámogatást kell nyújtania a harckocsik páncélelhárító eszközök elleni harcához és a deszant

gyalogos harcrendben vívott harcához egyaránt. Meg kell küzdenie az alacsonyan szálló, nem nagy sebességű légicélokkal, fel kell vennie a harcot az ellenség könnyű páncélzatú járműveivel, élőerőivel, úgyszintén egyéb álló és mozgó célokkal is.

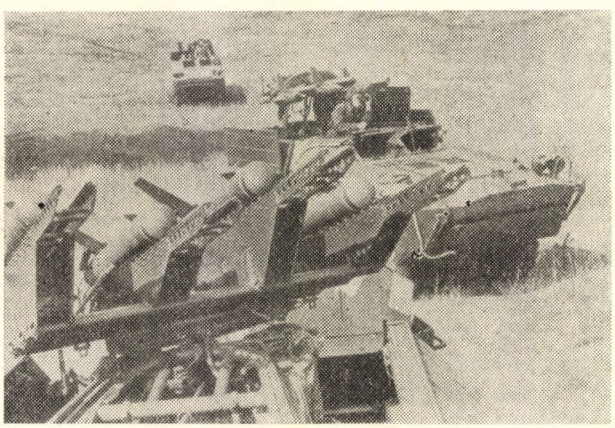
A lövészek harcjárművének nappal is, éjszaka is eredményes harctevékenységet kell folytatnia, hatótávolsága tehát nem maradhat el a harckocsié mögött, sokoldalú műszerezése pedig elengedhetetlen. Ezért szerelik fel figyelő- és irányzóműszerekkel, a saját helyzetének meghatározásához szükséges navigációs berendezéssel, valamint olyan hírközlő berendezéssel, amelynek segítségével kapcsolatot tart a személyzet tagjai, továbbá az egyes járművek és a kötelékek között.

A NATO-tagállamok többsége elfogadta azokat az alapkövetelményeket, amelyek a tervezett páncélozott szállító harcjármű jellemzőit előírják. Eltérő az angol és a kanadai hadsereg álláspontja, amely szerint a jelenlegi páncélozott csapatszállító járművek továbbra is megfelelnek, lecserélésük ma még nem időszerű.

A páncélozott szállító harcjárművek különféle fedélzeti- és egyéni fegyverrendszereinek egyesítésére irányuló törekvések még nem jelentik azt, mintha ezek a harcjárművek máris megfelelnének az univerzális harceszközök iránti igényeknek. Ezt a célt jelenleg csupán a szállító harcjárművek különleges rendeltetésű változataival érik el, ilyenek a löveg, az aknavető, a reaktív vető és a páncélelhárító ágyú önjáró formái stb., mint a gépesített lövész alakulatok támogató tűzfegyverei.

Összegezve a harckocsik és a páncélozott szállító harcjárművek fejlesztésének fő irányait, megállapítható, hogy ezek az eszközök a közeljövőben párhuzamosan fognak fejlődni. A szárazföldi csapatok alegységeinek alapvető harcrendi elemeit a páncélozott szállító harcjárművek és a lövészpáncélosok alkotják majd.

A páncélozott harcjárművek távlati fejlesztésében olyan irányzatot is találunk, amely a harckocsi és a lövészpáncélos egymáshoz való közeledését sejteti. Egyrészt a harckocsipáncélzat súlyát csökkentik, másrészt a lövészpáncélosok páncélvédettségét fokozzák a harci súly viszonylag kis méretű növelésével. Erre mód nyílik a könnyűfém páncélzat és a műanyagok felhasználása által. Végeredményben a közepes harckocsi súlya is, a páncélozott szállító harcjárműé is közeledik a jelenlegi könnyű harckocsik súlyához. Manőverező képességben azonban mindkét típus fölényben lesz a mai könnyű harckocsihoz képest, figyelembe véve légi szállíthatóságukat és úszóképességüket is. A fegyverzet, a védettség és a mozgékonyság tekintetében tehát a jövő páncélozott harcjárművei azonos szintre kerülhetnek a harckocsikkal. A tudomány és a technika legújabb eredményeinek felhasználásával talán azt is elérhetjük, hogy a ma még két külön harcjármű-típust olyan sokoldalú páncélozott jármű váltsa fel, amely a szárazföldi csapatok legfontosabb harci-szállító járműve lehet.



3. kép. A harc sikere nagyrészt a páncélelhárítás hatékonyságának a függvénye

Amint a szárazföldi csapatokat harckocsikkal és páncélozott szállító járművekkel szerelték fel, a hadműveletek és a harc sikere javarészben a *páncélelhárítás* hatékonyságának függvénye lett. A páncélelhárító fegyverek fejlesztésének gondolata is érthető módon előtérbe került.

Az atomfegyverek elterjedése után is az ellenséges harckocsik elleni küzdelemben a szárazföldi csapatok legfontosabb, tömegesen bevetésre kerülő harceszközei a páncéltörő lövegek, a harckocsik és a hátrasiklás nélküli lövegek maradtak. Mindössze annyi a változás, hogy a hátrasiklás nélküli lövegeket az irányított rakétalövedékek szorítják ki. Számottevő azonban a kézi páncélelhárító fegyverek fejlődése; ezek mintegy kiegészítik a hordozható és önjáróállványos kivitelben egyaránt fellelhető irányított rakétafegyvereket.

Említésre méltó, hogy a páncélelhárító irányított rakétafegyverekre fordított kísérletek ellenére meglehetősen kiütközik a jelenlegi típusok néhány negatív vonása. Elegendő rámutatnunk az indítóállás előtti csökkent hatásra, az ún. holttérre, továbbá a körtüzelés hiányára, a kis tűzgyorsaságra, a menet közbeni célrairányítás korlátaira. Az a körülmény sem hagyható figyelmen kívül, hogy indításukhoz és célravezetésükhöz viszonylag nyílt terepszakaszra van szükség. A páncélelhárító irányított rakétalövedékek további fejlesztésének útjában még egy súlyos nehézség áll; nevezetesen, hogy ezek a fegyverek „minden időbeni" automatikus irányítórendszert, különösképpen pedig passzív önirányító fejet is igényelnek.

Ámbár az irányított rakétalövedékek hatékonysága rövid távon elmarad a páncéltörő tüzérségétől, szerepe mégsem csökken az ellenséges harckocsikkal vívott küzdelemben. Éjszaka, erősen átszeldelt terepen, csökkent látási viszonyok között vagy a harctér szakaszos ködösítésekor a páncéltörő tüzérségnek továbbra is fontos a szerepe az ellenséges harckocsik elleni küzdelemben. Ezért fordul fokozott figyelem a pásztázott lőtávolság növelésére és a védettség fokozására. Az ágyút is, a kezelőket is páncélzattal kell védeni; ezért jelenik meg egy minőségileg új páncélelhárító fegyverrendszer, az „elfogó harckocsi", más néven harckocsivadász vagy páncélvadász. Különleges típusú tüzérségi harcjármű ez, amelyre – a harckocsikkal együtt – fontos szerep hárul a páncélelhárításban.

Nincs megállás a *csapatlégvédelmi eszközök* fejlesztésében sem. A légvédelmi rakétafegyverek új, tökéletesített típusai bármilyen időjárási körülmények között nagy találati pontossággal semmisítik meg az ellenséges repülőgépeket.

Állandóan csökkentik a légvédelmi rakétarendszerek indításához szükséges időt. Nagy figyelmet fordítanak arra, hogy a légvédelmi eszközöket légi úton szállítsák, s az oltalmazandó csapatokkal együtt áttelepíthessék őket. Különösen a légi úton szállított csapatok deszan-

tolás utáni légi oltalmazásához van szükség kis méretű rakétaindító állványokra, valamint könnyű, hordozható légvédelmi rakétafegyverekre.

A légvédelmi rakétarendszerekkel egyidőben nem hanyagolják el a csöves légvédelmi tüzérség fejlesztését sem. Növelik a tűzsűrűséget, a tűzvezetés pontosságát. A légvédelmi tüzérség eszközei ugyanis különösen hatékonyak az alacsonyan támadó ellenséges repülőkkel szemben. Meggyőzően igazolják ezt a vietnami háború tapasztalatai.

A szárazföldi haderő csapatlégvédelmének legsúlyosabb problémája az ellenséges rakéták elleni harc. Ennek a feladatnak a megoldásához nagyon bonyolult légvédelmi rendszerekre van szükség. A harcászati rakétafegyverek térhódítása azonban az elhárító rendszer bonyolultsága ellenére is kitartó kutatásra kényszeríti a szakértőket.

Az atomfegyverek térhódítása a szárazföldi csapatok harctevékenységére hatott, ez a változás pedig befolyásolta a *lövészfegyverek* fejlődését. Teljesen áttértek az automata fegyverekre, az egységes tölténytípusra, csökkentek a méretek és a súlyok, fokozódott a tűzgyorsaság és a találati pontosság. Nagyon lényeges a fegyverek működési biztonsága a legszélsőségesebb éghajlati viszonyok között. További követelményeket jelentett az az igény, hogy ezeket a fegyvereket a napszaktól függetlenül alkalmazzák, s megvalósíthassák a harci- és szállítójárművekről történő tüzelést is. A pontcélok leküzdésén kívül a területtűz és az aktív páncélelhárítás feladata is sürgetően jelentkezett a lövészfegyverek fejlesztésében.

A szárazföldi haderők fegyverzet-fejlesztési irányainak rövid áttekintése is jól szemlélteti, hogy az atomfegyverek térhódítása ellenére komolyan foglalkoznak a hagyományos fegyverzet új típusainak kidolgozásával, a meglevők tökéletesítésével.

4. kép. Lövészfegyvereink szélsőséges éghajlati viszonyok között is működésbiztosak

Arról sem szabad megfeledkeznünk, hogy a különféle költséges fegyvertípusok egyidejű fejlesztése még a gazdaságilag fejlett országok számára is súlyos feladat. Az új harceszközök sokféle típusa megnehezíti a kiképzést, gátlóan hat a harckészültségre, s bonyolulttá teszi a gyors ütemű harctevékenységek során a vezetést.

Az elmúlt évek fejlődését a fegyverek különféle típusaira fordított szabványosítási és egységesítési munka jellemzi. Harceszköz-családok kialakításával igyekeznek egyesíteni a fegyverzet gazdaságosságát és hatékonyságát, bár ez nagyon gyakran nem könnyű feladat.

Adottságaink és lehetőségeink alapján mind szélesebb körben érvényesül az a fejlesztési elv, hogy csak akkor indokolt új fegyverzet kidolgozása vagy vásárlása mellett dönteni, ha egyértelműen bebizonyosodott, hogy a meglevő típusok továbbfejlesztése már nem vezet a szükséges eredményre.

levélszekrény

Mindazoknak az olvasóinknak, akik lapunk megjelenése alkalmából üdvözölték a szerkesztőséget, ezúton mondunk köszönetet. Számos olvasónk javasolja a Haditechnikai Szemle terjedelmének bővítését. Olvasóink e kívánságával egyetértünk, de egyelőre meg kell elégedni a jelenlegi keretekkel.

A Haditechnikai Szemle adott terjedelme korlátozza, hogy hosszabb cikkeket fogadjunk el közlésre. Arra törekszünk, hogy minden számban lehetőleg sokféle témával foglalkozhassunk. Ezért egy-egy cikk kéziratának terjedelme általában nem haladhatja meg a 8 szabványos gépelt oldalt. Folytatásos cikkek közlésére sem vállalkozhatunk, hiszen ilyenformán egy téma teljes anyagának közlése esetleg egy évig is eltartana.

Felhívjuk dolgozótársainkat, hogy beküldésre szánt cikkeiket ennek megfelelően készítsék el.

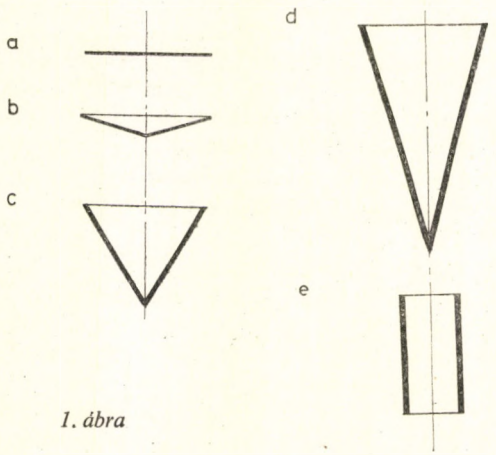
Kérjük olvasóinkat, hogy munkaterületükön támogassák a Haditechnikai Szemle terjesztési propagandáját. Ha lapunk olvasótábora megnő, hamarább kerülhet sor a terjedelem bővítésére, vagy arra, hogy folyóiratunk sűrűbben jelenjék meg.

CZAPEK BÉLA
mérnök-őrnagy

Robbanóanyaggal gyorsított nagy sebességű lövedékek

Tudvalevő, hogy az olyan robbanótöltet, amely a céltárgy felé üreges felületet mutat, nagyobb romboló hatást hoz létre, mint a sík felületű. Az így kialakított töltetet nevezzük üreges vagy kumulatív töltetnek, hatását pedig kumulatív hatásnak. Ez utóbbi megjelölés onnan származik, hogy az említett üreg mintegy felhalmozza, idegen kifejezéssel élve: kumulálja a robbanóanyag romboló energiáját.

Akár sík, akár üreges felületű robbanótöltetről van szó, bármelyikük akkor fejti ki a legnagyobb romboló hatását, ha közvetlenül a céltárgyra helyezik és ott robbantják. A töltet üregébe betétet téve, vagyis az üreget valamilyen fémmel vagy más, nagy hőmérsékletet tűrő anyaggal (pl. üveggel) bélelve ki, a hatás megváltozik. Ebben az esetben ugyanis a legnagyobb rombolást a céltárgytól bizonyos távolságban elhelyezett és felrobbantott töltet fogja kifejteni. A rombolt terület ekkor lényegesen kisebb, mint a töltetnek a cél felé mutató felülete, a rombolás mélysége pedig sokkalta nagyobb, mint béleletlen üreges töltettel. A mai kumulatív töltetek kúpos üreggel készülnek, amelyet vas vagy réz béléssel látnak el.



1. ábra

A legújabb kutatások a kumulatív hatás szélső eseteinek tanulmányozására irányulnak. Ezeket a szélső eseteket az említett kúp nyílásszögének minden határon túl történő csökkentése vagy növelése révén származtatjuk.

Ha a leginkább használt kúpbélés (1. ábra *c*) nyílásszögét csökkentjük, akkor a betét előbb egy erősen hegyesszögű alakot vesz fel (1. ábra *d*), végül szélső esetben hengerformájúvá alakul (1. ábra *e*). A nyílásszög növelésével a betét tányéralakú lesz (1. ábra *b*), szélső esetben pedig sík lappá válik (1. ábra *a*). Vizsgáljuk meg, hogyan viselkednek az egyes betétformák a robbanási folyamatban.

Elméletileg tisztázott folyamat a kúpos üregű kumulatív töltetek működése. A mintegy 10^5 kp/cm² robbanási nyomás hatására a béléskúp fokozatosan összenyomódik és folyékonnyá válik. Eközben a betétkúp belső részéből igen nagy sebességű (7 – 10 km/sec) sugár lép ki. A sugár hegyének sebessége rendszerint meghaladja a robbanóanyag detonációs sebességét. A sugár tömege a bélés teljes tömegének alig egyötöd része, átmérője pedig néhány milliméter csupán, de hossza nagy lévén, keresztmetszeti terhelése rendkívül nagy. Ez a sugár üti át a páncélt.

Az említett nagy sebességű sugáron kívül a betétkúp külső részén egy kb. 1 km/sec sebességű sugár alakul ki, mely az előbbi sugár hátsó részéhez csatlakozik. Ezáltal az együttes sugár tovább húzódik szét, s így a keresztmetszeti terhelés még inkább növekszik. Ez a magyarázata annak, hogy a legnagyobb átütő teljesítmény a töltettől bizonyos távolságban lép fel.

A szóban forgó távolságot emelési magasságnak nevezzük. Ha ez túlságosan nagy, akkor a sugár egyes részei szétszakadnak és szétrepülnek a sebességkülönbségek miatt. A lövedék hatása ilyenkor számottevő mértékben csökken. Ezek szerint tehát az adott nyílásszögű kúphoz meghatározott optimális emelési magasság tartozik, s ezen a távolságon adja a kumulatív töltet a legnagyobb páncélátütést.

A gyakorlatban 30 – 70°-os nyílásszögűek a kúpbélések, de a páncélátütés szempontjából a nyílásszög nagysága e határok között csaknem elhanyagolható. Leginkább elterjedt az 50° körüli béléskúpok használata, mert ezzel a nyílásszöggel a legkedvezőbb a robbanóanyag-súly és az emelési magasság.

A legnagyobb páncélátütés értékét az alábbi tapasztalati képletből számíthatjuk ki:

$$E = \frac{\alpha \cdot D}{30}$$

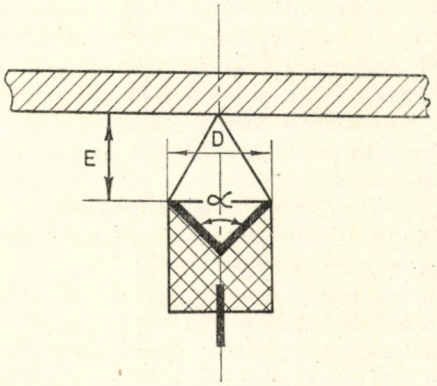
ahol E az emelési magasság, D a kúp alapkörének átmérője (kaliber), α a kúp nyílásszöge (2. ábra).

Az emelési magasság lényegéhez hozzá tartozik, hogy ezen a távolságon, valamint a kúpban a levegőn kívül semmiféle idegen anyag sem lehet jelen, ellenkező esetben a kumulatív hatás nagymértékben lecsökkenne, illetve ki sem alakulna. A repülő kumulatív töltetekre az emelési magasságot rendszerint egy ballisztikai süveg adja meg, az utász kumulatív robbanótöltetekre pedig általában egy háromlábú állvány. A kísérletek tanúsága szerint lényegesen megnőtt az átütés, ha a töltet és a céltárgy között léghíjas teret hoztak létre.

A páncélátütés mértéke egyenesen arányos az üreg legnagyobb átmérőjével, nevezetesen a jól tervezett üreges töltetek B páncélátütése az optimális emelési magasságon az üreg legnagyobb átmérőjének 2 – 4-szerese (3. ábra). Kis detonációs sebességű robbanóanyagra a kisebb, igen nagy detonációs sebességű robbanóanyagra és különlegesen kialakított töltet formára a nagyobb szorzótényező érvényes.

A páncélt csak a sugár elől haladó, nagy sebességű része (lövedék) üti át, a hátsó, kis sebességű résznek pedig, amelyben a sugár tömegének kb. 80 %-a mozog, a páncélátütésben nincs szerepe, sőt ez a sugárrész rendszerint az átütött lyukat eldugaszolja.

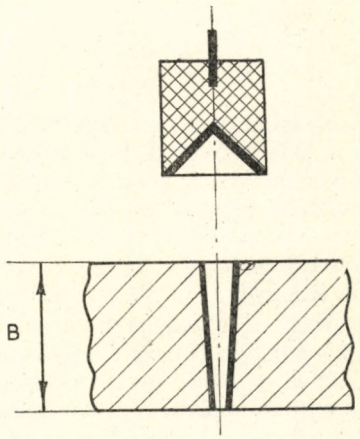
A kúpos töltetre jellemző, hogy igen vastag páncélok átütésére képes, az átütött lyuk hosszú és a kaliberhez viszonyítva kicsiny átmérőjű. A kúp nyílásszögének csökkentésével (1. ábra *d*) a sugár sebessége növekszik,



2. ábra

és az emelési magasság ezzel arányosan csökken. Az elméleti számítások szerint a sugár sebessége akkor éri el maximális értékét, ha $\alpha = 0°$, vagyis amikor az üreges töltet henger alakú (1. ábra *e*). A legnagyobb sebességérték ekkor kétszerese a robbanó anyag detonációs sebességének, vagyis kb. 16 km/sec. A töltetnek a 4. ábrán feltüntetett különleges indítást kell adni, hogy a robbanási front a csőre merőlegesen fusson be. A hengeres kumulatív töltetek jelentősége inkább elméleti, mint gyakorlati, ugyanis – a tapasztalatok szerint – itt kevésbé stabil lövedék képződik, mint a kúpos töltetekkel.

Ha a kúpos töltetek nyílásszögét növelik (1. ábra *b*), akkor csökken a kumulatív lövedék sebessége, és a

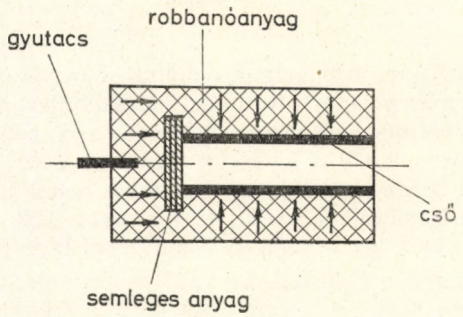


3. ábra

sugárhatás fokozatosan megszűnik. Egy bizonyos nyílásszögön túllépve kapjuk a robbanóanyaggal gyorsított nagy sebességű lövedéket. Ez a lövedék ugyan a kumulatív töltetek technikájához sorolható, de emellett önálló eszköznek is lehet tekinteni. Ezek szerint eljutottunk a kumulatív hatás már említett másik szélső esetéhez, amikor $\alpha = 180°$ és a kúp sík lappá (1. ábra *a*) ajul.

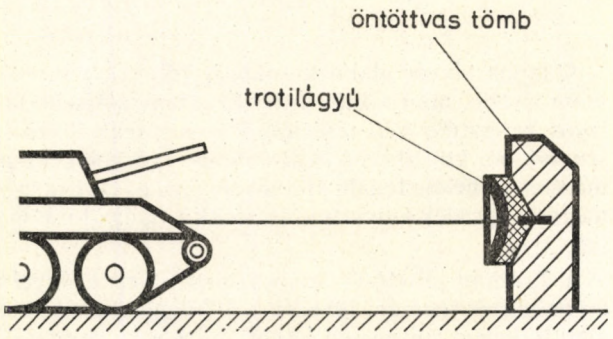
E töltetek fejlődése az úgynevezett lapos tányérból indult ki, melyet első ízben mintegy negyed századdal ezelőtt a magyar Misnay József javasolt és a gyakorlatban ki is próbált. Ezt a jelenséget Németországban Hubert Schardin és munkatársai szélesebb körű kísérletekkel és elméletileg vizsgáltak, ezért a nyugati szakirodalomban többnyire Schardin–Misnay-féle jelenségről beszélnek.

Misnay arra törekedett, hogy olyan robbanóanyaggal gyorsított nagy sebességű lövedéket alakítson ki, amellyel több száz méter távolságra tud leadni nagy páncélátütő képességű irányzott lövéseket. A kísérletek céljaira nagy öntöttvas tömböt készítettek (5. ábra). E tömbnek az volt a rendeltetése, hogy a visszahatás energiáját felfogja. Ennek üregébe helyezték a lapos alumínium tányérral bélelt trotiltöltetet (6.ábra) amellyel valóban sikerült célozott lövéseket leadni, de a remélt eredményt nem érték el. Misnay az eszköznek, amellyel a lövedék irányát kb. 1° pontossággal előre be lehet állítani, a „trotilágyú" elnevezést adta, Németországban a hasonló berendezést „Sprengstoffkanone" (robbanóanyagágyú) néven ismerik.



4. ábra

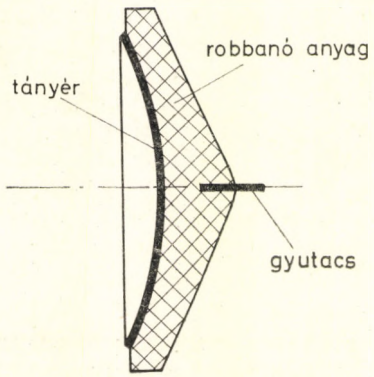
A trotilágyú esetében olyan nagy sebességgel repülő beirányzott lövedékről van szó, melyet a robbanási gázok nagy nyomásának segítségével gyorsítottuk fel a kívánt sebességre. Itt tehát egy robbanóanyag robbanása következtében felszabaduló vegyi energiát egy tömeg mozgási energiájává alakítottuk át. Ezt a folyamatot jól lehet a hagyományos lövedéknek a lövegcsőből való kilövésével összehasonlítani. De míg ott a cső és a lövedék mechanikai szilárdsága miatt legfeljebb kb. 4000 kp/cm²-es gáznyomás engedhető meg, hiszen ezen a nyomáson a fémek már a képlékeny alakváltozás határán vannak, addig a trotilágyú működésekor a nyomás nagyságrendekkel nagyobb s eléri a



5. ábra

négyzetcentiméterenkénti 200 000 kp-ot. Ezért ezt a nagy nyomást csak úgy tudjuk felhasználni, ha lehetőséget adunk a lövedék (a tányér) képlékeny deformálódására, sőt mint a kúpos bélésekről elmondtuk, az anyag cseppfolyósodására.

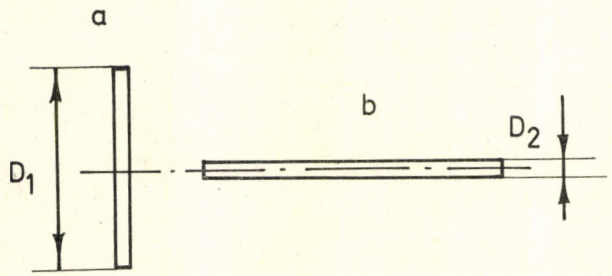
A 6. ábrán látható töltetek robbanását egy gyutacs indítja el. A robbanás gömbhullámok formájában terjedő homloka a lapos csészét csak tengelyében érinti



6. ábra

frontálisan, a tengelytől oldalirányban viszont ferdén. A tányér görbületi formáját, nemkülönben a tányér és a robbanóanyagréteg vastagságát úgy kell megszerkeszteni, hogy a betétkúp elemei a külső zónákban még befelé gyorsuljanak. Az egész betétkúp ezzel kisebb átmérőjűvé válik, de tömörnek kell maradnia, mert csak így képződhet a tányérból lövedék.

Ennek a hatásnak kedvező sajátossága, hogy – eltérően a kúpos üreges töltetektől – átütő hatást nagyobb távolságról is el lehet érni, hiszen a betétkúp egész tömege egyben marad, jóllehet a sebesség a légellenállás miatt a távolsággal arányosan csökken. E lövedék alakja ugyan nem a legelőnyösebb, mégis nagy sebessége folytán jelentős a páncélátütő képessége.



7. ábra

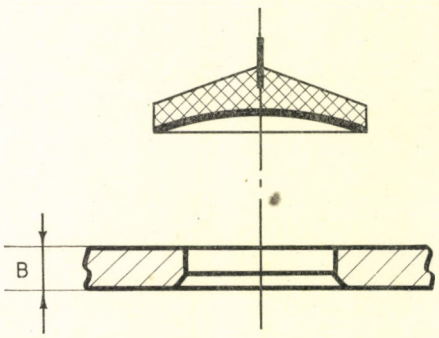
A lapos tányér alakú kumulatív töltetek páncélátütése kisebb, mint a kúposaké. Ez a tény a kisebb fajlagos keresztmetszeti terhelésből és a kisebb lövedéksebességből következik. A lövedékek fajlagos keresztmetszeti terhelése fogalmán tudvalevően a lövedéksúlynak és a lövedék keresztmetszetének a hányadosát értjük.

A 7. ábrán jól látjuk, hogy azonos lövedéksúllyal a lapos tányér formájú lövedék (*a*) fajlagos keresztmetszeti terhelése lényegesen kisebb, mint a kis átmérőjű, de hosszú kúpos betété (*b*). A nagy fajlagos keresztmetszeti terhelésű lövedék a páncélátütés folyamán kevésbé lassul, s így az átütés nagyobb mértékű lesz.

A lapos tányér alakú kumulatív töltetek jellemző vonása (8. ábra), hogy aránylag kis páncélvastagság átütésére képesek ugyan, de az átütött lyuk átmérője a kaliberhez viszonyítva nagy. Azok a lövedékek, amelyek súlya a robbanóanyag súlyának nagyjából a fele, legfeljebb mintegy 1,5 km/sec sebességre tehetnek szert, viszont a könnyebb csészék törés nélkül egészen 3 km/sec sebességre is felgyorsíthatók.

J. S. Rinehart és munkatársai a 9. ábra szerinti töltetekkel lényegesen nagyobb sebességre jutottak. Ez annak köszönhető, hogy ebben az elrendezésben a robbanási hullám hatása a fémbetétre majdnem merőleges irányú. A robbanóanyag energiakihasználása itt sokkalta gyengébb volt, mint a lapos tányér formájú lövedékkel. A legkedvezőbb hatásfok kb. $15^0/_0$ volt mintegy 2,5 km/sec sebességen. A kísérletek eredményei szerint kb. 4 km/sec sebességre gyorsultak fel azok a lövedékek, amelyek súlyviszonya, vagyis a lövedék súlyának a robbanóanyaghoz való aránya 1 : 100 körül volt.

A 12 mm átmérőjű acélbetétek súlya kb. 2 pond, a magnézium–lítium ötvözetből készülteké pedig 0,4 pond volt; e betétekkel 2–6 km/sec sebességeket értek el. Ilyen sebességeken rendkívül nagy levegőellenállás áll elő, mely igen számottevően fékezi a repülő testet



8. ábra

és a 6 km/sec sebességű sugárhegyen a hőmérséklet meghaladja a 20 000 fokot. Kilövéskor az acélbetétek erősen deformálódnak, a magnézium–lítium ötvözetűek pedig részben elégnek. Az igen kis keresztmetszeti terhelés miatt a sebesség 4 m-en belül 6 km/sec-ról 3,5 km/sec-ra csökken.

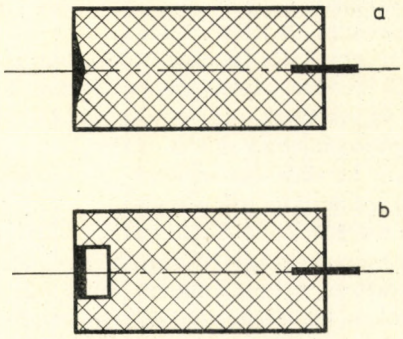
Figyelmet érdemel a 9. ábra *b* változata szerinti töltetforma, mely a gázpárna-hatás elvén alapszik. A fémbélés alatt hengeres üreget látunk; ebben a robbanás alkalmával gázpárna alakul ki, s ezáltal a fémbetétre ható nyomó igénybevétel lényegesen enyhébb, mint amikor a betét a robbanóanyaggal közvetlenül érintkezik. A gázpárna emellett igen nagy hőmérsékletre hevülve fel, a fémbetét amúgy is nagy kezdősebességét tovább fokozza. Ezekkel az 1 : 100 súlyviszonyú töltetekkel mintegy 5 km/sec-os lövedéksebességek adódtak.

Az eddig nyilvánosságra hozott eredmények között a legnagyobb lövedéksebességet, 7,6 km/sec-ot M. A. Cook érte el különlegesen kialakított 1 : 1000 súlyviszonyú töltetével.

A robbanóanyaggal gyorsított nagy sebességű lövedékek haditechnikai felhasználásának számos lehető-

sége van. Idevág többek között egy szabadalom is, amelyet 1962-ben nyújtottak be Nyugat-Németországban és amely Misnay trotilágyújának az elvét alkalmazza. Ez a szabadalom tulajdonképpen a trotilágyú gyújtóberendezésével foglalkozik. A 10. ábrán (*a*) látható a nagy nyílásszögű kúpos fémbetéttel készült, hengeres burkolatba helyezett robbanótöltet. E mögött van az elektromos gyújtóberendezés, a burkolat tetején pedig egy irányzék. A robbanótöltet lővonalát 1 – 1,5 m közötti magasságúra lehet beállítani egy háromlábú állvány segítségével. Ha a leküzdeni kívánt harckocsi keresztül megy az érintkezőkön és egyidőben mindkét érintkező zár, akkor bekövetkezik a töltet robbantása, s a lövedék mintegy 100 m távolságig leküzdi a célt.

A legújabb, irányított hatású gyalogság elleni repeszaknák is lényegében kumulatív eszközök. Mindössze

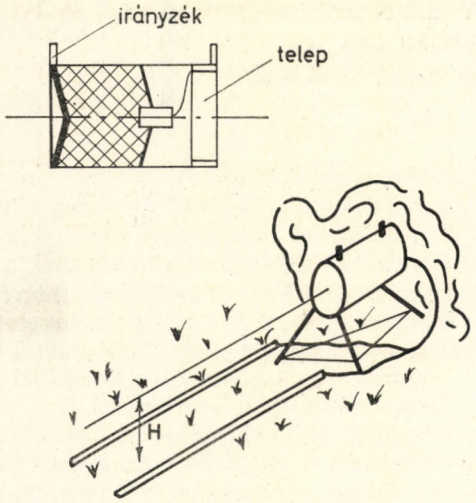


9. ábra

annyi az eltérés, hogy a bélésküp helyén 5 – 10 pond súlyú huzaldarabok vannak (11. ábra). A töltet robbanása ezeket az előre elkészített repeszeket irányítottan sugár alakban 150 – 200 m távolságra lövi ki. Az aknákat a földre vagy fára telepítik, majd beirányozzák a cél irányába, és megfigyelt vagy önműködő aknaként elektromosan vagy mechanikusan indítják.

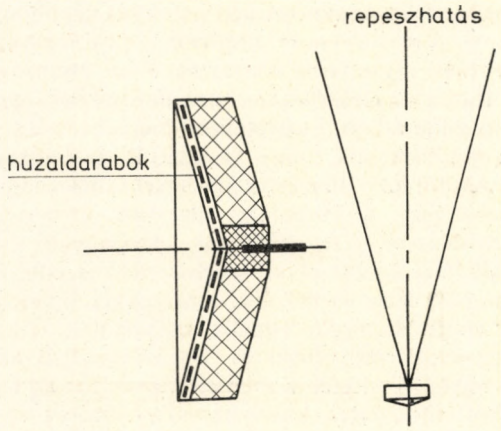
A lapos tányérral bélelt robbanótöltetek célszerűen használhatók fel a harckocsik fenékpáncélja elleni kumulatív aknákban. Ezek az aknák a követelményeknek megfelelően igen laposra készíthetők és hatásuk a harckocsik viszonylag vékony fenékpáncélja ellen igen jelentékeny lehet.

Végül néhány szót kell szólnunk a robbanóanyaggal gyorsított nagy sebességű lövedékek másfajta szerepéről is. A korszerű ballisztika fontos kérdésekre vár



10. ábra

választ az 5 km/sec-ot meghaladó lövedéksebességekkel végzett kísérletektől. Az egyik ilyen problémakörbe azok a különleges hatások tartoznak, amelyek a környező légkörben fellépő ionizáció folytán állnak elő. Nem kevésbé érdekesek azonban azok a vizsgálatok sem, amelyek a mesterséges égitesteket és az űrhajókat fenyegető meteorütközések problémáira irányulnak. Az ismertetett lövedékekkel ez utóbbi jelenségek laboratóriumi körülmények között szimulálhatók, s mód nyílik annak tanulmányozására, hogy az űrkutatás szerkezeti anyagai a szóban forgó ütközéseknek mennyire tudnak ellenállni.



11. ábra

NAGY ERNŐ
okl. gépészmérnök
egyetemi megbízott előadó

Megbízhatóság és haditechnika

A műszaki megbízhatóság problémájának puszta felvetése is a haditechnikai fejlesztő munkának köszönhető. A II. világháború alatt és után a különféle matematikai módszerek rohamosan tért hódítottak a katonai jellegű tervező (műszaki és hadműveleti) tevékenységben. Jellegzetes példa erre az operációkutatás, a játékelmélet, a sorbanállási elmélet, de ezektől eltérő módon – mintegy az elmélet és a gyakorlat teljes szintéziseként – a megbízhatósági elmélet is.

Az említett, jelentőségükben nem lebecsülendő szakterületektől eltérően, a megbízhatósági elmélet elemzésekor nem indukciós úton felállított eszmei modellekből indulunk ki. Csupán nagyszámú kísérleti adat matematikai statisztikai eszközökkel való feldolgozása nyomán alkothatunk olyan valószerű meghibásodási modellt, amely az adott osztályba tartozó elemek, készülékek, rendszerek megbízhatósági jellemzőinek meghatározására – a számítástechnika legmodernebb eszközeinek felhasználásával vagy anélkül – kellő matematikai konfidencia-szinten alkalmas.

A megbízhatósági elméletet először a katonai repülés elektronikai segédeszközeinek értékelésére használták fel. Néhány úttörő ettől eltérő szakterületen próbálkozott; itt különösen a szovjet *V. B. Trejer* 25–30 év előtti dolgozatai, valamint a golyóscsapágyakkal kapcsolatos, *Palmgrén* és munkatársai által végzett kísérletek és elméleti következtetések érdemelnek figyelmet. A II. világháborúban a számszerűen hatalmas gépállományból ténylegesen bevetésre alkalmas gépek száma megdöbbentően kicsinynek bizonyult, s az üzemzavarok egyik főoka az elektronikai berendezéseknek éppen a kritikus pillanatban bekövetkezett meghibásodása volt. Ezért megkísérelték, hogy az adatok statisztikai feldolgozásából levont következtetéseket felhasználják az üzemkészséget, a készenléti állapotot lerontó okok kiküszöbölésére. A hatalmas tényanyag szinte magától kínálkozott olyan számszerűen is kifejezhető kritériumok megállapítására, amelyekkel kialakíthatták a megbízhatósági elmélet körvonalait. Az első alkalmazások eredményei és fogyatékosságai azután lehetőséget teremtettek a tökéletesítésre, újabb, főként gyorsított módszerek kidolgozására. Amikor az első katonai alkalmazások eredményessége bebizonyosodott, a szerzett tapasztalatokat a technika, elsősorban a híradástechnika és a repülés, később az űrrepülés különféle területein is hasznosítani kezdték. Bizonyos fokig eltérően, jóval szélesebb körben értelmezve fejlesztették tovább a megbízhatósági elméletet a Szovjetunióban.

A többi között sorozatban vagy tömegben gyártott és üzemeltetett gépek, pl. kompresszorok tervszerű karbantartását végezték megbízhatósági elemzésekkel. Ezekből mindenesetre azt a tapasztalatot is levonhatjuk, hogy a híradástechnikai berendezéseken kívül a katonai járműállomány valamennyi osztálya is alkalmas arra, hogy üzemét és fenntartását a megbízhatósági elmélet szempontjából tervezzék meg.

Cikkünk adott terjedelmén belül csak az lehetséges, hogy a megbízhatóság haditechnikai vonatkozásainak néhány alapvető szempontjára mutassunk rá. Talán ez is elegendő ahhoz, hogy a megbízhatósági előírások, valamint az általános előírásokat kiegészítő megbízhatósági követelmények vitathatatlan fontosságát kellőképpen hangsúlyozzuk.

A megbízhatóság számszerű jellemzői

A megbízhatóságnak műszaki jellemző – divatos szóval *paraméter* – értelme tehát csak akkor van, ha azt numerikusan, számszerű értékével jellemezhetjük. Megbízhatóságról vagy a megbízhatóság javulásáról *általában* beszélni alaptalan dolog.

Ezért a megbízhatósági elmélet kidolgozásának első kísérleteitől kezdve olyan mennyiségeket kerestek és dolgoztak ki, amelyek akár egymagukban, akár bizonyos csoportosításban hitelt érdemlően (megadott matematikai konfidencia-szinten) alkalmasak a megbízhatóság numerikus jellemzésére.

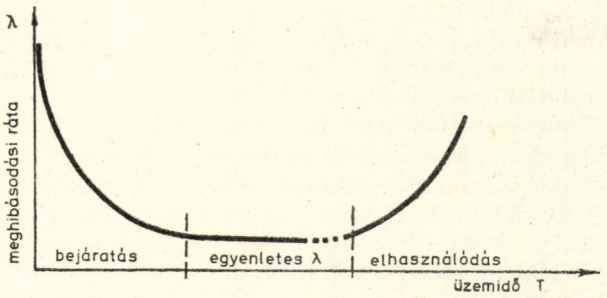
Ehhez a meghibásodás fogalmát is sokkal pontosabban kellett meghatározni. Minden műszaki, tehát haditechnikai eszköz, s ezek minden alkatrésze bizonyos tűréshatárokon belül teljesíti a rá kiszabott feltételeket. Ha a tényleges érték és a névleges érték közti eltérés e tűréshatárokon belül marad, akkor az üzemképesség fennállását is feltételezhetjük. Ha azonban bizonyos létfontosságú, kritikus jellemzőknél az eltérések meghaladják a megengedett határokat – átmeneti, tranziens hatások vagy pl. kopás következtében előálló maradó elváltozások esetén –, akkor meghibásodásról beszélünk.

A szó szabatos értelmében akkor történik meghibásodás, amikor a berendezés (fegyver, lokátor, jármű, készülék) valamelyik kritikus paraméter vonatkozásában nem képes többé feladatát teljesíteni. Sok esetben ez a meghibásodás javítással küszöbölhető ki; ez a megbízhatóság és a karbantartás szoros kapcsolatára utal: a kívánt készenléti fok a javítási időhöz mérten megfelelő javító-karbantartó személyzettel tartható fenn.

A megbízhatóság legfontosabb – és matematikailag is legcélszerűbben felhasználható – numerikus jellemzője a meghibásodási ráta, vagyis az időegységre vonatkoztatott meghibásodási hányad, meghibásodási valószínűség. Pontatlan a megbízhatósági hányad, ill. arány szó használata a meghibásodási ráta helyett, mivel a meghibásodási hányad csupán a vizsgált adott állományból, tételből a vizsgálati időköz végére meghibásodott elemek viszonylagos számát jelöli. Másrészt, a meghibásodási ráta – a kamatlábhoz hasonló módon – az alkalmasan megválasztott időegységre vonatkoztatva fejezi ki ezt. A meghibásodási rátát általában %/ezer óra, esetleg %/ezer ciklus alakban adják meg. Kapcsolóberendezések meghibásodási rátáját az ezer vagy millió kapcsolási ciklusra vonatkoztatják, a rádiókészülékekét, a lokátorokét, a motorokét az üzemórák számára.

Gyakran használják a meghibásodások közti átlag-

időt is (MTBF = mean time between failures), ez a két meghibásodás között eltelt üzemidő statisztikai középértéke. Mivel ez az adat statisztikai fogalom, természetesen csak a hozzá tartozó valószínűségi eloszlás (gyakorisági függvény) ismeretében ad hű információt. Ezért a megbízhatósági vizsgálatok keretében nem csupán a meghibásodások tényét, hanem általában ezek időbeli eloszlását is vizsgálják. A megbízhatóság idő szerinti eloszlását leggyakrabban a meghibásodási ráta idő szerinti változásával, a λ (t) függvénnyel írják le.



A meghibásodások jellegzetes λ (t) görbéje (a „fürdőkád"—görbe)

A megbízhatósági vizsgálatok jelentékeny része élettartam-vizsgálat, pontosan előírt névleges, esetleg részterheléses, vagy éppen ellenkezőleg, túlterheléses üzemviszonyok között. Így lehet megállapítani a vizsgált tétel élettartam-megoszlását, az $R(t)$ görbét. Nagyon sok esetben a kapott kísérleti $R(t)$ görbét megfelelő differenciálható függvénnyel lehet közelíteni, amikor a

$$Z(t) = \frac{\dot{R}(t)}{R(t)}$$

függvény a meghibásodási ráta menetét adja (a pont az idő szerinti differenciálhányados jele). Ha $Z(t)$ állandó, akkor $R(t)$ egyszerű exponenciális függvény – gyakori egyszerűsítő felvétel a megbízhatósági elméletben. Előnye az állandó vagy szakaszosan állandó meghibásodási ráta, és ez lényeges számítási könnyebbség. Az exponenciális élettartam-eloszlás valóban sok esetben, például ha nagyszámú elektronikus készülékelemről van szó, helytállónak bizonyult, legalábbis az élettartam megadott időszakában. Sok egyéb, diszkrét és folytonos megbízhatósági eloszlás ismeretes, ez nyilván elsősorban a meghibásodás mechanizmusával függ össze. A bonyolultabb megbízhatósági elemzésekhez a valószínűségelmélet teljes apparátusát vonultatják fel, bár gyakran egyszerűsített, becslés jellegű számításokat is használnak.

Az üzem jellege

A katonai alkalmazások üzemi és üzemeltetési jellege részben eltér a polgári berendezésekétől. Ez a fegyverek és a katonai berendezések sajátos felhasználási módjából ered. Amíg a polgári alkalmazások sorában viszonylag ritka az olyan készülék vagy berendezés, amelyet mindössze egy alkalommal használnak fel, ugyanakkor pedig megbízhatóságának kvantitatív értékelése szükséges, addig a katonai berendezések között sok ilyen van (a lőszerek minden fajtája, rakéták stb.). Egyes berendezésektől, pl. légvédelmi lokátoroktól és minden segédberendezésüktől (az értékelő számítógépeket is beleértve) hosszú időn át tartós, állandó üzemet igénylünk. A kettő közötti helyet elfoglaló szakaszos üzem szintén gyakran fordul elő, az utóbbi a polgári életben is.

Az elmondottak értelmében megkülönböztethetünk:

a) egyszeri üzemet (bevetést), ez azzal egyenértékű, hogy a berendezésnek egész szolgálati élettartama alatt egyetlen egyszer kell működnie, akkor azonban nagy, 0,99 vagy ezt meghaladó valószínűséggel;

b) állandó üzemet, amely a berendezés folyamatos, kikapcsolás nélküli vagy legfeljebb karbantartás, ápolás, javítás céljára rövid időre megszakított működését jelenti; végül

c) szakaszos üzemet, amely a szünetekkel (leállítással) szabályosan vagy rendszertelenül váltakozó munkaperiódusokkal jellemezhető.

Különösen súlyos probléma az egyszeri üzem megbízhatósági paramétereinek kellő biztonságú megállapítása, mivel e berendezések többségénél a működés a berendezés pusztulását eredményezi, a megbízhatósági értékelés tehát bizonytalan extrapolációkkal járhat együtt.

Megbízhatóság és környezet

Az üzemelési környezet erősen befolyásolja a megbízhatóságot, figyelem nélkül az üzemviszonyok előbb említett jellegére. A környezeti viszonyok hatásának megállapítása kiterjedt vizsgálatokat igényel, amelyek egy része mesterséges környezettel, pl. szimulátorokkal vihető végbe, más része azonban csupán a szándékolt üzemeltetés helyszínén szolgáltat elfogadható eredményeket. Példa erre a trópusi viszonyok sokfélesége, amelyeket semmiféle klimatikus kamrával sem lehet maradéktalanul pótolni.

A legfontosabb környezeti tényezők:

a) a levegő nedvességtartalma, amely a hőmérséklet függvényében bizonyos kritikus határértéknél többet nem érhet el (a többlet már kicsapódik), de rendkívül széles határok között változhatik, és hatásidejétől (1–2 nap, illetve hosszabb időszak) függően eltérő módon befolyásolhatja a készülékek és ezek anyagainak tulajdonságait;

b) a hőmérsékleti viszonyok, a meleg vagy a hideg környezet; e viszonyok a hőmérséklet változásával együttjáró mechanikai és termofizikai elváltozások folytánönmagukban is, de még inkább a nedvesség hatásával együttesen alaposan megváltoztathatják pl. a villamos berendezések üzemi tulajdonságait;

c) a korróziót okozó légkör (atmoszféra), amelynek hatásában a már említett nedvességtartalmon és hőmérsékleten kívül a levegőben levő oldott gázok kémiai hatása is érvényesül;

d) a korróziót okozó víz (pl. tenger), amelynek agresszivitását a benne oldott oxigén, esetleg egyéb, kémiailag aktív gázok (pl. klór), a növényi és az állati élő szervezetek határozzák meg;

e) a kontakt korrózió, vagyis a közvetlenül érintkező fémes és nemfémes szerkezeti és egyéb anyagok kémiai roncsoló hatása;

f) a biológiai környezet hatása, amelyet ugyancsak erősen befolyásol a hőmérséklet és a nedvességtartalom;

g) az elektromágneses és a korpuszkuláris sugárzások hatása, elsősorban a fény (napfény) hatása de hasonló módon a radioaktív sugárzásoké is;

h) a por és a homok hatása, ez elsősorban mechanikai koptató hatást jelent, majd a védő bevonatok lepusztítása után utat nyit a károsító környezeti hatások egyéb fajtáinak is;

i) a csökkentett nyomás hatása (hegyvidéken telepített berendezéseken, továbbá a repülőgépekre és a rakétákra telepített készülékeken), amely elsősorban a villamos tulajdonságok megváltozásában nyilvánul meg; végül

j) az előbbiek együttes hatásaként fellépő *öregedés* is ide sorolható.

A környezeti viszonyokat a különféle szabványok és előírások ma már többé-kevésbé egyértelműen meghatározzák.

Az előbbieken kívül, amelyek javarészben természetes környezeti tényezőknek tekinthetők, olyan technikai környezeti hatások is vannak, amelyeket elsősorban a katonai berendezések megbízhatóságának megítélésekor nem hagyhatunk figyelmen kívül.

Ilyenek a különféle rezgések, amelyek lehetnek egyetlen frekvenciájúak vagy sokféle frekvenciájú rezgésből összetettek, lehetnek egyes vagy ritkán ismétlődő, nagy amplitúdójú erőhatások (rázás, lökés), vagy pedig kisebb amplitúdójú, de folyamatosan ható rezgések (vibráció). Minden ilyen hatásban szerephez jutnak a gyorsulási effektusok, nemkülönben az anyag tehetetlensége és a mechanikai kifáradási hatások is.

A környezeti viszonyok helyes megítélésétől és helyes előírásától függ nagymértékben a megbízhatósági elemzés nyújtotta eredmények elfogadhatósága.

Egyszerűsített megbízhatósági számítások

Az elektronikus berendezések megbízhatóságának becsléséhez nagyon sok élettartam-vizsgálatot végeztek, ezek nyomán kidolgozták a megfelelő megbízhatósági eloszlási függvényeket. A számítások jelentős része azonban, nem annyira a matematikai apparátus bonyolultsága, mint inkább az aritmetikai műveletek nagy száma miatt, munka, idő és költség szempontjából inkább számítógépes feldolgozást kíván.

Emellett az egyszerűsített eljárások is teret hódítottak. Kiderült ugyanis, hogyha nagyjából azonos mechanizmus szerint meghibásodó alkatrészekről van szó, márpedig az elektronikus készülékelemek, tehát a vákuumcsövek, tranzisztorok, ellenállások, kondenzátorok, transzformátorok, relék stb. esetében ez a megállapítás nagyjából helytálló, akkor bizonyos súlyozó tényezőkkel (amelyeket viszonylagos bonyolultsági tényezőknek nevezhetünk, és amelyeket az angol nyelvű irodalom RCF rövidítéssel jelez) valamennyi alkatrészt át lehet számítani megfelelő egyenértékű meghibásodási rátára. A tapasztalatok alapján a vákuumcsövek megbízhatóságát (vagy inkább megbízhatatlanságát) veszik egységnyinek, RCF = 1,0.

Az ellenállások és a kondenzátorok például jóval megbízhatóbbak, hiszen ezekre az RCF = 0,3, ill. RCF = 0,5. Az elektromechanikai és tisztán mechanikai jellegű elemek általában sokkal kevésbé megbízhatók (pl. transzformátorokra RCF = 2,3; meghibásodási szempontból egy kis transzformátor 2,3 vákuumcsővel egyenértékű). Tekintetbe kell vennünk, hogy egy-egy bonyolultabb elektronikai rendszer sok ezer alkatrészből, köztük több száz elektroncsőből állhat.

Mivel a sorbakapcsolt rendszer eredő megbízhatósága az egyes alkatrészek megbízhatóságainak szorzatával egyenlő – egyszerűen sorbakapcsolt, soros rendszert feltételezve –, az eredő megbízhatóság mindig sokkal kisebb, mint az alkatrészeké. Ha például 500 alkatrészből felépített rendszert veszünk, akkor 0,9999, vagyis 99,99% egyedi megbízhatósággal a rendszer eredő megbízhatósága 0,9517, tehát 95,17%, de ha az egyedi megbízhatóság „csupán" 99%, akkor az eredő megbízhatóság mindössze kereken 1,0% lesz.

Hangsúlyoznunk kell, hogy ezek az adatok durván elnagyoltak, és csupán kvalitatív becslésekre alkalmasak. Mégis, már ezekből is sokat tanultak a felhasználó hadmérnökök és a gyártó ipar szakemberei, mivel körülhatárolhatták a megbízhatóság szempontjából gyengébb részeket és alkotóelemeket, ennek alapján pedig megfelelő szerkesztési és gyártási intézkedéseket tehettek.

Jobb szerkesztés

A szerkesztés szempontjából – sok egyeben kívül – kétféle alapvető intézkedést tehetünk a megbízhatóság növelésére. Az egyik a javított megbízhatóságú elemek és alkatrészek felhasználása. Az elektronikus, főleg katonai készülékek sorában ez vezetett pl. a megerősített szerkezeti kivitelű, „strapabíró" (angol kifejezéssel: ruggedized) csőtípusok garantált élettartamú csoportjának kialakításához. A megbízhatóság javítását egyébként az alkatrészek vonatkozásában részterheléses üzemmel érhetjük el a legjobban. Ha ez az alkatrészek kisebb kihasználása következtében bizonyos költségnövekedést jelent is, a megbízhatóság egy-két nagyságrendű javulása, helyesebben a meghibásodási ráta egy-két nagyságrendű csökkenése bőségesen kárpótol mindezért. Az eredő megbízhatóság előbb említett szorzatszabálya miatt így tetemes javulást érhetünk el a soros rendszerek ismert tulajdonságai következtében. A részterheléses, vagyis a névleges terhelésnél kisebb elektromos és mechanikai igénybevételű üzem jól bevált módszer a megbízhatóság növelésére.

Ilyen módon mindenesetre javítható ugyan a megbízhatóság, de elvileg nem lehet az alkatrészek megbízhatóságánál nagyobb megbízhatóságú rendszert kialakítani. Viszonylag kisebb megbízhatóságú elemekből nagyobb eredő megbízhatóságú rendszer csakis a tartalékolás valamelyik módszerével, a redundancia felhasználásával építhető fel. A szovjet űrrepülési kísérletekben például az űrrepülő pulzusát közlő *Szignál* adórendszer megbízhatóságát a feladat kritikus fontosságára való tekintettel azáltal növelték, hogy az információ kellő jel/zaj viszonyú közvetítésére elegendő teljesítményű két adó állandóan közös antennára kapcsolva dolgozott. Lokátorokon, mikrohullámú összeköttetéseken megfelelő kapcsolóelemek, pl. cirkulátorok közbeiktatásával érhetünk el azonos hatást.

A redundáns elemekkel működő, tartalékolt rendszerek legdrágább, de legegyszerűbb és ezért legmegbíz-

hatóbb típusa az előbb leírt állandó párhuzamos tartalékkal működő rendszer. Használhatunk átkapcsolásos tartalékot is, amely megfelelő állapot-érzékelő kapcsoló segítségével vált át a meghibásodott készülékről a meleg tartalékra. Az erőművi energiaellátás gyakorlatában hideg tartalékolással is dolgozhatunk, amikor csak a meghibásodás után, vagy annak félreérthetetlen előjeleit észlelve kapcsolnak át a tartalékberendezésre, bár ilyenkor a meghibásodás észleléséhez és az átkapcsoláshoz szükséges időkeretekben az üzemkészség helyreállítására a felfűtési, bemelegedési időt is számításba kell venni.

Javíthatóság és karbantarthatóság

A rendszerek üzemkészsége (készenléti állapota) és karbantartása között egyértelmű összefüggés áll fenn. Az összes átmeneti meghibásodásokat megelőző karbantartással lehet megelőzni, különösen akkor, amikor már a szerkesztés és a gyártás folyamán is ügyeltek arra, hogy pontosan definiált meghibásodások közötti élettartamú alkatrészeket és részrendszereket használjanak. Ilyenkor a javítások periodicitásának helyes megválasztásával, továbbá az észlelt állapotuktól *függetlenül* kicserélendő részek gondos előírásával az üzemkészséget az eredeti, magas szinten tarthatják.

A karbantartó személyzet létszámát egyfelől a megkívánt üzemkészség, másfelől az a javítási idő határozza meg, amely meghibásodás esetén a hiba megkereséséhez és az üzemkészség helyreállításához szükséges. Bizonyos mértékben ugyanezek a tényezők döntik el a végzendő megelőző munka volumenét és jellegét is. Különösen a katonai és a közlekedési berendezések szempontjából fontos a javíthatóság numerikus elemzése és a karbantartó személyzeti létszám olyan megállapítása, amellyel a készenlét a kívánt mértékben fenntartható.

Információgyűjtés, információcsere, visszacsatolás

Az elmondottakból eléggé nyilvánvaló, hogy a megbízhatóság numerikus értékelése csakis nagyszámú információ feldolgozása alapján lehetséges. Ehhez először is meg kell szervezni az információ gyűjtését. Nagyon sok esetben éppen ennek a hiánya vagy elmulasztása okozza az alapvető, és egyre inkább a katonai műszaki előírásokba is bekerülő megbízhatósági jellemzők hiányát.

Éppen ezért az állami, elsősorban a katonai szerveknek elő kell írniuk, hogy a szállító vállalatok valós megfigyeléseken alapuló megbízhatósági paramétereket közöljenek, ezzel egyszersmind lehetővé válik a megbízhatósági követelmények teljesítésének és kielégítetlenségének értékelése is. Említésre méltó, hogy az általában beruházási jellegű nagyberendezéseknél ez mindinkább export-követelménnyé válik, vagyis a megbízhatósági adatgyűjtés és az ezt követő elemzés ipari szempontból is létfontosságú.

A megbízhatósági adatokat feltétlenül közölni kell a tervezést végző szervezetekkel, kutatóintézetekkel, hogy tervező-szerkesztő munkájukban numerikusan is figyelembe vehessék az említett adatokat. Ha pl. kiderül, hogy az adott készülékelemet az ipar csak csökkent megbízhatósággal képes gyártani, akkor ezen a redundancia bevezetésével, takarékos tartalékoló rendszerek kialakításával még könnyű segíteni. Káros viszont, ha fiktív, irreális megbízhatósági adatokból indulnak ki, és a korai optimizmusért üzemeltetési vonalon súlyos árat fizetnek.

A megbízhatósági adatokat maga a gyártó „visszacsatolhatja" saját termelő apparátusába. Az anyagok gondosabb megválasztásával és ellenőrzésével, a gyártás megfelelő módosításával és tökéletesítésével, valamint a végső ellenőrzési módszerek helyes kiválasztásával minden bizonnyal az adott költségszinten megvalósítható minőségi színvonalat tudnak elérni.

Ebből a szempontból különös jelentőségűek a megbízhatóság értékelésére alkalmas módszerek. A klaszszikus vizsgálati metódusok java részének az az alapvető fogyatékossága, hogy az 1:1 időléptékű vizsgálatokkal adott információ „halottkém-jelentés" jellegű, hasznosítani már csupán a következő gyártmány tervezése és gyártása során lehet. Operatívabb, „elébevágó" információra van szükség; ezt szolgáltatják a gyorsított vizsgálatok.

A gyorsított vizsgálatok megszervezésekor bizonyos reális túligénybevételi szintet vesznek alapul, amelyhez természetesen pontosan ismerni kell a meghibásodás mechanizmusát, és a különféle jellemző igénybevételeknek (pl. kondenzátorok esetében a feszültségnek vagy a hőmérsékletnek) a meghibásodásra gyakorolt hatását. Lényeges, hogy a meghibásodás a gyorsított vizsgálat során is azonos mechanizmussal következzék be, mint a normális időléptékű vizsgálatban, mert ellenkező esetben minden extrapoláció bizonytalanná válik.

A gyorsított, pl. ezerszeres időléptékben megnövelt vizsgálat még a kísérleti tétel vagy a nullszéria folyamán megadja mindazt az információt, amelyet a továbbiak folyamán a gyártmányba a kívánt megbízhatóság eléréséhez „be lehet építeni". Ezáltal az információ operatív jellegűvé válik, a minőség és a megbízhatóság javulása pedig reálisan elérhető.

Úgy tűnik, hogy a költségek szempontjából is ez a legkedvezőbb megoldás. Egyébként a megbízhatóság növelését gazdaságossági elemzésnek kell kísérnie, kivételt csak az olyan, elsősorban katonai berendezések alkotnak, amelyek előírt megbízhatósági szintjének elérése nem lehet vita vagy alku tárgya, tekintet nélkül a költségekre, amelyek egyébként más, pl. polgári felhasználási vonalon is megtérülhetnek.

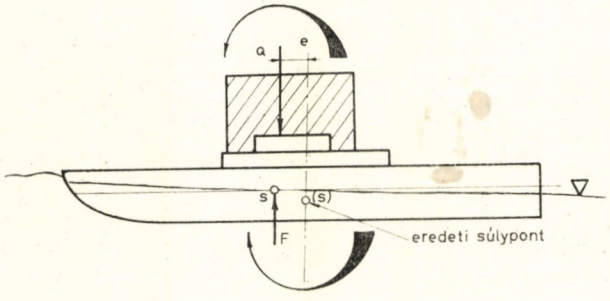
CSEKEY JÓZSEF
mérnök-alezredes

Úszóhidak és kompok hidrodinamikai stabilitása

Az erdős-hegyes terepen folytatott hadműveletekben a víziakadályokon való átkelés megszervezése és végrehajtása harcászati és hadműveleti vonatkozásban az összfegyvernemi és a műszaki törzsekre egyaránt rendkívüli feladatokat ró. Tovább bonyolítja a műszaki törzsek munkáját számos, kifejezetten műszaki jellegű nehézség fellépte is. Ezek közé tartozik többek között az úszóhidak megbízható horgonyzása, a biztonságos kompátkelés előfeltételeinek megteremtése és az úszóhidak (kompok) hidrodinamikai stabilitásának biztosítása.

A sebes vizű folyószakaszokon végrehajtott úszóhídépítési gyakorlatokon egyes pontonos alegységek sokszor kínos körülmények között tanulták meg, hogy a horgonyzás egyáltalán nem elhanyagolható munkafolyamat, és e szakaszokon a megszokott közepes vízsebességű folyókon történő hídépítéshez képest különleges horgonyzási módszerek alkalmazására van szükség. Kevésbé ismert azonban az úszóhidak és kompok hidrodinamikai stabilitásának fogalma, pedig ennek a sebes vizű folyókon való átkelés alkalmával igen nagy a szerepe.

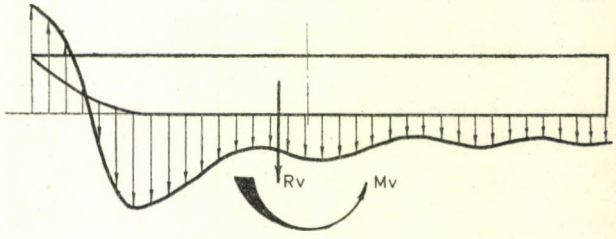
Tudvalevően a víz mélységétől, sebességétől, az úszószerkezet alakjától függő, azokkal bonyolult összefüggésben álló hatások, az ún. hidrodinamikai erők keltette billentő nyomatékokat a folyóvízben levő úszótestnek ki kell egyenlítenie. Az úszótest e képességét nevezzük hidrodinamikai stabilitásnak. Ezt a stabilitást az úszóaljazat többnyire a hasznos terhelés hatására veszti el, s emiatt az úszótest, valamint a hasznos terhelés elsüllyed. A legkomolyabb következmény azonban mégis az, ha egy működő komp vagy híd tartósan kiesik, az ilyen esemény súlyosságát talán felesleges különösképpen hangsúlyozni.



1. ábra

A következőkben vizsgáljuk meg részletesebben a lejátszódó jelenséget. Az excentrikusan terhelt úszóhíd vagy komp álló vízben is megbillen. Ezt a billenést az excentricitás hatására fellépő nyomaték okozza. A billenéssel egyidőben azonban a felhajtó erő támadáspontja is elmozdul, és a felbillentő nyomatékkal ellentétes értelmű egyensúlyozó nyomaték jön létre, mely egyenesen arányos a vízvonal-terület inercianyomatékával (1. ábra).

A folyóban lehorgonyzott úszóhídra (kompra) éppen a víz áramlása következtében további erők is hatnak. Az úszóhíd a folyó élőkeresztmetszetét leszűkíti; ennek eredményeként a híd árelleni oldalán a vízszint megemelkedik. A vízszintemelkedés és az élőkeresztmetszet csökkenése következtében az úszóaljazatok – különösen az előrész – alatt a vízsebesség megnő, ezzel viszont a hidrodinamikai erők is egyenes arányban nőnek. A hidrodinamikai erők úszóaljazat fenekére működő függőleges összetevőinek eloszlását a 2. ábra mutatja.



2. ábra

Az úszótest orrán a függőleges összetevők még felfelé mutatnak, a feneken azonban már ellenkező értelműek. Az eredőjük lefelé mutat, és az úszóaljazat súlytengelyéhez képest az előrész felé tolódik el, ezáltal a híd billenését előidéző nyomatékot (M_v) hozva létre.

Az árelleni oldal felé excentrikus hasznos terhelés billentő hatását a járulékos M_v nyomatékok tehát fokozzák, és egy adott vízsebességen az úszóaljazat elsüllyedését okozhatják. Az elsüllyedés egyébként az alábbiak szerint következik be. Az úszóaljazat hosszirányban mindinkább megdől, a folyó élőkeresztmetszete ezért egyre inkább szűkül; a vízsebesség és ezzel arányosan az M_v nyomaték pedig nő. A felhajtóerő helyrebillentő nyomatéka egy ideig – ameddig a víz eléri a ponton peremét – arányosan növekszik (mert nő a vízvonal-terület és annak inercianyomatéka). Az úszóaljazat orrának elöntése után a vízvonal-terület hirtelen lecsökken és az úszóaljazat – orrával előre – elsüllyed.

Azt a vízsebességet, amelyen a fenti elsüllyedés bekövetkezik, *kritikus vízsebesség*nek nevezzük. Nyilvánvaló, hogy az úszóhidakat tekintve a tényleges felületi vízsebesség, a kompok esetében pedig a vízhez viszonyított relatív sebesség ezt a kritikus értéket nem érheti el. Megnyugtató biztonságot kapunk akkor, ha a kritikus vízsebesség és az említett tényleges felületi vízsebesség, illetve a relatív sebesség hányadosa $\mu=1{,}2$.

Ezek után már csak azt kell megvizsgálnunk, hogy az adott úszóhídnak vagy kompnak mekkora a kritikus vízsebessége. Ennek meghatározására a szakirodalomban különböző képletek találhatók, melyek közül itt *Szavaljev* képletét írjuk fel. Eszerint

$$v_{kr} = \xi\sqrt{gL}\sqrt{1 - \frac{D}{\left(1+\frac{eQ}{LD}\right)^3 D_0}}$$

ahol ξ az úszószerkezet típusától és a vízmélységtől függő arányossági tényező; g a nehézségi gyorsulás, amelyet itt 10 m/sec^2 értékkel vehetünk számításba; L az úszóaljazat hossza, vagy a szalaghíd szélessége (m); e a hasznos terhelés excentricitása (m); az árelleni excentrticitásé negatív, az árammenti excentricitásé pozitív előjelű; D_0 a komp teljes vízkiszorítása Mp-ban, vagy a híd teljes vízkiszorítása Mp/m-ben, ha az úszóaljazat a fedélzetig merül; D a komp tényleges vízkiszorítása Mp-ban, vagy a híd tényleges vízkiszorítása Mp/m-ben; Q a kompon levő hasznos teher Mp-ban, vagy a hídon levő hasznos teher Mp/m-ben.

Az ξ arányossági tényező néhány értékét táblázatunk tartalmazza:

A szerkezet típusa	A folyó $\frac{h}{T}$ viszonylagos mélysége				
	2	3	4	6	≥ 9
Különálló aljazatú híd	0,33	0,37	0,41	0,46	0,50
Különálló aljazatú komp	0,42	0,45	0,48	0,50	0,54
Szalaghíd	—	0,32	0,35	0,40	0,43

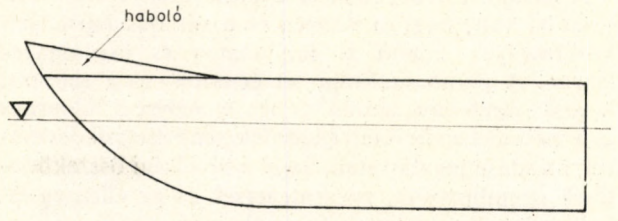
h a folyó közepes mélysége; T a merülés az állandó és a hasznos teher hatására

A kritikus vízsebesség nagyságát, tehát az úszóhidak és a kompok stabilitását elsősorban az úszóaljazat hossza, szalaghidakat tekintve pedig a híd szélessége, vagyis a szerkezet L mérete határozza meg. Az L méret növelésével a kritikus vízsebesség, más szóval az úszóhíd vagy a komp felhasználhatósága megfelelően nő. Az 50 Mp-os *NPO* híd kritikus vízsebessége például a szabályzat szerinti kétpontonos úszóaljazattal 2,1 m/sec-nak, hárompontonossal pedig 4,1 m/sec-nak adódott. Ez az első esetben legfeljebb 1,5 m/sec, a másodikban 3,4 m/sec vízsebességig való felhasználási lehetőséget jelent.

A mondottakból nyilvánvaló, hogy *Szavaljev* képletének alkalmazásával el tudjuk dönteni, hogy az adott szerkezetű úszóhíd vagy komp egy adott folyószakaszon beépíthető-e, szükség van-e valamilyen műszaki módosításra a szerkezeten, vagy sem. A kritikus vízsebesség növelésével az úszószerkezet hidrodinamikai stabilitása is megnő. A következőkben azt nézzük meg, hogy az említett L méret növelésén kívül hogyan lehet a kritikus vízsebességet megnövelni.

Egyes szabványos úszóaljazatokra ún. habolók szerelhetők fel (3. ábra), s ezáltal méretüktől függően mintegy 30%-kal nőhet a kritikus vízsebesség.

A híd vagy a komp merülésének csökkentésével, vagy a hasznos teher excentricitásának korlátozásával a kritikus vízsebesség ugyancsak növekszik. A merülés-

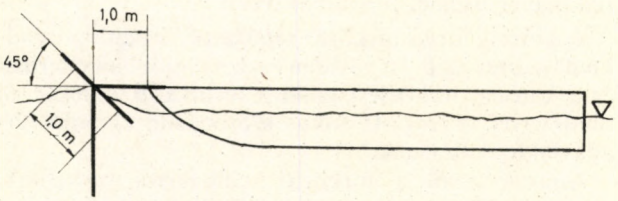


3. ábra

csökkentést kisebb teherbírás engedélyezésével, az excentricitás korlátozását pedig a pályaburkolatra helyezett szegéllyel érjük el. Fokozható ez a hatás, ha a hasznos terhek közti távközt megnöveljük.

Eredményre vezet a fedélzet farrész felé való eltolása is, ezzel ugyanis az előrész kezdő merülése kisebb lesz. Ehhez a módszerhez azonban csak gondos megfontolás után szabad folyamodni, mert így az úszótest farnehézzé válik és az ármenti excentricitásnak esetleg az lesz a következménye, hogy az úszótest farral süllyed el.

Az eddig felsorolt módszerek viszonylag kevéssé növelik a hidrodinamikai stabilitást. Számottevő javulást az ún. hidrodinamikai táblák segítségével érhetünk el (4. ábra).



4. ábra

Ezeket a táblákat az úszóaljazatok orra előtt kb. 1 m-re helyezik el, vízszintessel bezárt hajlásszögük 45°. A vizet felduzzasztják és az aljazatokra alulról felfelé mutató hidrodinamikai erők hatnak. Így az úszóaljazat alatt az áramlás kiegyenlítődik, ennélfogva a felbillentést okozó M_v nyomaték is csökken. A hidrodinamikai táblák használatával az úszóhidak hidrodinamikai stabilitása, illetőleg a kritikus vízsebesség várhatóan 2–3-szorosára nőhet meg.

VÁRSZEGI IMRE
mérnök-őrnagy

A troposzféra és a katonai hírközlés

A jelenkori háborúban az eddiginél lényegesen fontosabbá vált, hogy a vezetés és a híradás bármilyen körülmények között is folyamatos és eredményes legyen. A parancsnoksági, az értesítési és a riasztási híradás rendszere, nemkülönben a mélységi felderítés és a mélységben bevetett különféle rendeltetésű deszantok híradása megköveteli, hogy a távolsági összeköttetések üzembiztosak, zavarmentesek és az ellenség lehallgatása ellen védettek legyenek.

Ezeket az összeköttetéseket „hagyományos" módon rövidhullámokkal hozzák létre. A tömeges atomcsapásokra épített háború azonban éppen e nagytávolságú, rövidhullámú rádióösszeköttetések megvalósítását és folyamatos fenntartását teszi kétségessé. Ezt a tényt egyetlen hadsereg sem kezelheti elhanyagolható, másodrendű kérdésként. Világszerte felkészülnek tehát arra, hogy a híradó szolgálat az adott helyzetek bármelyikében helyt tudjon állni.

Olyan híradó rendszerek kialakítása került előtérbe, amelyek az atomrobbanásoknak a rádióhullámok terjedésére gyakorolt hatásától függetlenül, sőt azok ellenére is kielégítik a vezetés igényeit. Különös figyelmet érdemelnek az új rendszerek között az ultrarövid és mikrohullámú troposzférikus, az ionoszférikus és a meteornyom-hírközlés lehetséges módozatai. Ezek mindegyike már olyan fejlettségi fokot ért el, hogy rendszeres üzemet folytatnak velük.

A szóban forgó hírközlő rendszerek irodalma rendkívül szerteágazó. Itt röviden csak a legjobban elterjedt és a katonai hírközlést talán a leginkább érdeklő új rendszerrel, a troposzférikus szóródáson alapuló híradással foglalkozunk.

Amikor erről a hírközlő rendszerről beszélünk, mindenekelőtt az a kérdés vetődik fel, hogy miért éppen az ultrarövid és a mikrohullámok sávjaiban kell keresni a troposzférikus híradás frekvenciáját? A külföldi katonai szakértők szinte egybehangzó véleményét a következőkben foglalhatjuk össze:

a) az itt felhasznált hullámok terjedése és szóródása a troposzférában több száz kilométeres összeköttetések létrehozását teszi lehetővé;

b) az ultrarövid és a mikrohullámú sáv szinte korlátlan befogadóképessége a legalkalmasabb a troposzférikus híradás egyik legfontosabb jellemzőjének, a nagy sávszélességnek kiszolgálására;

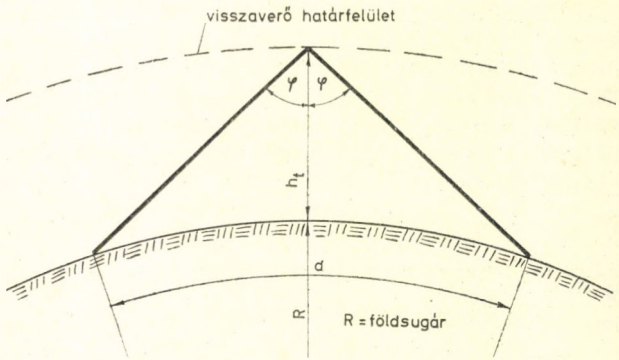
c) a zavarvédettség és rejtettség, az ultrarövid és a mikrohullámú sáv élesen irányított antennáival majdnem maradéktalanul megvalósítható;

d) a jelenkori háború körülményei szükségessé teszik, hogy a magasabb parancsnokok „személyesen" és „közvetlenül" figyelhessék a harcteret; ez a követelmény nyilván csak a televíziós híradás létesítésével realizálható, amelynek nagy sávszélessége ugyancsak megkívánja, hogy az összeköttetés ultrarövid hullámsávban jöjjön létre;

e) a kísérletek adatai szerint az említett frekvenciasávok felelnek meg leginkább a nagykiterjedésű víziakadályok áthidalására, úgyszintén a térhullámú híradás eszközeivel megközelíthetetlen sarkvidéki összeköttetések megteremtésére.

A troposzféra tudvalevően a légkörnek mintegy 10–15 km magasságig terjedő, tehát legalsó tartománya, amelyben a nyomás még olyan nagy, hogy ionizáció nem jöhet létre. A rádióhullámok terjedését annyiban befolyásolja, hogy hullámtöréseket (refrakciót) és szórt visszaverődéseket (diffrakciót) okozhat, s ilyenformán lehetővé teszi a látóhatáron túli átvitelt az egyébként egyenes vonalban terjedő ultrarövid és mikrohullámokkal.

A továbbiakban először a refrakciós terjedést vizsgáljuk meg. A troposzféra egyes rétegei különösen kis magasságokban verik vissza az ultrarövid és mikrohullámú elektromágneses energiát. Bár az így visszavert jel erőssége – a 10^{-3}—10^{-4} nagyságrendű visszaverődési együttható miatt – nagyon csekély, a troposzféra bizonyos körülmények között mégis felhasználható híradóvonalak létesítésére. A szóban forgó visszaverődéseket a levegő dielektromos állandójának azok a változásai okozzák, amelyek a különböző tulajdonságú levegőtömegek határfelületein következnek be. Az ionizációnak tehát itt semmilyen szerepe sincs.



1. ábra. A troposzférikus visszaverődés elve

A megfigyelt jelenségek magyarázatához 10^{-5} nagyságrendű ugrásokat kell feltételezni a levegő dielektromos állandójában. Ezek az ugrások lehetségesek is, mivel az egymás közvetlen közelében elhelyezkedő levegőtömegek hőmérséklete és nedvességtartalma lényegesen eltérhet egymástól. A troposzféra dielektromos állandójának megfelelő visszaverődési tényező (r) értékét, ha a dielektromos állandó változása ($\Delta\varepsilon$) nagyon kicsiny, az 1. ábra szerinti jelölések felhasználásával az (1) és a (2) képletekből számíthatjuk.

Függőlegesen polarizált antenna esetében

$$r=\frac{\Delta\varepsilon}{2}-\frac{\Delta\varepsilon}{4\cos^2\varphi}\,; \qquad (1)$$

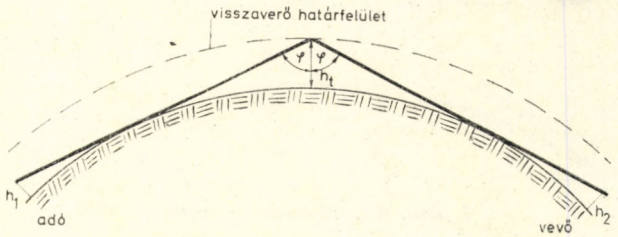
a vízszintesen polarizált antenna esetében pedig

$$r=\frac{\Delta\varepsilon}{4\cos^2\varphi} \qquad (2)$$

ahol

$$\cos^2\varphi = \frac{\left(\frac{d^2}{8R^2} + \frac{h_t}{R}\right)^2}{\frac{d^2}{4R^2}\left(1 + \frac{h_t}{R}\right) + \left(\frac{h_t}{R}\right)^2} \qquad (3)$$

Említésre méltó, hogy a visszaverődési együttható általában növekszik, ha a beeső sugár az érintőhöz közeledik. Értéke az egység felé tart, ha a beesési szög eléri a 90°-ot.



2. ábra. A troposzférahullámok legnagyobb hatótávolsága

A földfelszín fölé emelt vevő- és adóantennákkal, a troposzférahullámok legnagyobb elérhető hatótávolságát a (4) összefüggés határozza meg.

A 2. ábra jelöléseivel:

$$d_t = 4{,}12(\sqrt{h_1} + 2\sqrt{h_t} + \sqrt{h_2}) \qquad (4)$$

(Megjegyzendő, hogy a h_1 a h_2 és a h_t méterben történt behelyettesítésével a d_t kilométerben adódik.)

Ezt a (4) összefüggést nem tekinthetjük pusztán adatnak, hanem segítségével bizonyítani lehet, mekkora hatótávolság-növekedést jelent a troposzférikus összeköttetés a hagyományos ultrarövidhullámú terjedéshez képest. Az ismert összefüggések szerint az optikai látóhatár távolsága:

$$d_{opt} = 3{,}55\,(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}), \qquad (5)$$

a rádióhorizontnak megfelelő terjedési távolság pedig:

$$d_{rh} = 4{,}12\,(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}) \qquad (6)$$

A (4), (5) és (6) összefüggések láthatóan azonos elven épültek fel, de nyilvánvaló, hogy közülük a (4) összefüggés adja a legnagyobb hatótávolságot. Egy konkrét példából mindez jól kitűnik. Legyen a vevőantenna magassága $h_1 = 100$ m, az adóantenna magassága $h_2 = 90$ m és a visszaverő határfelület magassága $h_t = 1500$ m. Az adó teljesítményét és a vevő alapérzékenységét tekintsük optimálisnak. A behelyettesítéseket elvégezve:

$$d_{opt} = 3{,}55(\sqrt{100} + \sqrt{90}) \cong 69 \text{ km} \qquad (5a)$$

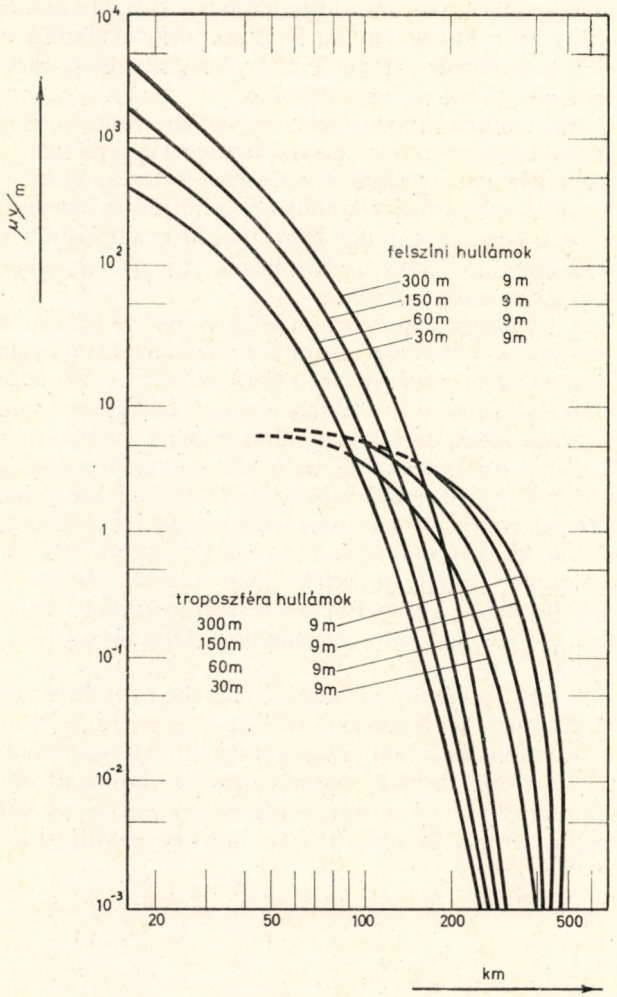
$$d_{rh} = 4{,}12\,(\sqrt{100} + \sqrt{90}) \cong 80 \text{ km} \qquad (6a)$$

$$d_t = 4{,}12(\sqrt{100} + 2\sqrt{1500} + \sqrt{90}) \cong 400 \text{ km} \qquad (4a)$$

A számítás eredménye kissé meglepő, de semmi rendkívüli sem történt, mindössze kihasználtuk a troposzféra visszaverő hatása által kínált lehetőséget. Persze nem tudjuk szinte korlátlanul növelni az ultrarövidhullámú híradás hatótávolságát anélkül, hogy valamiről ne kellene lemondanunk. Ebben az esetben a hatótávolság növekedése a térerősség rohamos csökkenésével jár együtt. Ezt jól mutatja a 3. ábrán feltüntetett görbesereg.

A hagyományos ultrarövidhullámú terjedést tekintve a 100 μV/m körüli térerősség a 3. ábrán szereplő adóantenna magasságokkal 75, 65, 40 és 30 km távolságban érhető el. Ezzel szemben a troposzférahullámokkal maximálisan 5 μV/m körüli értéket kapunk100–150 km távolságban.

A hagyományos terjedéssel összehasonlítva már ez is kedvező, de a legfőbb előny abban mutatkozik, hogy 10^{-2}—10^{-5} μV/m térerősséggel 400–500 km körüli távolságot lehet az említett antennákkal áthidalni. Itt persze megint érvényesül a „valamit – valamiért" elv, azaz a távolsági előny kihasználhatóságához igen nagy érzékenységű vevőkre és nagynyereségű antennákra van szükség.



3. ábra. Az antenna magasságának hatása a troposzférahullámra A vevőantenna magassága 9 m, az adóantennáé 30, 60, 150 és 300 m. A troposzféraréteg magassága 1500 m, a dielektromos állandó változása $\Delta\varepsilon = 10^{-5}$. Frekvencia 50 MHz, teljesítmény 1 kW.

Az elmondottakból láthatjuk tehát, hogy a refrakciós terjedésen alapuló troposzférikus összeköttetésekben a hagyományos ultrarövid és mikrohullámú terjedéssel elérhető hatótávolságok 4–5-szöröse érhető el, ha megfelelő nagy teljesítményű adók, nagy érzékeny-

ségű vevők és nagy irányítóhatású antennák állnak rendelkezésre.

A refrakciós terjedés áttekintése után foglalkoznunk kell a troposzférikus diffrakción alapuló híradással. Ultrarövidhullámú rádióvonalakkal különböző távolságokon vizsgálták az adók jelszintjét. A mérések eredménye szerint az optikai horizonton túl viszonylag stabil térerő mérhető. Ez ugyan lényegesen kisebb a szabadtéri rádióhullámok keltette térerőnél, de nagyobb, mint azt a diffrakciós képletek alapján várni lehetne. Megállapították azt is, hogy az ultrarövid és a mikrohullámok troposzférikus terjedésekor ez a térerő fordítva arányos a távolság negyedik hatványával, és szinte független a frekvenciától, nemkülönben a talaj állapotától, fedettségétől.

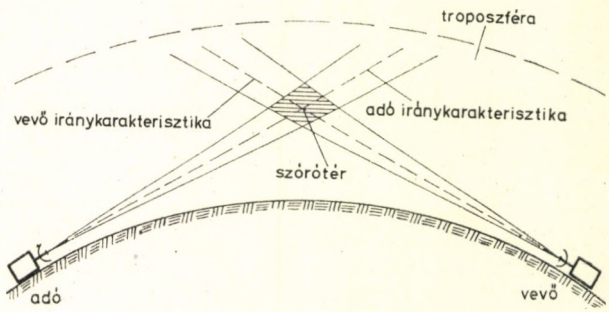
Ennek a jelenségnek az a magyarázata, hogy a levegő turbulens mozgása következtében a troposzféra dielektromos állandója jelentéktelen mértékben ugyan, de ingadozik, vagyis eltér a középértéktől. Hozzájárul még ehhez az a körülmény is, hogy az ultrarövidhullámú elektromágneses energia a nagyobb elektromos sűrűségű rétegekről visszaverődik.

Az említett turbulencia legfeljebb 10–15 km-ig érvényesül, azaz helyi egyenlőtlenségeket hoz létre a troposzférában, melyeket a légrétegek törésmutatójának és dielektromos állandójának a változása jellemez. Ezek a helyi egyenlőtlenségek 10–100 m átmérőjű felfelé irányuló meleg légáramlások, az ún. termikek alakjában mutatkoznak.

A jelenleg általánosan elfogadott elmélet szerint a szóródás a különböző méretű és formájú kaotikusan változó termikekkel telített légtérről történik. Az adóállomás kisugározta elektromágneses energia a szóró légtérbe jutva, sarkítja az adott légteret (szórási térfogat). A dielektromos állandó már említett ingadozása ezekben a termikekben kiegészítő polarizációt hoz létre, és ennek következtében egy másodlagos szórótér alakul ki. Kimutatható, hogy az így keletkezett tér egyenesen arányos a dielektromos állandó változásának négyzetes középértékével és határozottan irányított jellegű, mégpedig az adóállomás kisugárzási irányában.

A most tárgyalt szóródásos, diffrakciós terjedéshez járul a megelőzőkben leírt refrakciós jelenség is. Mint már említettük, a két jelenséget együttesen használják fel a troposzférikus összeköttetések létrehozására. Az ultrarövid és a mikrohullámok nagy távolságú troposzférikus terjedése tehát a helyi egyenlőtlenségeken (termikeken) szóródó térerősség révén jön létre, de számottevő szerepe van e fizikai folyamatban a refrakciónak, vagyis az egyenlőtlen rétegeken lejátszódó részleges visszaverődésnek is.

A 4. ábrán feltűntetett szórási terület lényegében az adó- és a vevőantennák iránykarakterisztikáinak metszési területe, mely kiterjedésében nyilván három



4. ábra. A szóró légtér elvi vázlata

dimenziós. Az előbbiekben láttuk, hogy az adóállomás sugárzási irányában a szóró tér irányított jellegű. A „visszaverődés" ennélfogva előre történik, ezért az éles irányítóhatású vevőantenna mintegy összegyűjti a termik által szétszórt energiát. Ebből következik, hogy az antennák irányítóhatása, nyeresége és iránybeállítása e híradásmódban fontos szerepet játszik.

Az adó- és vevőantennák iránykarakterisztikáinak képzeletbeli tengelye a vízszintes irányban mindössze néhány tized fokkal, a függőlegesben pedig legfeljebb 1–2 fokkal térhet el egymástól; nagyobb eltérések a jelszint lényeges csökkenését vonják maguk után. Ez magyarázza azokat a meglepő méretű antennákat, amelyeken a 40 dB-es nyereség sem ritkaság és ezért állítják be szinte kínos pontossággal a szóban forgó antennák vízszintes és függőleges irányszögét.

Az elmondottakból kitűnik, hogy a troposzférikus híradó összeköttetések felhasználási területe igen széles skálát fog át. A szakirodalom ennek ellenére mégsem tartja valószínűnek, hogy a hagyományos ultrarövidhullámú reléhíradást valaha is kiszoríthatja a katonai híradás eszközei közül. Inkább az várható, hogy a kétféle rendszer szervesen egybekapcsolódik és kiegészíti egymást, hogy a híradás iránt támasztott egyre fokozódó követelmények minél jobban kielégíthetők legyenek.

SURÁNYI ENDRE
alezredes

Léghűtéses katonai járműmotorok

A belsőégésű motorok hűtőrendszerének feladata, hogy a motor működése közben keletkezett hő egy részét elvezesse, és a környező levegőnek adja át. Hűtésre szükség van, hiszen a belsőégésű motorokban lejátszódó égésfolyamat során a keletkezett hőenergiának csak kisebb részét (25–30%-át) tudjuk mechanikai munka formában hasznosítani. A hő nagy részét tehát el kell vonni, mert a kipufogógázokkal csak további 35 – 40% távozik, a megmaradó kb. 35% természetes átszármaztatása igen lassan menne végbe. A hengerben keletkező gázok hőmérséklete eléri a 2200–2500 C°-ot. Ha ilyen nagy hőmérsékleten nem hűtenénk a motort, működési zavarok lépnének fel.

A hatásos és szükséges hűtés feltételeinek tisztázása céljából vizsgáljuk meg, hogy a gépkocsi motorok építésében és üzemében használt egyes anyagok hogyan reagálnak a hőmérséklet-változásra. E kérdés eldöntésekor egyfelől a fémek, másfelől a kenőolajok tulajdonságai a mérvadók. A közönséges szénacélokat nagyjából 400–450 C°-ig, a könnyűfémeket mintegy 250–350 C°-ig lehet tartósan igénybe venni. Ebből is látható, hogyha a hűtés nélküli motorban a jelentékeny hőmérséklet hatására az egyes szerkezeti alkatrészek hőfoka a megengedett érték fölé (kb. 800 C°-ra) emelkednék, akkor a magas hőmérséklet miatt nagymérvű deformáció, majd a csúszó felületek bemaródása lépne fel. Ezáltal a motor üzembentartása lehetetlenné válnék.

A kenésben is zavarok lépnének fel. Az olaj ui. legfeljebb 200–250 C° hőmérsékletű hengerfalak kenését tudja megfelelő módon ellátni. E hőmérséklet felett elveszíti viszkozitását, erősen gőzölög és kokszosodik.

Mint látjuk, a belsőégésű motor megengedhető legmagasabb üzemi hőmérsékletét a könnyűfém alkatrészek és az olaj hőállósága határozza meg. A hengerfal és a dugattyú hőfoka a 200–250 C°-ot nem haladhatja meg. Efelett az Otto-motorok már csak a benzin öngyulladása miatt sem tarthatók üzemben, hiszen a sűrítési ütem 8–10 at nyomásán a benzin öngyulladási hőmérséklete kb. 250 C°.

A hűtés feladata, hogy az égéstér falainak hőmérsékletét nagyjából kb. 200 C°-on tartsa, s a felesleges hőmennyiséget átadja a környező levegőnek. A belsőégésű járműmotorok hűtését a gyakorlatban kétféle módon oldják meg: folyadék- és léghűtéssel. Hűtőfolyadékként általában lágy vizet használnak, kivéve a téli időszakot, amikor a fagyveszély elkerülésére ún. fagyálló folyadékokat töltenek a hűtőrendszerbe. A folyadék elvonta hőt a hűtőn keresztül átáramoltatott levegő veszi át. A léghűtéses motorok hengerfején és hengerén hűtőbordákat alakítanak ki, amelyeket az irányított légáram a szükséges mértékben hűt.

Vizsgáljuk meg, hogy a megfelelő hűtés céljából mit kell szem előtt tartanunk. A motor működése közben a forró gázok elsősorban a hengerfej és a hengerfal felső részével érintkeznek, nyilvánvaló tehát, hogy hűteni is ezeket kell. A henger hűtésekor nem hagyható figyelmen kívül, hogy a hengernek csak az a felülete kíván hűtést, amely közvetlenül érintkezik az égéstermékekkel. Ha a teljes hengerfelületet hűtjük, a túlhűtött részek következtében káros feszültségek lépnek fel. Emiatt alakítják ki a vízhűtéses motor hűtőköpenyét, a léghűtéses motor hűtőbordáit oly módon, hogy a magasabb hőmérsékletnek kitett részeknél, pl. a hengerfejnél, nagyobb és az áramlás útjába eső víztereket, a léghűtéses motorokon pedig dúsabb hűtőbordákat alakítanak ki.

A léghűtéses motorokból a hűtés által kevesebb hőmennyiség vezethető el, mint a folyadékhűtésűekből. Ez persze nem jelenti azt, mintha a léghűtéses motorokban több meleg alakulna át mechanikai munkává. Mivel a hűtés révén a léghűtéses rendszerű motorokból kevesebb hő távozik, ez azt eredményezi, hogy a motor üzemi hőmérséklete nagyobb a folyadék hűtésűekénél. Ez a különbség onnan származik, hogy a hűtőfolyadékok fajhője mintegy négyszerese a levegőének, ezért a hengerekből a teljes hőmennyiséget csak viszonylag nagynyomású és nagy mennyiségű levegővel lehetne elvezetni. A csúcsterhelések teljes hőmennyiségének elvonásakor ezért jelentős teljesítményt kellene a motor effektív teljesítményéből feláldozni.

A folyadék- és a léghűtést vizsgálva megállapíthatjuk, hogy mindkét rendszernek megvan a maga alkalmazási előnye és hátránya. A soros négyhengeresnél több hengerszámú motorban többnyire a léghűtés alkalmazása a bonyolultabb, ezért a nyolchengeres léghűtéses motorok V-elrendezésűek. A kevés hengerszámú motorokon, úgyszintén a motorkerékpárokon viszont a léghűtés alkalmazható célszerűbben.

A léghűtéses motorok kedvező tulajdonságait az alábbiakban összegezhetjük:

a) szerkezetileg egyszerűbbek a folyadékhűtéses motoroknál, mert elmarad a vízszivattyú, a hűtő, a termosztát és az ezeket összekötő csőrendszer;

b) téli időszakban fagyveszély nem fenyeget;

c) sérülésekkel szemben kevésbé érzékenyek;

d) a motor önsúlya kisebb lévén, a kp/LE érték itt kedvezőbb;

e) hideg indításkor hamarabb érik el az üzemi hőmérsékletet;

f) kezelésük és a karbantartásuk egyszerűbb;

g) vízben szegény területen előnyösebben használhatók.

Ezekkel az előnyös vonásokkal szemben a következő hátrányok állnak fenn:

a) a magasabb üzemi hőmérséklet következtében az olajminőségre, szerkezeti anyagokra igényesebbek;

b) hűtőköpeny hiányában zajosabb a járásuk;

c) gyorsabban hűlnek le, nagyobbak a hőingadozások;

d) előmelegítésük körülményesebb.

Ha egybevetjük az előnyöket és a hátrányokat, megállapítható, hogy katonai szempontokat nézve a mérleg a léghűtéses motorok javára billen.

Az említett előnyök közül először a hideg indítás kérdésével foglalkozunk. A léghűtéses motor üzemi hőmérsékletét a folyadékhűtésűhöz képest nagyjából egynegyed résznyi idő alatt éri el. Csökken ennélfogva a menetre való felkészülés ideje, ennek fontosságát a katonai felhasználás szemszögéből nézve nem szükséges kiemelni. Mivel hamarabb éri el a motor az üzemi hőmérsékletet, ezért a kopások kisebbek lesznek, s növekszik az élettartam. A belsőégésű motorok kielégítő olajozása ui. csak az üzemi hőmérséklet elérése után érhető el.

Ami egy másik kedvező tulajdonságot: az egyszerűbb kezelést és karbantartást illeti, a léghűtéses motorokon a hűtőt és a vízszivattyút érintő karbantartási munkák elesnek. A hűtőrendszer a legminimálisabb kezelést igényli: ez lényegében nem áll többből, mint a hűtőbordák tisztításából és a légfúvó kenéséből. Ilyenformán a gépjármű összkarbantartási ideje is rövidebb.

Katonai szempontból az is igen fontos, hogy a léghűtéses motor a sérülések iránt kevésbé érzékeny. Nem fordul elő hűtősérülés, vízfolyás, és ezen felül még a hűtőbordák megvédik a henger palástját a sérülésektől.

A mondottakat figyelembe véve arra a megállapításra jutunk, hogy a léghűtéses motorokkal szembeni idegenkedés alaptalan.

A Magyar Néphadseregben rendszeresített *Garant* típusú gépkocsik négyhengeres, négyütemű 3003 cm^3-es léghűtéses motorral vannak szerelve. Az alábbiakban ennek a gépjármű típusnak a hűtési rendszerével foglalkozunk.

A *Garant*-gépkocsi motorjának hűtőborda méretezése (felülete) és az öntött axiális ventillátor szállította levegő mennyisége a motor minden terhelésén együttesen szolgáltatja a megfelelő hűtőhatást. A ventillátort kettős ékszíj hajtja; ez fokozza a hűtés üzembiztonságát. Az ékszíjat önműködő feszítővel látják el, és szíjszakadás alkalmával egy jelzőberendezés önműködően megszólaltatja az elektromos kürtöt, vagy bekapcsol egy ellenőrző lámpát. A hűtő levegőt terelőlemezek juttatják el a hengerköpenyen levő hűtőbordákhoz; ezek a lemezek kiemelhetők. A terelőlemezek visszaszerelésekor különös figyelemmel kell lennünk a tökéletes zárásra, különben a levegő egy része nem jut a hűtőbordákhoz, s ezáltal romlik az utolsó henger hűtése.

A vezetőfülke fűtését a hűtőrendszerbe iktatják be. A fűtés két helyen van bekapcsolva, a vezetőfülkében és a terelőlemez csatlakozásánál. Gyakran előfordul, különösen kevés tapasztalatú gépkocsivezetőkkel, hogy a fűtést – ha arra nincs szükség – csak egy helyen, a vezetőfülkében kapcsolják ki. Mivel a terelőlemez csatlakozásánál a fűtőcsövet nem iktatják ki, ekkor a ventillátor által szállított levegő egy része nem vesz részt a hűtésben. Ezért romlik a hűtés hatásossága, s ez ugyancsak az utolsó henger túlmelegedését okozhatja.

A léghűtéses motorokon általában a magasabb üzemi hőmérséklet miatt a forgattyústengelyt gördülőcsapágyakkal szerelik, ezáltal csökkentve a súrlódó felületeket. Ugyancsak a magasabb üzemi hőmérséklet folytán fokozott mértékben kell itt a kenőolajat hűteni. A jobb hűtést elősegíti, ha az olajteknőt hűtőbordákkal látják el. A motor kezelésekor és karbantartásakor gondosan kell ügyelni az előírt olajszintre és az olajteknő alján levő bordázat tisztántartására. Ismeretes, hogy ha az olajteknőben kevés az olaj, akkor ez a rövid cirkulációs idő miatt felmelegszik, és hűtőhatást nem tud kifejteni. Hasonló helyzet áll elő akkor is, amikor az olajteknő alján levő bordázat eltömődik (sáros).

A tapasztalatok azt bizonyítják, hogy minimális kezeléssel a *Garant*-motorok léghűtési rendszere a motor minden terhelésén a megfelelő hűtőhatást biztosítani tudja. Ily módon a gépkocsi vezetésekor a hűtés fenntartásához nincs szükség különféle mesterfogásokra. Így pl. téves az a vélemény, amely szerint a motort a hűtés céljából a szükségesnél nagyobb fordulatszámmal kellene járatni. Ez persze nem mond annak a szabálynak ellent, hogy nem szabad a normális fordulatszám alatt, visszakapcsolás nélkül erőltetni a motort.

Amint már említettük, a léghűtéses gépkocsimotorok előmelegítése körülményesebb. Folyadékhűtéses motorokon nagy hidegben a forró vízzel történő feltöltés megkönnyíti az indítást. Egyes gépkocsi típusokra gyárilag beépített előmelegítő berendezést is felszerelnek. A léghűtéses motorok előmelegítése csak viszonylag bonyolult segédberendezés felhasználásával lehetséges. E berendezés lényege, hogy forró levegőt áramoltat a hűtőbordák közé. Ennek a megoldásnak nagyon rossz a hatásfoka, emiatt nagy teljesítményű hőforrásra van szükség, a levegő áramoltatása pedig jelentékeny teljesítményt igényel. Az említett körülmények miatt ilyen előmelegítő berendezéseket főleg léghűtéses repülőgépmotorokon építenek be.

Mellesleg szólva, csak egészen alacsony hőmérsékleteken van szükség a léghűtéses gépkocsimotorok előmelegítésére vagy az indítás egyéb módon való segítésére. A léghűtéses motorok főtengelyét ugyanis, mint pl. a *Garant K–30* típusú gépkocsi motorjáét, gördülőcsapágyazással építik be. Ez megkönnyíti a hideg motor átforgathatóságát, mert a gördülőcsapágyak súrlódási ellenállása nagyobb mértékben alacsony hőmérsékleten sem nő meg. Említésre méltó, hogy a léghűtéses motorokban a dugattyúk hézagolása is nagyobb, ez szintén hozzájárul az alacsony hőmérsékleten történő indítás megkönnyítéséhez.

Ahhoz, hogy a *Garant K–30* gépkocsit alacsony hőmérsékleten lehessen indítani, a gyár a motorolaj benzinnel való felhígítását javasolja. A gyári kezelési utasítás szerint —20 C°-ig a motor téli motorolaj használatával a szokott módon indítható. Ennél kisebb hőmérsékleten —30 C°-ig a motorolaj 15%-os benzinnel való hígításával, —30 C° alatt pedig 25%-os benzines hígítással lehet a könnyű indítást elérni. Ennél nagyobb hígítást semmiképpen sem szabad megengedni, mert ez már a motor gyors elhasználódását vonja maga után.

A gyári kezelési utasítás szerint, ha 1 óránál tovább áll a kocsi, ajánlatos a hígítást elvégezni. Tapasztalataink azt mutatják, hogyha nem áll a gépkocsi 5–6 óránál tovább, akkor célszerűbb az időnkénti járatásos melegítés. A mi időjárási viszonyaink általában szükségtelenné teszik a benzines olajhígítást.

A téli üzemre vonatkozó gyári utasítás felhívja még a figyelmet a sebességváltó, a kiegyenlítőmű és a kormány téli olajjal való feltöltésére, vagyis az olajcsere időbeni elvégzésére. A gyári utasítás azt is megemlíti, hogy ha téli olaj nem áll rendelkezésre, akkor az említett szer-

kezeti részek olaját gázolajjal kell hígítani. Az egész olajszükséglet 2,6 liter, ehhez a mennyiséghez kell 0,65 liter gázolajat hozzáadni, az olajsűrűség csökkentése céljából. A gázolaj nem párolog el, ezért a hozzáadagolást nem kell megismételni.

Az elmúlt évek tapasztalatai azt mutatják, hogy a *Garant*-gépkocsik megfelelő szakszerű kezeléssel jól üzemeltek. Ez a léghűtéses motor télen és nyáron egyaránt jól megállta a helyét, és hidegebb téli napokon sem okozott az indítás különösebb nehézséget.

DUDOK PÁL
mérnök-százados

A radioaktív sugárzás hatása az elektronikus berendezésekre

Az atomrobbanás alkalmával az elektronikus berendezések üzemképességére egyéb hatások (lökőhullám, fénysugárzás) mellett igen számottevő lehet a radioaktív sugárzás hatása is. A robbanások kezdeti áthatoló sugárzása nagy intenzitású neutron-fluxusból és rövid ideig tartó impulzusszerű gammasugárzásból áll. Ezek hatására megváltozhatnak az elektronikus alkatrészek jellemzői, s ilyenformán a berendezés átmenetileg vagy tartósan meghibásodik, többé-kevésbé üzemképtelenné válik.

Az alkatrészek elektromos és egyéb jellemzőinek megváltozásait azok a fizikai folyamatok keltik, amelyek a sugárzás és az anyag kölcsönhatásakor jönnek létre. A neutronok az anyagon áthaladva kölcsönhatásba lépnek ennek atomjaival, és eközben az anyagszerkezetben maradandó módosulásokat okozhatnak. E módosulásokat az elem anyagában az atommag elmozdulása vagy magreakciók idézik elő, amelyek megváltoztathatják az anyag szennyeződésének mennyiségét.

A gammasugárzás az atomok elektronjaival kölcsönhatásban gerjesztést vagy ionizációt okoz, a vegyi kötések rombolásával pedig változásokat okoz a molekulaszerkezetben. Végeredményben a sugárzás hatására egyfelől az anyagok elektromos jellemzői, másfelől általános fizikai-kémiai tulajdonságai módosulhatnak. Ionizáció játszódhat le, helyi hőmérséklet-emelkedés mehet végbe, a kristályrács-szerkezet megváltozhat, a kémiai kötések felszabadulhatnak, a kémiai reakciók meggyorsulhatnak, megnőhet az elektromos vezetőképesség, csökkenhet a szigetelési szilárdság.

A sugárzás hatásának, a sugárkárosodásnak mértéke egy sereg tényezőtől függ. Ilyenek a besugárzott anyag tulajdonságai, a sugárszint, a sugárzás időtartama és energiája, a környezet hőmérséklete, légnyomása, páratartalma stb. A sugárkárosodás lehet átmeneti és maradandó. Az előbbi esetben a behatások csak a besugárzáskor jelentkeznek, a sugárzás megszűnte vagy hirtelen csökkenése után pedig azonnal vagy csekély idő elteltével megszűnnek. A maradandó sugárkárosodás alkalmával a behatások ugyancsak a besugárzáskor mutatkoznak, de a sugárzás megszűnte után sem szűnnek meg. Az átmeneti károsodást a másodperc tört részéig tartó impulzusszerű sugárzás, a maradandót pedig az integrált sugárzás (sugáradag) váltja ki.

Az elektronikus berendezések maradandó változásait az alábbiak szerint osztályozhatjuk:

a) Az alkatrészjellemzők változásakor a berendezés üzemképessége a követelményekben megadottakon belül marad, a berendezésre ható sugáradagot ekkor *küszöbdózis*nak mondjuk.

b) Az alkatrészjellemzők változásával a berendezések üzemképessége gyengül ugyan, de utánszabályozással helyreállítható, vagyis a berendezés a továbbiakban ismét a követelményeknek megfelelően működik.

c) Az alkatrészek maradandó sugárkárosodása következtében a berendezések üzemképességét csak a meghibásodott alkatrészek cseréjével lehet helyreállítani; a berendezésre ható sugáradagot ez esetben *roncsoló dózis*nak nevezzük.

A berendezések üzembiztossága szempontjából az említett küszöbdózis, nemkülönben a roncsolási dózis megállapítása a legfontosabb. Irodalmi adatok alapján táblázatunk néhány alkatrész és anyag küszöb- és roncsolási dózisát foglalja össze. A felsorolt adatok általában nem atomfegyver-robbanás körülményei között végzett kísérletek eredményei, hanem többnyire reaktorok és különféle sugárforrások segítségével elért sugárkárosodás alapján határozták meg őket. A berendezésekbe beépített alkatrészek – anyaguktól, felépítésüktől és tulajdonságaiktól függően – különbözőképpen károsodnak.

Az *elektroncsövek* közül az üvegburás kivitelűek a legrövidebb élettartamúak és a legkevésbé sugárzásállóak. Többnyire az üvegbura és az üveg–fém kötések hibásodnak meg, az elektroncsövek ezért többnyire a levegő beszivárgása révén mennek tönkre.

A sugárkárosodás iránt a *fotocellák* is szerfölött érzékenyek, mert az üvegbura elszíneződése folytán érzékenységük csökken. A gáztöltésű csövekben a gáz ionizálódása miatt kisülési jelenségek, vagy karakterisztika-változások lépnek fel, ilyen a tirátronokban a gyújtási feszültség átmeneti megváltozása.

A *kondenzátorokban* főképpen a dielektrikum ionizálódása jelzi a sugárkárosodást, ennélfogva a fegyverzetek között áramszivárgás léphet fel. Más mérések és megfigyelések során a kondenzátorok kismérvű kapacitásváltozását is észlelték. A sugárzás iránt az elektrolitikus kondenzátorok a legérzékenyebbek, állékonyságuk kisebb a más felépítésű papír, keramikus stb.

kondenzátorokénál. Ez a jelenség bizonyos mértékig azzal magyarázható, hogy úgyszólván valamennyi elektrolit tartalmaz bórt, amely nagy abszorpciós képességénél fogva aránytalanul sok neutront nyel el. Az olajkondenzátorokon néha olyan nagymérvű gázfejlődést észleltek, amely a burkolatukat deformálta, sőt szét is vetette; ez a veszély egyébként az elektrolitikus kondenzátoroknál is fennáll.

Az *ellenállások* kisebb mértékben reagálnak a sugárzásra, de közülük is a huzalellenállások a legkevésbé, ezeknél ugyanis nvt = 10^{12} n/cm² integráldózis után a zajszint nem nőtt meg érdemlegesen. A sugárkárosodás függ egyszersmind az ellenállás nagyságától is, mert azonos sugárszinten az 1 kΩ-os ellenállás értéke 2–5%-ot változott, az 1 MΩ-osé pedig 20–50%-ot. A neutron sugárzás (10^{12} nvt) növeli a kvarckristály rugalmassági modulusát, ezért ennek a rezgési frekvenciája megnő.

A *félvezető diódáknak* a vezető, valamint a záróirányú ellenállásuk egyaránt növekszik, mivel azonban ellenállás értékeik nagyságrendekkel térnek el egymástól, a sugárzásra sem reagálnak egyformán. 10^6 r/sec gamma sugárszinten, és 10^{16} n/cm².sec neutronfluxus hatására a szilícium és a germánium diódák záróirányú árama 10–100 mikroamperre, a teljesítmény diódáké pedig 1–10 milliamperre nőtt meg. A tranzisztorok sugárkárosodása az egyes zónák és rétegek vezetőképességében az ionizáció miatt bekövetkező változások folytán áll elő.

A sugárzás érte *infravörös detektorok* ellenállása ugyancsak megváltozik. Azonos sugárdózisra az ólomszulfid detektorokon 5–10%-os, az ólomszeleniden pedig 1%-os ellenállás-csökkenést mértek. A koaxiális kábelek jellemzői a kísérletekben kevésbé változtak, de ezt is csak a nagy impedanciájú áramkörökhöz való csatlakozásban tapasztalták. A mérések az erek között csekély mértékű átvezetést és kapacitás megváltozást mutattak ki. Az észlelt jelenségek feltehetően a kábelek anyagának és környezetének átmeneti ionizálódásából eredhettek.

A *ferritmagos tekercsek* induktivitása 2–17%-kal nőtt meg. A transzformátorok és hasonló eszközök hosszabb ideig tartó besugárzásra sem változtak érdemlegesen, hacsak a szigetelők nem szenvedtek olyan jellegű változást, amely a transzformátor üzemét befolyásolta.

Említést érdemel, hogy a sugárhatás a *szárazelemek* kapocsfeszültségének 3–10%-os csökkenését, belső ellenállásának pedig 100–250%-os növekedését okozza.

A *félvezető sugárzásdetektorokon* a sugárkárosodás a zaj növekedésében, úgyszintén az impulzusamplitúdók csökkenésében jelentkezik. Az utóbbi jelenséget arra vezetik vissza, hogy a félvezető anyagában előállt rácshibák stb. befogják a töltéshordozókat.

Az elmondottakból arra a következtetésre jutunk, hogy az elektronikus berendezések sugárhatásra fellépő meghibásodásával akkor kell inkább számolni, amikor az alkatrészek között viszonylag nagy kapacitású, főképpen elektrolitikus kondenzátorok, továbbá nagy ellenállások, valamint szerves anyagokból készült szigetelők vagy áramköri elemek fordulnak elő. Az atomrobbanás egyéb károsító hatásainak figyelembevételével valószínűnek mondhatjuk, hogy a más okból rongálódást nem szenvedett elektronikus berendezéseket a sugárhatás sem teszi üzemképtelenné.

Különféle alkatrészek és anyagok sugárkárosodását előidéző dózisok

Alkatrészek vagy anyag megnevezése	küszöbdózis		roncsoló dózis	
	neutron nvt	gamma r	neutron nvt	gamma r
Transzformátor	10^{15}		10^{18}	
Elektroncső	10^6	10^6	10^{18}	
Tranzisztor	10^{10}	10^8	10^{13}	
Félvezető dióda	10^{12}	10^8	10^{16}	
Alagút-dióda	10^{16}			
Félvezető sugárzásdetektor		$2{,}10^5$		10^6
Szénrétegellenállás	10^{15}		10^{18}	
Huzalellenállás	10^{17}		10^{19}	
Elektrolitikus kondenzátor			10^{17}	
Tantálkondenzátor	10^{15}		10^{17}	
Papírkondenzátor	10^{14}			
Olajkondenzátor			10^{18}	
Csillámkondenzátor	10^{17}			
Üvegkondenzátor	10^{17}			
Keramikus kondenzátor	10^{17}		10^{19}	
Szervetlen szigetelők	10^{16}			
Szerves szigetelők		10^7		
Gumi				10^8
Műanyagok általában	10^{13}	10^5		
Polimetil-metakrilát (plexi)		10^7		
Üveg	10^6	10^9		10^{15}
Kerámia	10^8	10^9	10^{19}	
Fémek	10^7		10^{19}	
Alumínium				10^{12}
Grafit				10^{10}
Kenőanyag		10^7		10^9

A gammasugárzás integráldózisát röntgenben (r), *a neutronsugárzását* nvt-*egységekben tüntettük fel. Az utóbbiban* n *a neutronok száma* cm^3-*enként,* v *a neutronok átlagos sebessége cm/sec-ban,* t *a besugárzási idő sec-ban.*

DR. KOVÁTS ZOLTÁN
mérnök-alezredes,
a műszaki tudományok kandidátusa

A távbecslés befolyása a géppuskák pontos tüzére

Amióta megjelentek a különböző működési elvű és típusú géppuskák, sok nehézséget okozott összehasonlításuk és értékelésük. Még az azonos elven működő fegyverek harcászati-műszaki adatai is többé-kevésbé eltérnek egymástól, felmerül tehát a kérdés, hogy melyiket érdemes és szükséges figyelembe venni ahhoz, hogy a géppuska használhatóságát valóban helyesen mérjék fel. Valamennyi jellemző egyidejű figyelembevétele mindenre kiterjedő vizsgálatot igényel, ez azonban roppant körülményes és költséges. A gyakorlatban tehát a géppuskákat többnyire a tűzgyorsaság vagy a szóráskép nagysága alapján hasonlítják össze, s ennek alapján döntik el, melyik géppuska alkalmazása célszerűbb.

A következőkben azzal a kérdéssel foglalkozunk, hogy az egyes, kiragadott jellemzőkkel történt megítélés mennyi hibát rejthet magában, ezért vizsgáljuk a lőtávolság befolyását a célzási és a találati pontosságra. Ez a probléma különösen abból a szempontból mutatkozik érdekesnek, hogy a cél távolságát a lövész nem ismeri pontosan, és harci körülmények között ezt általában becsléssel állapítja meg. Ezáltal a fegyver szórásából eredő, továbbá a céltávolság becslésében elkövetett hiba összegződik. A két hiba együttes vizsgálata már adhat bizonyos képet arról, hogy a harci alkalmazás szempontjából milyen típusú fegyver használata célszerű. A teljes értékeléshez természetesen további jellemzők vizsgálata is szükséges.

A géppuska harcászati-műszaki jellemzőinek egymástól elszakított vizsgálata számos kérdést vet fel. Ezek közé tartozik az a vita, amely régóta folyik a géppuska tűzgyorsasága körül. Sőt, a vita már a géppuskák megjelenése *előtt* megindult: abban az időben, amikor hátultöltős puskákat kezdtek használni. A hátultöltős puska ellenfelei azt hirdették, hogy a megnövekedett tűzgyorsaság a katonát lőszerpazarlásra készteti. Ez az érv akkor nem keltett nagyobb visszhangot, később azonban mégis több ízben előálltak vele, különösen az önműködő fegyverek megszületése után. Ekkor is a nagy tűzgyorsaság elleni érvként hozták fel. A II. világháború egyik tapasztalata viszont az volt, hogy a viszonylag nagy tűzgyorsaságnak a harci alkalmazhatóság szempontjából előnyös vonásai is vannak. A tűzgyorsaság szerepét elvi megfontolások segítségével is be lehet bizonyítani.

A géppuska teljesítményének megítélésekor az a legcélszerűbb, ha egyes jellemzőinek elszigetelt vizsgálata helyett azt nézzük meg, hogy a fegyver az adott célok leküzdésére mennyire alkalmas. A lövész harc közben azt várja fegyverétől, hogy a célt már az első sorozattűzzel leküzdje, vagy legalább a tüzelés első másodpercében eltalálja. Nem valószínű, hogy a géppuska irányzó olyan célra nyit tüzet, amelyikről tudja, hogy csak hosszas lövöldözéssel találja majd el. A géppuskával szemben tehát a következő követelményt támasztjuk:

A tűz megindítása után a géppuska már az első másodpercben legyen képes a lehető legnagyobb valószínűséggel legalább egy találatot a célba juttatni. Szaknyelven: a géppuska tűzereje másodpercenként legalább egy találat legyen.

A tűzerő elsősorban a másodpercenként leadott célzott lövések számától, a tűzütemtől függ, ez utóbbi pedig a tűzgyorsaságnak csak bizonyos százaléka lehet. Gyakorlott lövész a tűz megnyitása utáni rövid időszakban elérheti tűzütemével a tűzgyorsaság 75%-át. Nyilvánvaló az is, hogy a tűzerő viszont a tűzütem egy meghatározott hányadánál nem lehet több. Ebből következik, hogy a nagyobb tűzgyorsaságú fegyvernek nagyobb a tűzereje is, persze a találati pontosságtól függően. S mi éppen ezt a kérdést akarjuk vizsgálni.

Mindenekelőtt a szórásról szóljunk néhány szót. Tudvalevő, hogy egy lövéssorozat leadásakor minden egyes lövedék más találati pontban csapódik a célba. A találatok helyzete több tényezőtől függ. A fegyvercső az egyes lövések leadásakor különbözőképpen rezeg, más-más módon vezeti a lövedéket; innen ered a fegyver szórása. A lövedék méreteiben, súlyában és a lőportöltet súlyában kis eltérések vannak, amelyek a lövedék szórását okozzák. A kétféle szórás együttesen a fegyver-lövedék rendszerre jellemző szórást adja, amelyet az átvételi követelmények és a lőtáblázatok rögzítenek. Ennél nagyobb szórású fegyverek és lőszerek nem kerülnek a hadsereg felszerelésébe. A szóráskép nagyságát ezenkívül a légnyomás és a széljárás, valamint egyéb külső körülmények is befolyásolhatják. Azonos körülmények közötti tüzelés alkalmazásával a lövész ügyességét is figyelembe kell venni. Minél jobban képzett a lövész, annál kisebb az általa leadott lövések szórásának eltérése a szóban forgó fegyverre megállapított szóráskép nagyságától.

A szórásképen belül teljesen véletlen a lövések eloszlása. A legelső lövés éppúgy eshet a legszélső helyre, mint a legutolsó vagy valamelyik közbenső lövés. A szórásképnek mégis határozott törvényszerűségei vannak. Az egyik ilyen törvényszerűség, hogy a találatokat egy függőleges és egy vízszintes egyenessel megfelezve olyan pontot kapunk, amelyre a szóráskép szimmetrikus, mégpedig úgy, hogy ettől az ún. középső találati ponttól azonos távolságban fekvő, azonos szélességű sávokban a találatoknak

2, 7, 16, 25, ill. 25, 16, 7, 2

százaléka helyezkedik el. Egy ilyen sáv szélességét r-rel jelölik és valószínű hibának (eltérésnek) nevezik. A célzás akkor volt jó, ha a középső találati pont a kitűzött célhoz a lehető legközelebb esik. Részben tehát a középső találati pont eltérése, részben pedig a szóráskép nagysága jellemző a lövész ügyességére.

Nézzük meg ezek után három géppuska szórásképét. A szórás nagyságának mértékéül válasszuk az előbb r-rel jelölt valószínű hibát. Ha a lövészet függőleges céltáblára történik, akkor magassági (r_m) és szélességi (r_{sz}) valószínű hibáról lehet szó. Magától értetődik, hogy növekvő lőtávolsággal a szórás nagysága is növekszik. Ennek oka a nagyobb lőtávolsághoz tartozó

nagyobb irányzási szögeltérés az egyes lövések között, de magyarázatot ad rá a kezdősebesség, a szél stb. különbségeinek nagyobb befolyása is. Ha a nagyobb szórás csak a fegyvercső indulószögének az egyes lövések közötti különbségéből eredne, akkor a szórás nagysága a lőtávolsággal arányosan egyenletesen növekednék, és ebben az esetben a valószínű hibát a lőtávolság függvényében egyenessel lehetne ábrázolni.

Mint említettük, a szórás a lövedék kezdősebességében mutatkozó kis különbségektől is függ. Emiatt a valószínű hiba a lőtávolság függvényében a lineárisnál kissé jobban növekszik. A kísérleti mérések szerint a géppuskák szórásában ezt a különbséget 800–900 méter lőtávolságon belül el lehet hanyagolni. Megengedhető tehát az a közelítés, hogy a szóban forgó lőtávolságon belül a szórást a lőtávolsággal arányosan növekedőnek tekintsük. Különösen érvényes ez a szélességi szórásra, mivel ez valójában csak a fegyvercső kezdőirányának különbözőségeitől függ. Emiatt a szélességi szórás kisebb is a magasságinál, de az említett lőtávolságon belül a két szórás nagysága közelítőleg egyenlőnek tekinthető.

Az r_m és az r_{sz} értékei (cm) *I. táblázat*

Lőtávolság (m) / Géppuska	100	200	300	400	500	600	700
1	3,1	6,2	9,2	12,3	15,4	18,5	21,6
2	5,1	10,2	15,3	20,4	25,5	30,6	35,7
3	6,7	13,3	20,0	26,7	33,3	40,0	46,7

Az r valószínű hiba értékeit három adott géppuskára, a fegyverek követelményei alapján a lőtávolság függvényében az I. táblázatban tüntettük fel.

Szembeötlő, hogy az *1* jelű géppuska szórásai a legkisebbek és a *3* jelűéi a legnagyobbak. A jó célzásnak, mint láttuk, az az ismérve, hogy a középső találati pont minél közelebb essék a kitűzött célponthoz. Az lenne a legkívánatosabb, ha a cél és a középső találati pont egybeesnék egymással. Ennek az esetnek a valószínűségét akkor tudjuk kiszámítani, ha megvizsgáljuk azt a hibát, amelyet a lövészek a cél távolságának becslésében elkövetnek.

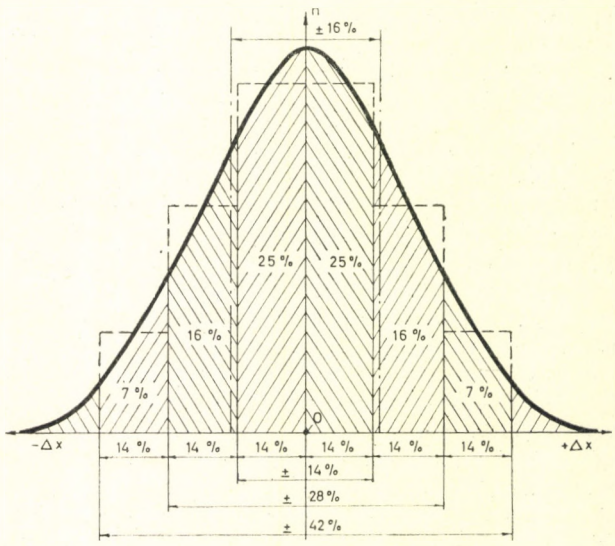
Szakirodalmi adatok szerint a hosszú időn keresztül, sok lövésszel végzett kísérletek arról tanúskodnak, hogy az elkövetett távbecslési hiba átlagosan a valóságos céltávolságnak 16%-a. Ezen az átlagon belül azonban meglehetősen nagy a távbecslés hibájának a szórása. Ábránk ezt szemlélteti. A vízszintes tengelyre a távbecslésben elkövetett hibát mértük fel az eredeti távolság százalékában, a függőleges tengelyre pedig az adott távbecslési hibát elkövető lövészek számát a kísérletbe bevont összes lövészek százalékában. Az ábra szerinti eloszlás jól egyezik a Gauss-félével. Látjuk, hogy a lövészek 50%-a (2·25%) ±14%-nál kisebb becslési hibát vét. A lövészek 82%-ának (2·25+2·16%) azonban már ±28%-os, a lövészek 96%-ának (2·25+ +2·16+2·7%) pedig ±42%-os a hibája a becsült és a valóságos távolság között.

Az egybevetéshez ilyenformán az előbb megadott magassági és szélességi szórást át kell számítani hosszúsági szórásra. Az átszámításhoz a külső ballisztikából ismert alábbi képletet használtuk fel:

$$r_h \approx r_m \left(\frac{0{,}64}{\operatorname{tg}\varphi} + \frac{0{,}683 r_m}{X \operatorname{tg}^2 \varphi,} \right)$$

ahol r_h a hosszúsági (lőirányú) valószínű hiba, r_m a magassági valószínű hiba, φ az indulószög (az irányzék adatai alapján) és X a lőtávolság.

A közelítő képlet használhatóságát jól igazolja, hogy az átszámítás során a hosszúsági valószínű hiba, ill. szórás a lineárisnál gyorsabb növekedést mutat a lőtávolság függvényében; ez megfelel a tényleges helyzetnek. Azért, hogy a hosszúsági szórást a távolságbecslésben elkövetett hibával összehasonlíthassuk, ki-



dolgoztuk a II. táblázatot, amely az előbbi három géppuskának 50, 82 és 96%-os hosszúsági szórási értékeit tartalmazza. Az átszámításban felhasználtuk azt az összefüggést is, hogy az 50%-os szórás a valószínű hibának kétszerese, a 82%-os a négyszerese, a 96%-os pedig a hatszorosa.

Az eddig elmondottakból most már tudjuk, hogy a lövészek a távbecslésben 50%-os valószínűséggel ±14%-os hibát követnek el, a II. táblázat pedig a géppuskák hosszúsági szórását tartalmazza. A kétféle hiba egybevetéséből meghatározható, hogy a cél milyen valószínűséggel helyezkedik el a szórásképen belül.

Vegyük példaképpen azt az esetet, amikor a lőtávolság, vagyis a cél valóságos távolsága a lövésztől 500

méter. Mi a valószínűsége annak, hogy a cél a szórásképen belül van? Az előbb elmondottak alapján ez a következőképpen számítható ki. Az 500 méter ±14%-a ±70 méter, más szóval a lövészek 50%-a a céltávolságot 430 és 570 méter közé becsli. Az *1* jelű fegyver 50%-os szórása 500 méteren 41 méter. Annak a valószínűségét, hogy ez a 41 méter szórás a 140 méter távbecslési hibán belül van, olyan módon kapjuk, hogy a 41-et elosztjuk a 140-nel (0,29), majd az így nyert ún. viszonylagos célkiterjedéshez tartozó valószínűségi tényezőt leolvassuk az itt nem részletezett számítási módszerrel összeállított táblázatból (15,6%). A számítások végeredményét a III. táblázat tartalmazza.

A III. táblázatból a várt következtetéssel ellentétes eredmény olvasható ki. A szórások nagysága alapján arra kellett következtetnünk, hogy az *1* jelű géppuska a legjobb, a *3* jelű pedig a legrosszabb. Kitűnik ezzel szemben, hogy amíg az *1* géppuskával tüzelő lövész csak a lövések mintegy 15%-ában képes elérni, hogy a cél az 50%-os szóráskép hatásos tartományán belül legyen, azaz minden hatodik-hetedik lövéssel, addig a *3* jelű géppuskával minden harmadik lövés leadásakor. Az is kiolvasható a táblázatból, hogy az *1* jelű géppuska lövésze csak minden második esetben tudja egyáltalán a célt a 96%-os (tehát közel teljes) szórásképen belülre hozni, a *3* géppuska lövésze pedig öt lövés közül négy esetben.

Még kedvezőbb a helyzet a *3* jelű géppuska értékelésekor, ha a 300 méteren elérhető valószínűségeket vizsgáljuk. Az itt nem közölt számítások azt mutatják, hogy az *1* jelű géppuska 50%-os szórásképében csak mintegy 20%-os valószínűséggel van benne a cél, a *3* jelű géppuskára pedig ez a valószínűség nagyjából 50%. A 96%-os szórást nézve, ezek a valószínűségek az 50%, ill. a 100% közelében vannak. A számítások kiterjeszthetők olyan esetekre is, amikor az irányzékállítás eltér a céltávolságtól. A valószínűségek ekkor természetesen csökkennek, de arányosan az előző táblázatban megadottakkal, más szóval ekkor is a *3* jelű géppuska adja a legkedvezőbb valószínűségeket.

Az eddig elmondottak alapján tehát levonhatjuk azt a következtetést, hogy a géppuska használhatóságát pusztán a szóráskép nagyságából nem lehet eldönteni. Látszólag ellentmond ugyan a józan elképzelésnek, de gyakorlatilag jobb lehet a nagyobb szórású géppuska a kisebb szórásúnál. Nem biztos azonban, hogy valóban jobb-e. Ha tekintetbe vesszük a céltávolság becslésében elkövethető hibákat, akkor mindenképpen előnyösebb a nagyobb szórású fegyver, hiszen itt nagyobb a valószínűsége annak, hogy rosszul becsült céltávolsággal is kapunk találatot a célban.

De nagyon egyoldalú volna elemzésünk, ha megelégednénk ezzel a következtetéssel. Célunk az volt csupán, hogy felhívjuk a figyelmet a szóráskép alapján történő értékelés veszélyeire. Mint látjuk, érdemes volt közelebbről megnéznünk a távbecslés folyamán elkövethető hibákat, s összevetnünk ezeket a szóráskép adataival. De nagy hibába esnénk, ha mindebből arra a következtetésre jutnánk, hogy annál jobb egy géppuska, minél nagyobb a szórása. Ez nem igaz! Kétségtelen, hogy nem érdemes túlságosan kis szórásra törekedni, de mindig a fegyver tűzereje dönti el, mekkora lehet a gyakorlatban megfelelő szóráskép.

Amikor tárgyalásunk elején felvetettük a tűzerő kérdését, abból a követelményből indultunk ki, hogy a géppuska tűzereje másodpercenként legalább egy találat legyen. Láttuk, hogy ennek elérése a géppuska tűzgyorsaságától és találati pontosságától függ. A szóráskép értékeléséhez tehát szervesen kapcsolódik a tűzgyorsaságé is. A találati pontosság pedig a fegyver egyéb jellemzőit hozza előtérbe, amelyek a célzott tűz leadása szempontjából fontosak. Ilyenek az állvány, a befogás, a hátrasiklási (hátralökő) energia nagysága stb.

A találati pontosságot a találati százalékkal össze-

A géppuskák hosszúsági szórásainak számított értékei (m) *II. táblázat*

Lőtávolság (m)	*1*			*2*			*3*		
	50%	82%	96%	50%	82%	96%	50%	82%	96%
300	31	62	93	51	102	153	84	168	252
400	35	70	105	58	116	174	89	178	267
500	41	85	130	66	132	203	96	192	296
600	49	100	153	73	149	226	106	216	328
700	62	128	194	91	188	285	135	278	422

A cél szórásképen belüli helyzetének valószínűsége *III. táblázat*

Géppuska	50%-os hosszúsági szórás	S %	82%-os hosszúsági szórás	S%	96%-os hosszúsági szórás	S%
1	41 m	15,6%	85 m	31,8%	130 m	47,0%
2	66 m	25,1%	132 m	47,4%	203 m	66,8%
3	96 m	35,2%	192 m	64,6%	296 m	84,4%

vetve, különböző lőtávolságokon a tűzgyorsaság és a tűzütem segítségével kiszámíthatjuk a tűzerőt. A géppuska ott használható célszerűen, ahol a tűzerő, vagyis a másodpercenkénti találatok száma 1-nél nagyobb. A két szempont együttes vizsgálata alapján aztán megállapítható, hogy a szóban forgó lőtávolságon a cél a szórásképen belül található-e.

A tűzerő kérdéseit nem részleteztük, mindössze arra akartunk rámutatni, hogy a szórásképnek a távbecslés hibáival együttes elemzése egymagában nem döntheti el, hogy egy adott géppuska megfelel-e a harci körülmények között keletkező feladatok ellátására. Az elmondottakkal segítséget kívántunk nyújtani ahhoz, hogy a harcászati-műszaki jellemzőikben eltérő géppuskákról a harci alkalmazhatóság szempontjából véleményünket könnyebben kialakíthassuk.

PARRAGH GÁBOR
mérnök-őrnagy,
SEBŐK ELEK
mérnök-százados

Az idegmérgek hatástalanítása

A II. világháborút megelőző évtizedben és a háború alatt végzett kémiai kutatás eredményeként számos olyan vegyületet állítottak elő, amelyek rendkívül erős mérgező sajátságukkal és kiváló harci alkalmazhatóságukkal tűnnek ki. Ezeket a vegyületeket ma „idegmérgek" összefoglaló néven tartjuk számon. E korszerű mérgező harcanyagok használhatóságáról és az ellenük való védekezésről egy sereg téves nézet terjedt el. Egyes pesszimista vélemények szerint lehetetlen ellenük védekezni, ugyanakkor sokan – éppen a kellő tárgyi ismeret hiányában – lebecsülik jelentőségüket.

Itt az idegmérgek néhány jellemző, elsősorban harcászati szempontból fontos sajátosságával, valamint hatástalanításukkal foglalkozunk.

Az idegmérgek főbb harcászati sajátosságai

Az idegmérgek sajátosságait a ma már klasszikusnak mondható DFP (diizopropil-fluorfoszfát), tabun, szarin és szomán példáján mutatjuk be. Legfontosabb fizikai állandóikat a táblázatban foglaltuk össze.

Néhány idegméreg fontosabb fizikai állandója

Fizikai tulajdonság	DFP	tabun	szarin	szomán
Külalak	víztiszta folyadék	víztiszta folyadék	víztiszta folyadék	víztiszta folyadék
Fagyáspont C°	—82	—14	—2,2	—
Forráspont C°	183	237	147,3	43 (0,2 torr nyomáson)
Sűrűség (20°-on)	1,055	1,077	1,049	1,013
Illékonyság mg/m³	5700	600	11 300	9000
Vízoldékonyság, %	1,5	12	korlátlan	nem oldódik
Szerves oldhatóság	jó	jó	jó	jó
2 percen belül halálos mérgezést okozó koncentráció, g/m³-ben	1	0,3	0,1	0,07

A táblázat alapján a felsorolt négy mérgező harcanyag harcászati alkalmazhatóságára számos következtetést vonhatunk le. Ezek az alábbiak:

a) Kivétel nélkül folyékony halmazállapotúak közönséges hőmérsékleteken, ezért könnyen permetezhetők szét, lövedékekben, bombákban felhasználhatók. Folyadék halmazállapotukból következik, hogy a terepet, a tereptárgyakat s párolgás révén a levegőt is szennyezik. Az általuk okozott szennyeződés tehát általános.

b) Illékonysági adataik azt mutatják, hogy a terepen hatásos alakban történő megmaradásuk – vagyis „maradóságuk" – erősen eltérő. A tabunnal hosszú napokon, esetenként heteken át hatásosan megmaradó szennyeződés hozható létre, ugyanakkor a szarin csak rövid ideig marad meg a szennyezett felületeken.

c) Fagyáspontjuk és vízoldékonyságuk széles skálán belül mozog; ez a körülmény lehetővé teszi, hogy a legkülönfélébb időjárási viszonyok között is alkalmazhatók legyenek.

d) Csaknem szagtalanok, sem a szemre, sem a légutakra semmiféle ingerlő hatást nem fejtenek ki, s ennek következtében jelenlétük érzékszervi úton közvetlenül nem mutatható ki.

e) Gőzeik a levegőnél 4–6-szorta nehezebbek, szélcsendes időben „megülik" a terep mélyedéseit, „befolynak" a lövészárkokba, óvóhelyekre, fedezékekbe stb.

Az idegmérgeknek e legfontosabb tulajdonságai érthetővé teszik a vegyi fegyver tömegpusztító jellegét. Harcászati fontosságukat kiemeli az a lehetőség is, hogy hólyaghúzó mérgező harcanyagokban (pl. kénmustár) jól oldódnak. Ez a körülmény sokoldalú felhasználhatóságukat még inkább növeli.

A háborúk, s így a vegyi háború története is azt bizonyítja, hogy minden új fegyver, minden új harcanyag megjelenését a védekezés megfelelő módszereinek gyors kidolgozása követi. Ma már kiváló felderítő eszközök vannak, amelyek az idegmérgek legkisebb mennyiségének jelenlétét is azonnal jelzik, a gázálarcok ezen anyagok gőzeit tökéletesen kiszűrik a levegőből, s kidolgozták azokat a mentesítési módszereket is, amelyekkel az idegmérgek gyorsan és biztonságosan hatástalaníthatók. Mindezek ellenére azt kell mondanunk, hogy az idegmérgek népes csoportja a legfélelmetesebb fegyverek közé tartozik.

Az idegmérgek hatástalaníthatósága

Az idegmérgekkel szennyezett tárgyak mentesítésére mindazok a fizikai és kémiai módszerek számításba kerülhetnek, amelyek az egyéb mérgező harcanyagok esetében szokványosak.

A *fizikai mentesítési módszerek* alkalmazásakor az idegmérgeknek azokat a fizikai tulajdonságait használjuk ki, amelyeket számszerűleg az illékonyság és az oldhatósági adatok jellemeznek. A fizikai módszerekkel végzett mentesítés lényege, hogy a mérgező harcanyagot elpárologtatással, vagy oldószerek alkalmazásával eltávolítjuk a szennyezett felületről. Ilyenkor a szóban forgó mérgező harcanyag semmilyen kémiai változáson nem megy át, megtartja eredeti mérgező sajátosságait, ezért kellő körültekintéssel kell eljárni, és a szennyezett oldószert ennek megfelelően kell kezelni.

Az alkalmazás szempontjából számításba jövő fizikai módszerek közül elsősorban a szabad levegőn végzett mentesítést kell megemlíteni. E módszernek az a lényege, hogy a szennyezett tárgyakat a szabad levegőn tartjuk mindaddig, amíg a rajtuk levő mérgező harcanyag – illékonysága révén – el nem párolog. A mentesítendő anyagokat ki kell teregetni, esetleg kellő távolságra kell egymástól elhelyezni, hogy a szél minden részüket jól átjárhassa. A nagyobb folyadékcseppeket a felületről le kell törülni; ezáltal a mentesítési időt számottevően csökkenthetjük.

Ez a módszer rendkívül kényelmes, azonban nagy hátránya, hogy a teljes mentesítettség eléréséhez esetenként sok időre van szükség. Jól alkalmazható azonban nyáron napos-szeles időben, elsősorban az illékonyabb anyagok (DFP, szarin, szomán) esetében. Mivel az elpárolgás folyamán a mérgező harcanyag a levegőbe kerül és ezt szennyezi, a mentesítés helyét nagy körültekintéssel, lakott területtől távol és a szélirány figyelembevételével kell megválasztani.

A levegőn történő elpárologtatásos módszernek, amelyet levegővel végzett mentesítésnek is nevezhetünk, forró levegő felhasználásán alapuló olyan tökéletesített változatait is alkalmazzák, amelyekkel a szükséges mentesítési idő lényegesen megrövidül. Ennek a mentesítési eljárásnak az a lényege, hogy a mentesítendő anyagokat olyan zárt kamrába helyezik, amelybe meleg levegő fúvatható be. A meleg levegő 70–90 C°-os hőmérsékletet teremt az egész kamrában; ezáltal a mérgező harcanyag párolgási sebessége megnő, és a mentesítés néhány óra alatt bekövetkezik. Ilyen esetekben mód nyílik arra is, hogy a meleg levegővel távozó idegméreg gőzöket kémiai úton megsemmisítsük, elkerülve ezzel a környezet szennyeződését. A módszer elsősorban a ruházat és egyéb felszerelési tárgyak mentesítésére használatos. A levegővel történő mentesítés egyik változatában a 70–90 C°-os levegővel együtt vízgőzt és ammóniát is fúvatnak a rendszerbe, s ezzel az idegmérgek kémiai mentesítése is bekövetkezik.

Az *oldószerekkel végzett mentesítés* során a mérgező harcanyagok különböző oldószerekben való oldhatóságát használjuk fel a szennyezett tárgyak megtisztítására. Oldószerként számos anyagot (pl. vizet, szerves oldószereket) lehet használni. Az efféle mentesítések alkalmával is gondosan figyelembe kell venni azt, hogy az oldódás során az idegmérgek kémiai átalakulást nem szenvednek, s ezért a mentesítésre felhasznált oldószer rendkívül mérgező. Nagy jelentősége van az oldószer helyes megválasztásának. Tabun és szarin mentesítésére a víz is kiválóan alkalmazható, DFP-hez és szománhoz viszont szerves oldószerek szükségesek. A vízzel, mint oldószerrel történő mentesítés különösen akkor hatásos, ha a lemosó víz valamilyen emulgeálószert (mosószert) tartalmaz, mely a rosszul oldódó DFP, vagy a szomán eltávolítását is lehetővé teszi.

A szerves oldószerekkel végzett mentesítés az oldószerek viszonylagosan magas ára miatt meglehetősen költséges. Számos alkalommal azonban (pl. műszerek, optikai berendezések stb.) csak ilyen módon lehet a mentesítést végrehajtani, mert a kémiai mentesítő anyagok az említett eszközökön igen kellemetlen károsodást okoznak.

Egyéb fizikai módszerek. A fizikai eszközökkel végrehajtható mentesítési eljárások közé számos olyan módszer tartozik, amelynek elsősorban a terep, ill. az utak mentesítésekor van nagy jelentősége. Ezek a módszerek elsősorban mint szükség mentesítési eljárások jönnek számításba és egyszerű eszközökkel hajthatók végre. Ide soroljuk az ún. elszigetelési eljárásokat és a szennyezett réteg eltávolításán alapuló módszereket.

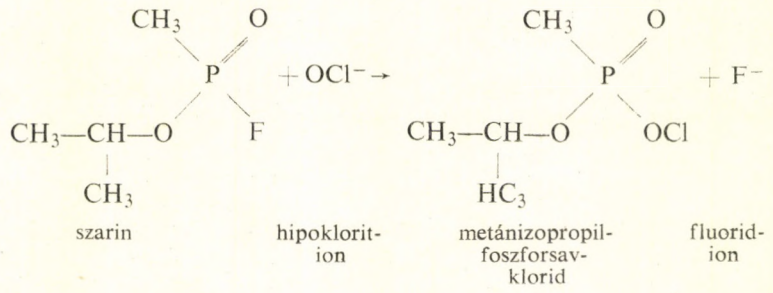
Az elszigetelés lényege, hogy a szennyezett terepszakaszra földet, farönköket, szalmát, havat stb. terítenek szét, vagy ezeknek az anyagoknak a felhasználásával nyitnak átjárókat. Az eltávolításon alapuló módszer tulajdonképpen az elszigetelési művelet fordítottja; a szennyezett terepszakaszról a szennyezett felső föld vagy hóréteget eltávolítják és az eltávolítással nyitnak a terepen átjárókat. Ezek a mentesítési eljárások fokozott óvatosságot igényelnek, mert akár a levegőben levő gőzök, akár a közvetlen csepphatás révén rendkívül veszélyes mérgezések következhetnek be.

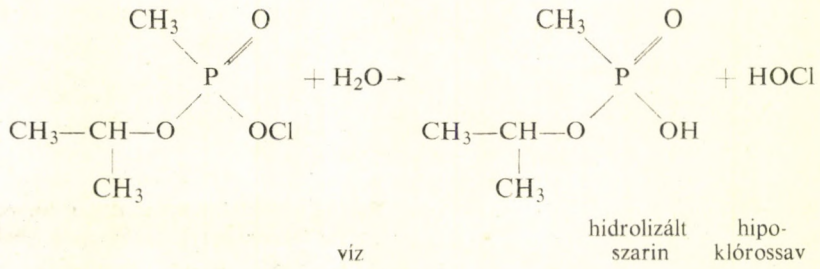
Kémiai mentesítési módszerek. Az idegmérgek kémiai

úton történő hatástalanításának alapja – éppúgy, mint a klasszikus mérgező harcanyagok esetében – az idegméreg molekula valamely kémiai reagens által történő átalakítása, amelynek hatására megszűnnek az idegméregre jellemző tulajdonságok. Kémiai reagensként, vagyis mentesítő anyag céljaira számos vegyületet lehet felhasználni, azonban a tömeges mentesítés gyakorlati követelményeinek csakis olcsó, nagyipari gyártásra alkalmas és jól tárolható anyagok felelhetnek meg.

Jól lehet az idegmérgek terepen végzett hatástalanítására felhasználni a hólyaghúzó mérgező harcanyagok mentesítésére bevált aktívklór tartalmú mentesítő anyagokat: a klórmeszet és a kalcium-hipokloritot is. A kalcium-hipoklorit szuszpenzióban a kalcium-hipoklorit tetemes része oldatban van, és az oldat jelentős mennyiségű hipoklorit-iont tartalmaz. A hipoklorit-ion az idegmérgek vizes hidrolízisére katalitikusan hat. Ez a katalitikus hatás különösen jelentős a kalcium-hipoklorit oldatban, mert a kalcium-hipoklorit hidrolízise 12–13 közötti pH-t biztosít.

A katalitikus hidrolízisben először egy bomlékony hipoklorit vegyület keletkezik, mely a nem mérgező alkil-foszforsavra és hipokloritra esik szét. Ezt a folyamatot a szarin példáján mutatjuk be.

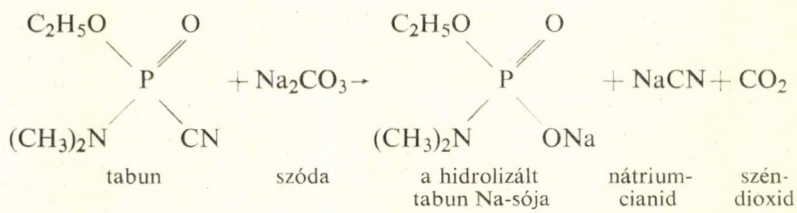




A reakció lefutása pillanatszerű és nem igényel magas hipoklorit koncentrációt, hiszen nem fogyaszt mentesítő anyagot. A gyakorlati célokra legjobban az 5–10%-os kalcium-hipoklorit szuszpenzió felel meg. Meg kell még jegyeznünk, hogy a katalizált hidrolízis csak 0 C° felett játszódik le megfelelő sebességgel, ezért hidegben az oldatok és a mentesítendő felület felmelegítéséről gondoskodni kell.

Az előbbi mentesítési reakciónak rendkívüli előnye, hogy a mentesítő hatást kifejtő kalcium-hipoklorit szuszpenzió a hólyaghúzó mérgező harcanyagokat is jól mentesíti. Ezért a kalcium-hipoklorit univerzális mentesítő anyagként jöhet számításba.

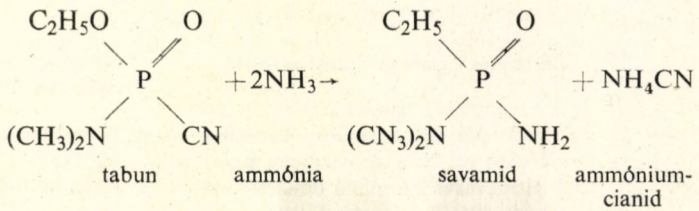
Az idegmérgek mentesítésére igen jól felhasználhatjuk a lúgos mentesítő anyagokat, a szódát, a nátronlúgot stb. is. A lúgos mentesítő anyagok hatására az idegmérgek igen gyorsan – percek alatt – hidrolízist szenvednek és így hatástalan anyagokká alakulnak át. A végbemenő kémiai folyamatot a tabun példáján mutatjuk be:



A tabun-molekulának a felírt egyenlet szerint lejátszódó lúgos hidrolízise alkalmával képződő nátriumsó tulajdonságai már nem idegméreg jellegűek. A gyakorlati célokra legjobban a 2–5%-os szóda, illetve a lúgoldat felel meg. A lúgos hidrolízissel azonos módon hatástalan nátriumsó keletkezik az idegmérgeknek nátrium-fenolátokkal történő reakciója során is.

A tabun azonban nemcsak alkálilúg (nátrium-hidroxid, kálium-hidroxid), hanem vizes ammónia

(ammónium-hidroxid, vagy közismertebb nevén szalmiákszesz) hatására is gyors átalakulást szenved. A lejátszódó folyamat teljesen hasonló a nátronlúgos hidrolízishez, azzal a különbséggel, hogy nátriumsó helyett savamid keletkezik, amely szintén nem idegméreg sajátosságú. A folyamatot a tabunra felírva:



A vizes ammónia alkalmazása a tabun hatástalanítására még azzal az előnnyel is jár, hogy a mentesítési reakció sokkal gyorsabban játszódik le, mint a nátronlúg esetében.

Az elmondottakból kitűnik, hogy az idegmérgek aránylag könnyen hatástalaníthatók, s e célra a nagyiparilag olcsón gyártható kalcium-hipokloritból készített szuszpenziók, illetve a különféle lúgok oldatai alkalmasak. Mindezek ellenére az idegmérgekkel szennyezett eszközök és egyéb anyagok mentesítési munkái alkalmával a rendkívül jelentős mérgezési veszély miatt különös gonddal kell eljárni.

könyvszemle

Katonai könyvkiadás Magyarországon. 1945—1965. Bibliográfia

(Zrínyi Katonai Kiadó, 1967, 299. old.)

Régen várt könyvészeti munkát állított össze a Zrínyi Miklós Katonai Akadémia tudományos könyvtárának munkaközössége. Az elmúlt húsz év magyar nyelvű hadtudományi bibliográfiája megkönnyíti a tájékozódást az egyre terebélyesedő magyar katonai irodalomban.

A katonai szakbibliográfa szerkezete nagyjából a hadtudomány korszerű felosztását követi. Az 1209 könyvészeti egységet tartalmazó bibliográfia a következő fejezetekre oszlik:

A hadtudomány általános kérdései. – A hadtudomány elmélete és gyakorlata. – Hadtörténelem. – Katonai kiképzés. – Hadseregszervezés. – Katonaföldrajz. – Haditechnika. – Katonai egészségügy. – Polgári védelem. – Hadtudományi segédkönyvek.

Függelékként a magyar nyelvű katonai szépirodalom annotált jegyzékét kapjuk. Az itt felsorolt művekkel az összeállítók a hazafias nevelésben kívánnak segítséget nyújtani.

Megtörtént tehát az 1945 utáni magyar katonai könyvanyag feltárása és rendszerezése. Reméljük, hogy ezt a fontos lépést további gyűjtőmunka követi, s mihamarább sor kerül az 1945 utáni magyar katonai folyóiratok repertóriumának összeállítására is. Talán nem kell külön hangsúlyoznunk a tudományos kutatómunka alapjául szolgáló bibliográfai feltárás jelentőségét.

Nem hallgathatunk el azonban néhány megjegyzést az ízléses kiállítású, dicséretes szorgalommal összeállított, hézagpótló munkáról. Elsősorban a névmutató összeállításának szempontjait bírálnánk. Sajnálatos módon nem történt meg ugyanis a tematikus és a szerzői névmutató feltétlenül szükséges szétválasztása. Könyvcímekben előforduló történelmi alakok, mint Bem József és Damjanich János neve vegyesen szerepel ma élő szerzőkével. Pedig a jó mutató sehol sem olyan fontos, mint éppen egy könyvészeti szakmunkában.

Helyeselhető törekvés a katonai szépirodalom ajánló bibliográfiája. Ez az összeállítás szükségképpen hiányos, a terjedelmet korlátozó tényezők érthetők. Mégis aligha elegendő, ha például az 1848–49-es forradalom és szabadságharc tárgyköréből Jókai Mór munkásságát egyedül „A kőszívű ember fiai", s ennek is csupán egyetlen kiadása képviseli.

Van azonban a szépirodalmi műveket válogató résznek súlyosabb fogyatékossága is. Azonnal feltűnik, miért szerepel közvetlenül egymás mellett Eric Knight népszerű regénye, a „Légy hű önmagadhoz", s Ralph Ingersoll – szubjektivitása ellenére – forrásértéket képviselő könyve, a „Szigorúan titkos". A közelebbi vizsgálat azután fényt derít arra a nehezen menthető válogatási szempontra, hogy a visszaemlékezések, a memoárok és a háborús riportok belekeveredtek a szó szoros értelmében vett történelmi regények közé. Mióta szépirodalom Josephus Flavius „A zsidó háború" című értékes forrásműve, Kossa István visszaemlékezése, Furmanov Csapajev-könyve vagy Bugyonnij önéletírása? Ráadásul a szépirodalmi részbe keveredett emlékiratok, háborús riportok egy része a katonai törzsanyagban is szerepel.

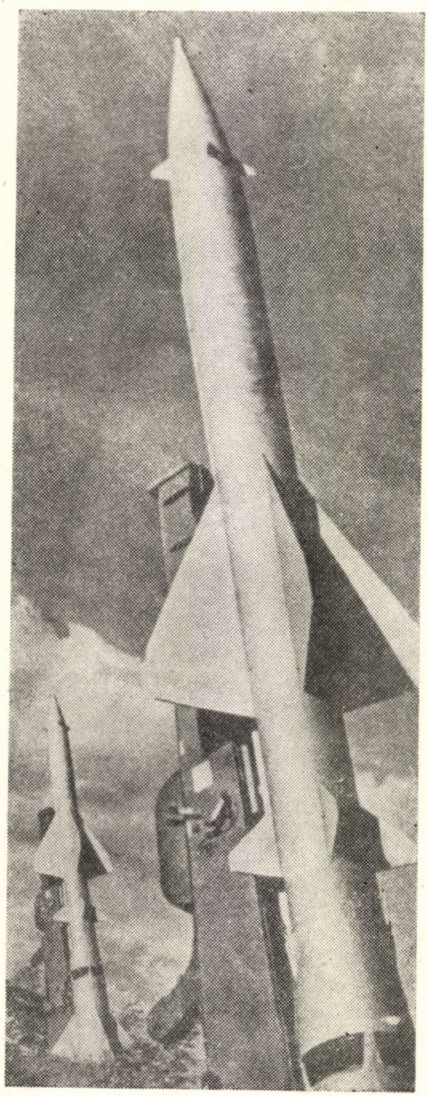
A felsorolt fogyatékosságok ellenére is őszinte örömmel üdvözöljük az új bibliográfiát mint könnyen kezelhető hézagpótló, hasznos összeállítást.

P. E.

haditechnikai tájékoztató

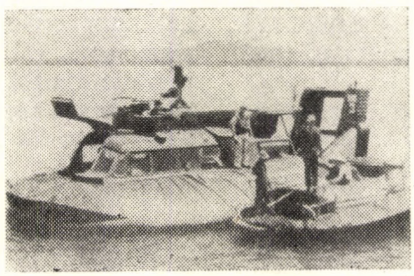
Eredményes vizsga Vietnamban

Eredményesnek bizonyulnak a szovjet gyártmányú légvédelmi irányított rakétafegyverek a Vietnami Demokratikus Köztársaság légvédelmének megszilárdításában. A légvédelmi rakéták már eddig is több tucat amerikai vadászbombázót semmisítettek meg, pedig elsősorban az 50-es évek korai rakétanemzedékének képviselőit vetették be. Hatékonyságuk az amerikai légierőt taktikájának megváltoztatására kényszerítette. A korábbi 50–60 gépes kötelékekről ezért tértek át a 2–4 gépes alkalmi harcirajok bevetésére. Ezek is alacsonyrepülésben, erőteljes aktív és passzív elektronikus ellentevékenységgel, színlelt támadó, félrevezető gépcsoportok párhuzamos berepülésével mernek behatolni a VDK légiterébe. Az amerikai katonai vezetők az észak-vietnami légvédelem további jelentős erősödésével, veszteségeik fokozódásával számolnak, amióta tudomásukra jutott, hogy a Szovjetunió újabban korszerűbb típusú légvédelmi rakétákkal támogatja a VDK önvédelmi harcát.



Légpárnás járművek a parti őrségnél

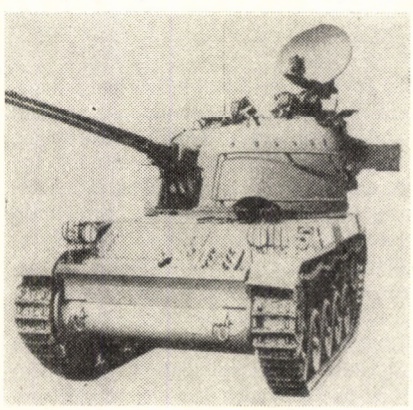
Az amerikai haditengerészet a múlt év közepe óta *SK–5* típusú, légpárnás járműveket vet be a dél-vietnami partoknál. A járműveket 2,6 millió dollárért vásárolták Angliától *(Westland SRN–5)*, és új hajtóművel szerelték fel. A légpárnás jármű



2 m magas hullámok között 65 km/h szélsebesség esetén is zavartalanul működik. Személyzete négy fő: járművezető, rádiós navigátor, géppuskás lövész és technikus. Új hajtóműve a General Electric *LM–100*-as, 1000 LE teljesítményű gázturbina. Az *SK–5* hossza 11,9 m, szélessége 7 m, magassága pedig 4,9 m.

Tranzisztoros tűzvezetőlokátor

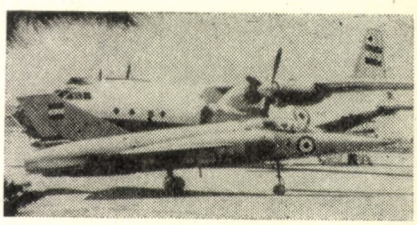
A francia *CSF Oeil Noir 1* típusú rádiólokátor a 30 mm-es ikercsövű *AMX–13* légvédelmi önjáró löveghez készült. Az URH frekvenciasávban, a Doppler-hatás



elvén működő rádiólokátor az adócsövek kivételével teljesen tranzisztoros kivitelű, teljes súlya 220 kp. Adó-vevő antennája menethelyzetben a jármű tornya mögé hajtható. A lokátor mérési adatait elektronikus lőelemképző dolgozza fel, és ez vezérli az ikercsövű löveg irányzását is. A lokátor üzemmódjai: körkörös légtérellenőrzés, szektoros keresés és automatikus célkövetés. A löveget külön optikai irányzékkal is felszerelték.

Az EAK hangsebesség feletti vadászrepülőgépe

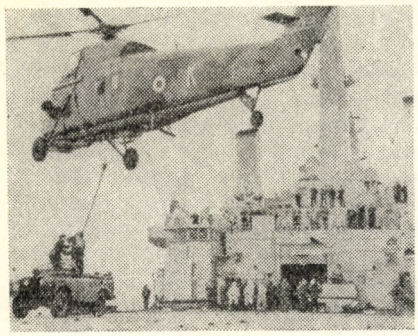
Próbarepüléseket végeznek azzal az egyiptomi sugárhajtóműves szuperszonikus vadászrepülőgéppel (a kép előterében), amelyet egy német–osztrák mérnökcsoport terv tt. Az *E–300* típusú vadászrepülőgép . műve azonos az indiai *HF–24* harcig el. Az *E–300* berepülését egyiptomi és indiai pilóták végzik. Az elfogóvadász sorozatgyártását 1968-ban kezdik meg, csúcssebessége eléri majd a 2,2 M értéket. Az egyiptomi repülőgép hajtóművét F. Brandner vezetésével fejlesztették ki, aki a II. világháború alatt a Junkers Művek részére tervezett repülőgépmotorokat. Jelenleg mintegy 300 nyugatnémet és osztrák szakértőt foglalkoztatnak Egyiptomban a katonai repülőgéptervezésben és gyártásban.



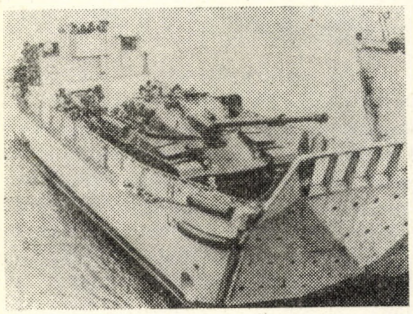
Az XM410E1 terepjáró tehergépkocsi

A Chrysler cég új, 2,5 Mp-os terepjáró tehergépkocsiját az amerikai szárazföldi haderő alkalmazza nyolc kerekes kivitelben. Az *XM410E1* menetpróbáit részben Alaszkában végezték. Az új tehergépkocsi ejtőernyővel is ledobható, a vízi akadályokat úszva küzdi le. A jármű új változata elődeihez képest könnyebb (alumínium szerkezetek alkalmazása), teher-önsúly aránya kedvezőbb, rakodófelülete megnövelt, terepjáró képességét a lánctalpas járművekéhez mérhetjük. Élettartama hosszú, a motor, a fékek és az erőátviteli szervek a víztől és a szennyeződéstől védettek. A járművön olyan gumi csapágyperselyeket alkalmaztak, amelyeknek kenésre nincs szükségük.

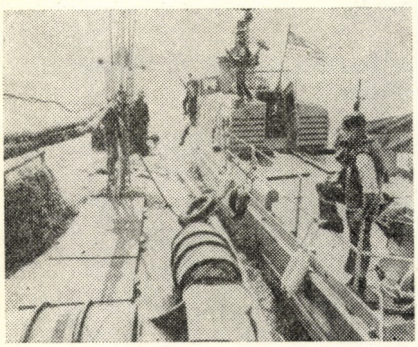
A Fearless partraszállítóhajó



A közelmúltban indult próbaútra az angol hadiflotta *Fearless* nevű partraszálló hajója, amely két dokkjában négy *LCM–9* típusú tengerideszant-bárkát visz magával. A *Fearless* fegyverzete négy Schort *Seacat* rakétával felszerelt légvédelmi rakéta indítóállvány és két Bofors típusú gépágyú. Felső képünkön a hajó helikopter-fedélzete látható, az alsón a négy *LCM–9* típusú bárka egyike, amely két *Centurion* harckocsit vagy egy *Chieftain* nehéz harckocsit szállít. A hajón négy kisebb személyszállító bárka is található, amely 30–30 felszerelt katona szállítására alkalmas.



Alumínium gyorsnaszád



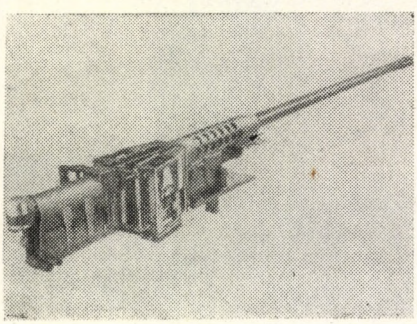
Az amerikai haditengerészet *Swift* típusú őrnaszádokat alkalmaz Dél-Vietnamban. A naszád 15 m hosszú, 4 m széles és kis merülésű. 104 db naszád 13,5 millió dollárba került. A naszád 20,5 Mp-os súlya 25%-kal kisebb az acélszerkezetű típusénál. Két *V–12* Diesel-motorjával 45 km/h sebességgel haladhat. A hat fős személyzetű gyorsnaszád kormányfülkéje felett ikercsövű 12,7 mm-es nehézgéppuskát helyeztek el, tatján pedig egy 81 mm-es aknavető, egy 12,7 mm-es nehézgéppuska, valamint a hajólokátor található.

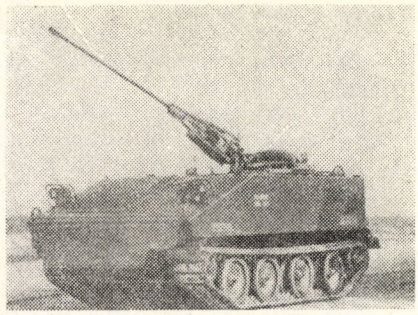
A MAW könnyű páncélelhárító rakétafegyver

A McDonnell Aircraft cég az amerikai szárazföldi haderő rakéta parancsnokságának megrendelésére a *MAW* könnyű irányított rakétafegyvert fejlesztette ki. (*Medium Anti-tank Assault Weapon* = közepes páncélelhárító rohamfegyver). A *MAW* vezetékes távirányítású, optikai irányzóműszerrel felszerelt rakétarendszer. Egy fő kezeli, indítósúlya 12,7 kp, hossza 1,1 m. A rakétalövedék hatótávolsága maximálisan 1100 m. A lövedék törzsének középső részén látható nyílásokon távozik a lőporgáz (alsó kép), ezért a rakéta nagyon gyorsan hajtja végre a szükséges pályahelyesbítéseket. A tervek szerint a *MAW* felváltja majd a jelenleg még nagy számú kézi hátrasiklás nélküli lövegeket, valamint az *SS–11* páncélelhárító irányított rakétafegyvereket is.

A TRW 6425-ös gépágyú

A TRW cég új gépágyút fejlesztett ki. A fegyver űrmérete 25 mm, kettős lőszeradagolója lehetővé teszi a célnak megfelelő lőszerfajta (páncéltörő- vagy repesz-robbanó lövedék) gyors váltását. A gépágyú tűzgyorsasága is változtatható. A jövő páncélozott szállító harcjárműveinek fegyvereként tervezték a *TRW 6425*-öt földi és légi célok elleni alkalmazásra. A rövid csöhátrasiklású fegyvert egybeépített folyadékfékkel és helyretolóval látták el. A 68 kp súlyú fegyver lőszeradogatójának váltása elektromos szerkezettel is, kézzel is végezhető.

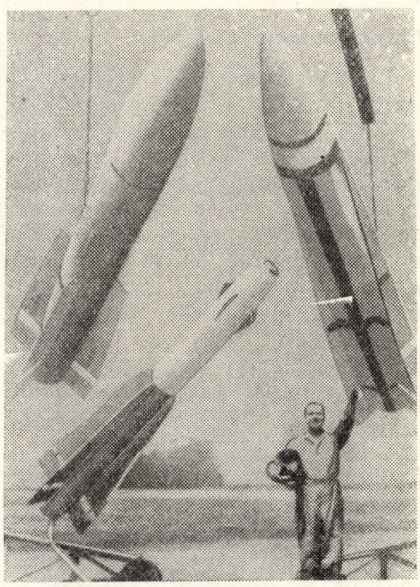




A gépágyú teljes hossza 284 cm, csőhossza 200 cm, magassága 27 cm, szélessége pedig 23 cm. A fegyver beépítéséhez folyadék működtetésű, stabilizált kupolát terveztek, amely a szabványosított méretű fegyvernyílásos páncélozott járművekhez csatlakoztatható, tehát az *M113* és az *M114* szállítójárművekhez is. A gépágyú űrméret alatti, hajtótárcsás lövedéke 1000 m távolságra 25 mm-es páncélt üt át.

Az AIM—47A és AIM—54A — új repülőgépfedélzeti rakéták

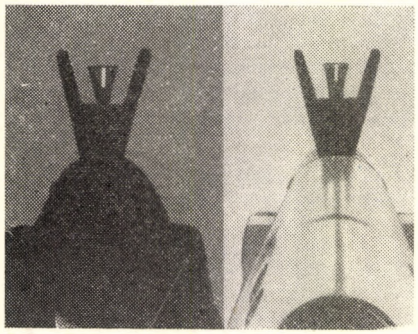
A Hughes Aircraft bemutatta két legújabb légiharc rakétáját: az *AIM–47A Falcon*t és az *AIM–54A Phoenix*et. Az *AIM–47A* (jobbra) a *Falcon* rakétacsalád



legújabb tagja, amelyet jelenleg a Lockheed *YF–12A* típusú vadászrepülőgépre szerelnek fel kísérletileg. Atomrobbanófejjel is készül. A 3,66 m hosszú rakétát folyékony hajtóanyagú hajtóművel látták el. A 6M csúcssebességű, mindenidőbeni rakétát összetett, infravörös- és Doppler-elvű rádiólokátoros irányítórendszer vezeti célra. Az *AIM–54A Phoenix* rakéta (balra) szintén nagy hatótávolságú fedélzeti fegyver, amelyet az *F–111B* típusú hajófedélzeti repülőgéphez fejlesztettek ki. A 450 kp súlyú rakétából legfeljebb hat darabot vihet magával az *F–111B*. A rakéta célrairányítását a repülőgép *AN/AWG–9* típusú fedélzeti rádiólokátorával hajtják végre. Középen egy irégebbi típus, az *AIM–4D Falcon* látható.

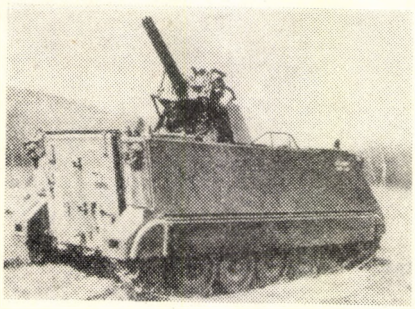
A Hythe éjszakai irányzék

A brit hadsereg nemrégiben döntötte el a *Hythe* elnevezésű éjszakai irányzék bevezetését, amely a szokásos irányzékokkal ellentétben a sötétség beállta után is lehetővé teszi a pontos célzást. A bal oldali képen a célgömbön megfigyelhető világító sávot foszforral bevont üvegcsövecskék szolgáltatják, amelyeket triciummal töltöttek meg. A károsodástól védett világító irányzék élettartama nyolc év is lehet. A kísérletek bebizonyították, hogy félhomályban vagy teljes sötétségben a találati pontosság 80%-kal nagyobb a *Hythe* használatakor, mint a hagyományos irányzékokkal. A *Hythe*-irányzékot az *L1A1* kézifegyverre szerelik.



Csapatlégvédelemben a Vulcan

A General Electric 1964 óta dolgozik 20 mm-es légvédelmi önjárólövegének mintapéldányán. Elemeiben már bevált egységekből hozták létre az önjárólöveget. Alapjárműve az *M113* páncélozott csapatszállító jármű, ennek tornyába építették be a 20 mm-es *M61 Vulcan* gépágyút, a *Mark 20* előretartásszámítóval bővített *Mod.6* tengerészeti irányítóberendezést, elektromos toronyhajtást és flexibilis lőszerbevezető



rendszert. A hatcsövű *Vulcan*t eredetileg percenként 6000 lövés tűzgyorsaságú repülőgép-fedélzeti fegyverként fejlesztették ki. Csapatlégvédelmi célokra percenként 400, illetve 3000 lövés tűzgyorsaság állítható be. Egyszeri lőszerfeltöltése 1200 töltény, további 800 darabot a járműben tárolnak. A pörgettyűs tengerészeti irányzék 500 m-nél kisebb iránypараméterű légicélok követésére alkalmas, ha azok sebessége nem haladja meg az 1100 km/h értéket. Az önjáró löveg mozgás közben is tűzkész állapotú. A fegyverek irányzása kézi hajtással, távműködtetéssel vagy önműködő üzemben történhetik.

Kézi rádiólokátor

Az RCA társaság 0,9 kp súlyú kézi rádiólokátor berendezést alakított ki, amely közvetlenül kézifegyverre szerelhető. A készülék a Doppler-elv alapján, 9 GHz frekvenciával működik és mozgó személyekről vagy tárgyakról akusztikai jelzést ad. Közli a cél jellegét és sebességét. Hatótávolsága személyekre 250 m, nagyobb tárgyakra (pl. járművekre) maximálisan 1500 m. A kézi lokátor 6 fokos nyílásszöggel működik. A cél észlelésekor a kezelő a távolságmérő forgatógombját 25 m-es lépésekben addig forgatja el, amíg az eltűnt akusztikus jelzés újra nem jelentkezik. Ezzel megállapíthatja, hogy a megfigyelt szakasz melyik 25 m-es sávjában található a célpont. Mivel a távolságközlő nem a pontos távolságot, hanem csak egy 25 m-es sávot észlel, az új kézi lokátor különösen megfelelő szórású fegyvereken használható: könnyű géppuskákon, puskagránátvetőkön vagy bazookákon.

Blowpipe

A *Blowpipe* angol légvédelmi rakétát az amerikai *Redeye* rakétához hasonlóan vállra helyezhető csőből indítják. Amíg azonban a *Redeye* rakétát infravörös célkövető fejjel látták el, addig ezt a rakétát a lövész közvetlenül rádiós távirányítással vezeti a célba.

A *Blowpipe*-rendszer a rakétából, a szál-

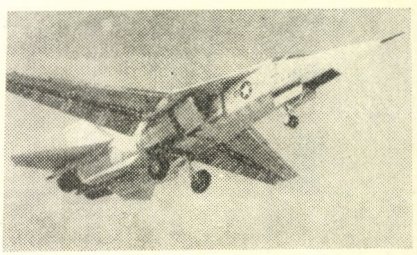
lításra és az indításra egyaránt szolgáló tartályból, valamint egy miniatűr 27,9 × 15,2 × × 9,14 cm méretű irányító rádióból áll.

Az indítótartálynak teleszkópos támtartója van, amely a súly jelentős részét viseli és lehetővé teszi, hogy a lövész huzamosabb ideig tűzkész állapotban tartsa a fegyvert anélkül, hogy ezzel a találati pontosságot befolyásolná. A fegyvert optikai célzó távcsővel is felszerelték. Indítható mozgó gépkocsiról is. Az indító szerkezet hossza 106,7 cm, a csatlakozó darabé pedig 17,8 cm. Összsúly menethelyzetben 12,7 kp. Bár pontos adatok nem állnak rendelkezésre, feltételezhető, hogy a rakéta irányítása nem légkormányokkal, hanem a fúvócsővel történik.

Deszant-harckocsi

A nehéz, ejtőernyős harckocsi a szocialista hadseregek ejtőernyős csapatainak egyik nagyhatású fegyvere. A deszant-páncélos a szovjet harckocsiépítés korszerű irányzatának képviselője. A könnyű páncélozott harcjármű-család egyik tagjaként azonos alvázra épül, akár a könnyű-, az úszóharckocsi és a lánctalpas szállítójármű. A küzdőtér végén felnyitható, nagyméretű ajtók biztosítják a személyzet gyors és védett be- és kiszállását. *AN–12*-es szállítórepülőgépből kigördülve indul a deszantcsapatok tűztámogatására.

Az F—111 mindenidőbeni, sokoldalú harcigép



Az amerikai légihaderő szakértői kipróbálták az *F–111* harcigépet, és elégedettek teljesítményével. Rendszerbe állítását 1967 nyarától tervezik. A mindenidőbeni, sokoldalú harcigép haditengerészeti változatával szemben azonban még kifogásokat emelnek. Ezt az *F–111B* jelzésű hajófedélzeti repülőgépet 1970 előtt aligha alkalmazzák a haditengerészetben, a géphez kifejlesztett *AIM–54A Phoenix* nagy hatótávolságú fedélzeti fegyverrel azonban eredményes kísérleteket végeztek.

Az SMT—1 típusú lengyel hídrakó gépkocsi-készlet

Az *SMT–1* típusú hídrakó gépkocsikészlet alkalmazása a lengyel hadseregben lehetővé teszi 36,5 m szélességig és 3,5 m mélységig terjedő akadályok áthidalását. Teherbírása 40 Mp. Egy hídfelszerelés-készlet négy hídrakó gépkocsiból és három ehhez tartozó aljazatból áll. (Lásd a jobboldali rajzot.)

A hídrakó gépkocsi méretei:

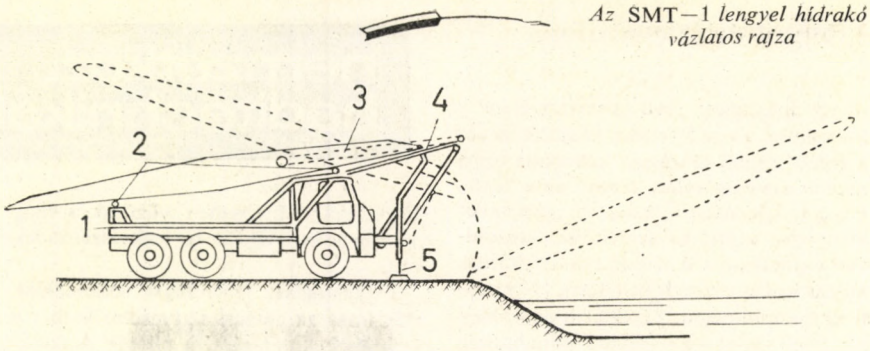
hossz	11 970 m
szélesség	3 300 m
magasság	3 150 m
súly	9 600 kp
súlyelosztás:	
elülső tengely	4 000 kp
hátsó tengely	5 600 kp
terepszög:	
elöl	28°
hátul	19°
hasmagasság	270 mm
menetsebesség:	
közúton	50 km/h
terepen	4,8–20 km/h
a csörlő vonóereje	4 500 kp

Szállító járműként a *Star–66* típusú tehergépkocsit használják, amelyen a kerethossztartót és a lökhárítót megerősítették. Avégből, hogy az elülső járműtengely rugózását túl ne terheljék – ez különösen a terepen való menet alkalmával fontos –, a kerethossztartókra egy kettős, gumiból készült lökhárítót szereltek. A tehergépkocsi felszerelése magában foglalja a fel- és a lemálházás eszközeit.

A málházó keret (1, 4) görgőin (2) történő előretolás közben felállítják a hidat (3). A málházó keret (4) a hídnak az akadálynál való lerakására vagy felszedésére szolgál. A kitámasztó bak (5) alátámasztja a járművet, tehermentesíti az első tengely rugózását és megakadályozza, hogy a hídrakó a híd lefektetésekor oldalra dőljön.

A híd két nyompályából áll, melyek mereven vannak egymással összekötve. Mindegyik nyompályának négy főtartója van, s ezeket kereszttartók, támasztók és fémből készült rácsok kapcsolják össze. A pályaszerkezet húzott fémcsövekből, a burkolat egymással összekötött fémszalagokból (25×4 mm) áll. Ez a szerkezet tette lehetővé a pálya súlyának lényeges csökkenését. A híd összsúlya folyóméterenként 270 kp.

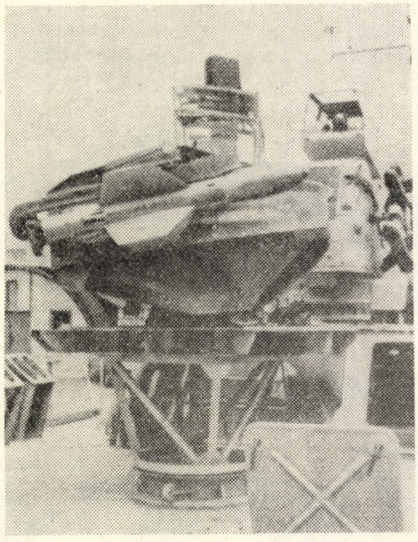
Ha a készlettel hosszabb utat kell megtenni, az emelésre és a süllyesztésre szolgáló szerkezeti részeket leemelik, és a hidat 300 mm-el tolják hátrafelé. Rövidebb menetek alkalmával (csupán néhány km-ig) erre nincs szükség. Egy készlet *SMT–1*-gyel akár parti hidakat, akár több hídmezőből álló hidakat lehet építeni. Négy hídmezőből álló híd (négy jármű) építési ideje három közbülső aljazattal mintegy 45 perc. Egy hídmező lerakásához (egy jármű) 3–5 percre van szükség.



Az SMT—1 *lengyel hídrakó vázlatos rajza*

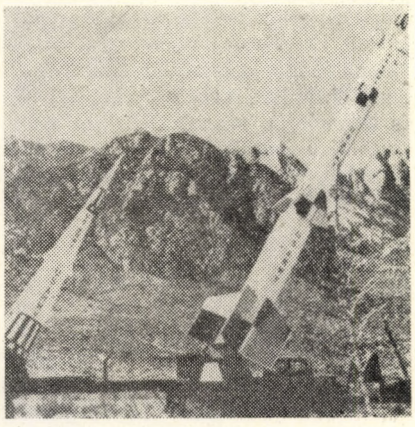
Rakétafegyverek parti őrhajón

A francia *La Combattante* parti őrhajóra kísérletképpen új fegyverrendszert építettek. Körforgó indítótornyára két darab *SS–12* vagy négy *SS–11* távirányított rakétalövedéket szerelnek. Egy másik, kétsínes állványra – az őrhajó tatján – az *SS–12* 75 kp-os tengerészeti változatát helyezték el. A robbanófej 30 kp súlyú. A kísérletek során az 5,5 km távolságra levő céltábla középpontjától egyméteres eltérésen belül értek el találatokat. A nagy találati pontosságot giroszkóp-stabilizálású, különleges irányzékokkal biztosították.



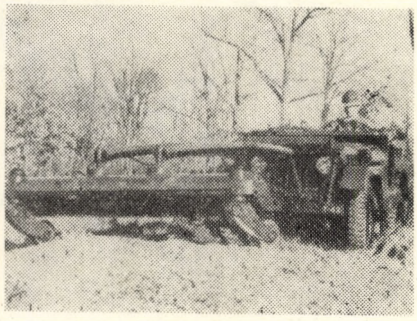
Kényszermegoldás az amerikai rakétaelhárításban

A szovjet rakétaelhárító rendszer kiépítése és a kínai atomkísérletek fokozott üteme az amerikai hadvezetés figyelmét ismét a rakétaelhárítás problémáira irányította. A tervezett *Nike–X* rakétaelhárító rendszer két elfogó rakétatípust alkalmazna, a *Sprint*et és a *Spartant*. További alapvető egysége a *MAR* univerzális elfogó rádiólokátor állomás, az *MSR* rádiólokátor és az adatfeldolgozó elektronikus számítógép. Az USA rakétaelhárító rendszerének kiépítése azonban mintegy 40 milliárd dollárt igényelne, emellett nincsenek meggyőződve az elhárító rendszer áttörhetetlenségéről. Korlátozott, könnyű védelmi rendszer felállítását latolgatják, amelyben a *Sprint* rakétákat nem alkalmaznák. A tervezett amerikai rakétaelhárító rendszer bizonytalanságai miatt McNamara hadügyminiszter inkább a támadó eszközök fölényét bizonygatja, s azt állítja, hogy a szovjet „rakétasorompót" hadászati rakéták tömeges bevetésével lehetne áttörni. Ebből kiindulva – jobb megoldás hiányában –, figyelmüket arra fordítják, hogy a hadászati rakétafegyverek indítóállásait és irányítóközpontjait oltalmazzák a rakéták ellen.



A WC—324 aknakutató

A 0,25 Mp-os terepjáró gépkocsihoz kapcsolják előfutóként azt a 2,5 m széles aknakutatót, amelyet hidraulikus berendezéssel szereltek fel. Az eszköz egy menetben 2 m széles sávot fog át, és az aknát 60 cm mélységig érzékeli. Az akna helyét 30 cm-es távolságon belül határozza meg. Az aknakutató három futókerekének fajlagos talajnyomása nem haladja meg a 2,1 kp/cm robbanási határértéket. Az érzékelő fázisszelektív hídkapcsolás elvén, elleninduktivitással, 800 Hz-es hangfrekvencián működik, s üvegszálvázas műanyag burkolatban helyezték el. Aknát érzékelve a hidraulikus berendezés önműködően megállítja a járművet.



nemzetközi haditechnikai szemle

Lengyel óriás-centrifuga

Az űrkutatás jövő programjában a Szovjetunió és az Egyesült Államok mellett a fejlett kisebb országok technikája egyre inkább szerepet vállal. Ebben az a körülmény is közrejátszik, hogy az egyes tudományágak fejlődése szoros kapcsolatban van egymással, s a szó szoros értelmében meghatározott irányú haladásra kényszeríti az ipari termelést. Egyáltalán nem véletlen tehát, hogy egy szakma céltudatosan irányított munkájának eredményei másutt is hasznosak. Hogy egyebet ne említsünk, az automatika, a számítástechnika, a rádiótechnika, a gyógyszerkémia, a repülőtechnika, a kohászat eredményeit felhasználja az űrkutatás és fordítva: az űrkutatás eredményei máris nem egy tudományágat, a technika számos területét gazdagították.

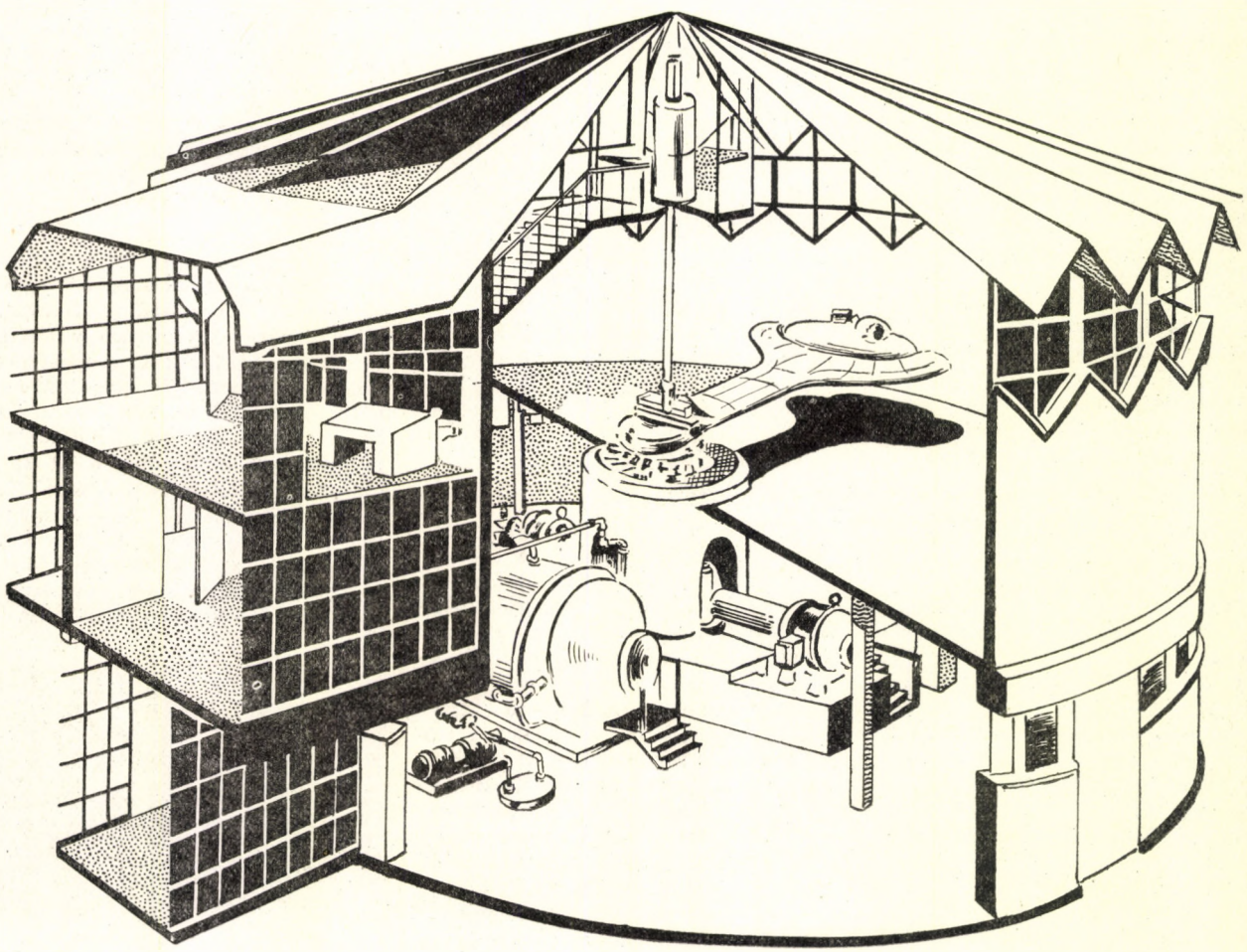
Lengyelország valamikor ugyancsak aktívan bekapcsolódhat majd az űrkutatási programokba. Az a hatalmas új centrifuga, amely a közelmúltban készült el, ma repülőorvosi vizsgálatok céljait szolgálja, de később az űrhajózás előkészítésében is felhasználható lesz. A konstrukciós, technikai és technológiai szempontból igen merész megoldású centrifugát viszonylag rövid idő alatt építették hazai alkatrészekből lengyel szakemberek. A berendezés a varsói Repülő Egészségügyi Intézetben működik, s világviszonylatban egyike a legkorszerűbbeknek.

Felhasználási lehetőségei sokoldalúak. Alkalmas az emberi szervezetre ható túlterhelések kutatására, a pilóták szoktatására. Használ veszik a védőeszközök és berendezések fejlesztésében és kipróbálásában. A szervezetet közvetlenül ért hatások vizsgálatán kívül a legkülönfélébb anyagok és berendezések próbáira is felhasználható. Az eddigi mesterséges holdakon és pilótavezette űrhajókon a túlterhelések még nem érték el a csúcsértéküket.

Minden űrrepülés alkalmával túlterhelés szempontjából gyakorlatilag két kritikus periódus van. Felgyorsulás az indításkor és a rakéta további fokozatainak esetleges bekapcsolásakor, fékeződés pedig az űrhajó visszatérésekor. Fokozottabb túlterhelések léphetnek fel már a legközelebbi jövőben is, emellett az űrutazásokban nagyobb számban vesznek majd részt nem hivatásos pilóták is. Ezért a túlterhelés problémáinak kutatása különös jelentőségre tett szert.

A varsói centrifuga fülkéje 9 m hosszú karra van felerősítve. Az egyszerű formájú pilótafülkében a légnyomás folyamatosan 50 torrig csökkenthető. A centrifugán a gyorsulások nagyságát közvetlenül vagy program szerint automatikus berendezéssel az 1–30 g tartományban szabályozni lehet. Forgás közben a kabinnyomás tetszőlegesen változtatható. A 30 g túlterhelés eléréséhez 5 másodpercnél kevesebb időre van szükség. A fékezés két menetben történik, kezdetben elektromos, majd légfékes is, és mintegy 9,5 másodpercig tart 30 g túlterhelésről.

A centrifuga elhelyezésére szolgáló épület alaprajza kör alakú, két egymás feletti szinttel. Az alsó szinten van a centrifuga hajtószerkezet elektromos és mechanikai része; itt helyezték el a vákuumszivattyúkat, továbbá a vákuumrendszer tartályait és a transzformátorállomást. A második szinten van a tulajdonképpeni centrifuga. A helyiségben vágányokon járó portáldaru szolgál a fő alkatrészek szerelésének megkönnyítésére. A centrifuga fülkéjébe külön-



legesen kialakított mozgóállványról lehet belépni; ezt üzem közben egy mellékhelyiségbe forgatják el. A kísérletvezető orvos és a műszaki személyzet a centrifuga fölött tartózkodik; innen kiválóan lehet áttekinteni a centrifuga egész munkaterét. A centrifugatengely fölött a helyiség mennyezetének közepén egy zárt kabinban vannak az áramszedő csatlakozói. A kísérletvezető orvos kapcsolóhelyiségéből lépcső vezet a centrifuga térségébe.

A centrifugát két 440 V-os, egyenként 315 kW teljesítményű, egyenáramú motor hajtja. Fordulatszámukat Ward–Leonard-rendszerrel szabályozzák.

A vizsgálandó kísérleti személyt vagy berendezést a fülke belsejében helyezik el. A tulajdonképpeni kabin a hosszirányú centrifuga karra merőlegesen álló vízszintes tengely körül szabadon mozoghat. A fülkét átlátszó tető zárja le, és belsejének olyan a kialakítása, hogy a kísérleti személyeket ülve vagy fekve egyaránt elhelyezhetik benne. A centrifuga állatkísérletekre is alkalmas. A túlterhelés irányát előzetesen be lehet állítani azáltal, hogy a kabin a hajtókar vízszintes helyzetéhez képest 180°-ig elforgatható. A fülketér hermetikusan szigetelt, ilyenformán a kabinnyomást meg lehet változtatni a centrifuga működése közben is. Kísérlet közben mindig létrehozható az explozív dekompresszió is. A nyomáscsökkenés idejét pontosan be tudják szabályozni. Gyors nyomáskiegyenlítés érhető el az elválasztó műanyag ablak átszakításával, lassúbb kiegyenlítődés pedig az elektromágneses reteszelő működtetése révén.

A kabinban az ülés magasságában röntgenfilm felvevők vannak. A kísérleti személyről a centrifuga forgása közben bármikor lehet röntgenfelvételeket készíteni. A repülőgép kabinjához hasonlóan a fülkében megfelelően elhelyezett kéz- és lábkormány van, amelyek működtetését potenciométerek segítségével regisztrálni lehet; ezt a kísérletvezető orvos figyelni tudja. Az ülés és a teljes kormányberendezés kiemelhető. Helyükre ugyancsak egy röntgen felvevőkészüléket lehet tenni, amellyel a fekvő személyek vizsgálhatók.

A fülkeberendezéshez a röntgenkészüléken kívül rádióberendezés és ipari televízió felvevő kamerája tartozik. A kabinban anti-g ruha is működtethető kombinált levegő és oxigén rendszer segítségével. Emellett oxigénlégzőkészülék szolgál a magassági védőöltözet (szkafander) táplálására. A fülke műszerfalán magasságmérő, variométer, óra, gyorsulásmérő és jelzőlámpák vannak. Külön kapcsolótáblárói vezetik ki a vizsgált személy legkülönfélébb élettani mérési adatait a kísérletvezetőhöz, ahol az adatokat sokcsatornás oszcillográffal regisztrálják. A kísérlet egész menetét, a vizsgált személy és a kísérletvezető telefon- vagy rádiókapcsolatát s más adatokat egyébként magnószalagon is rögzítik.

A centrifuga vezérlése általánosságban automatikusan történik az előzően meghatározott program alapján. A berendezés emellett kézzel is vezérelhető. Hiba esetén a centrifuga önműködően megáll.

A varsói egyezmény tagállamai által rendezett VI. repülőorvosi értekezlet részvevői megtekintették a centrifuga üzemét s néhány kísérleten figyelemmel kísérhették az egész berendezést működés közben. Az eddigi kísérletek azt mutatják, hogy a centrifuga a tervezéskor megadott követelményeket messzemenően kielégíti. A varsói centrifuga iránt máris több országban érdeklődnek, s szó van arról, hogy a lengyel konstrukció alapján másutt is felállítsanak hasonló berendezéseket, amilyeneket a korszerű repülőorvosi kutatás hovatovább semmiképpen sem nélkülözhet.

(P. Hron alez. cikkének kivonatos fordítása a Radar 1966. évi 1. számából.)

Helikopterek és konvertiplánok

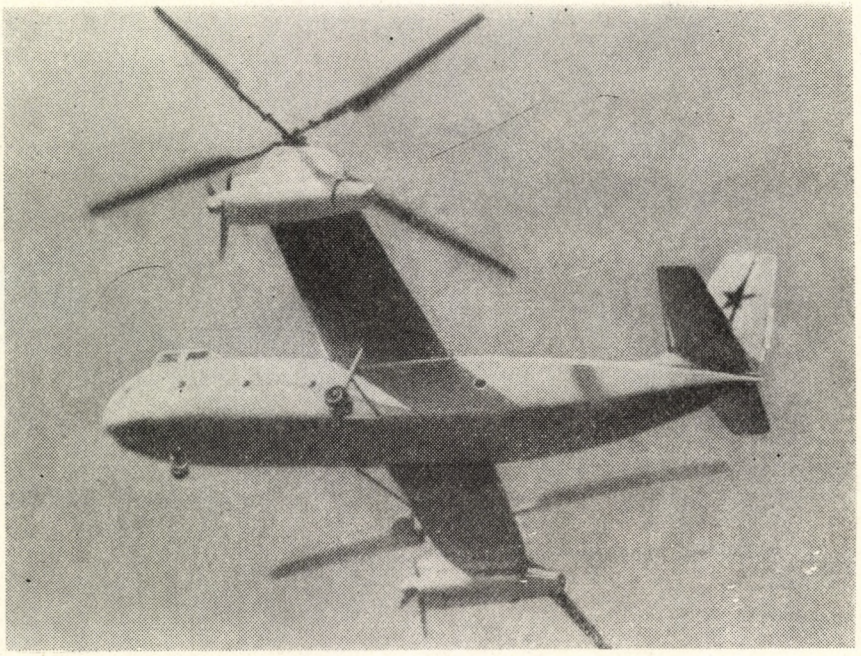
A függőlegesen fel- és leszálló repülőgépek fejlesztése kétirányú. Az egyik irányzat keretében a légcsavaros repülőgépeket fejlesztik, a másik a gázsugárhajtóműves gépek továbbfejlesztését szorgalmazza.

Az első csoportba tartoznak a helikopterek, az elfordítható szárnyú konvertiplánok és a vintokrilek. A függőlegesen fel- és leszálló repülőgépek másik csoportjába a légcsavaros gázturbinás vagy turbósugárhajtóműves repülőgépeket sorolhatjuk, amelyek hajtóművei vízszintes helyzetből függőleges helyzetbe fordíthatók.

A különféle típusú, függőlegesen felszálló repülőgépek legfontosabb paramétere az a súly, amelyet az adott géptípus teljesítmény egységenként fel tud emelni. Ez az érték a helikopterekre 4–5 kp/LE, a konvertiplánokra 2,5–3,5 kp/LE, a hagyományos légcsavaros repülőgépekre 1,3–1,6 kp/LE, a légcsavaros-gázturbinás repülőgépekre 1,2–1,5 kp/LE, a turbólégcsavaros repülőgépekre 0,6–0,8 kp/LE, a turbósugárhajtóműves repülőgépekre pedig 0,4–0,5 kp/LE.

A függőlegesen felszálló, turbósugárhajtóműves repülőgépek olyan hajtóműveket igényelnek, melyek teljesítménye a helikopterek hajtóműveinek kb. tízszerese.

Az említett repülőgépek másik jellemzője a repülési sebesség. Egyes vélemények szerint a forgószárnyas repülőgépekkel nagy repülési sebességek nem érhetők el. A legjobban tanulmányozott ilyen típusú gépeken, a helikoptereken a maximális repülési sebességet valóban a levegőáramlásnak a forgószárnylapátokon bekövetkező turbulenssé válása korlátozza. Ezért a forgószárnyaknak merev szárnnyal való tehermentesítése fontos szerepet játszik. A harmincas években ezt a kérdést az *A-7* típusú autogirók kialakításával lényegében megoldották.



1. kép. A KA–22 *típusú vintokril*

1961-ben a *KA–22* típusú vintokrillel, amelyet a merev szárnyak végén elhelyezett két négylapátos forgószárnnyal és két csavaros gázturbinával láttak el, 375 km/h csúcssebességet értek el.

Jelenleg 400–500 km/h számított sebességű két és egy légcsavaros vintokrilek vannak fejlesztés alatt. A nyilvánosságra hozott adatok szerint olyan géptípusok kialakításán dolgoznak, amelyeken a megfelelő repülési sebesség elérésekor az emelő forgószárnylapátok összecsukhatók. Az ilyen típusú vintokrilek sebességét lényegében a hajtóművek teljesítménye határozza meg, mivel vízszintes repülésben e gépek hagyományos repülőgépként viselkednek.

Az utóbbi időben megjelentek a 437 km/h maximális sebességű vintokrilek, és a különféle típusú légcsavaros gázturbinákkal vagy turbósugárhajtóművekkel ellátott függőlegesen fel- és leszálló repülőgépek. Valamennyi függőlegesen fel- és leszálló géptípusnak azonban meg kell felelnie a teljesítménnyel, a kormányozhatósággal kapcsolatos feladatoknak, és a tengerszint feletti különböző magasságok és hőmérsékleti viszonyok által nyújtott követelményeknek. Ezekkel a repülőgépekkel szemben a helikopterek és a vintokrilek számos szempontból fölényben vannak.

A helikoptereknek és a vintokrileknek egy sereg feladatot kell megoldaniuk. A repülő „daruk", a mezőgazdaságban a kártékony rovarok irtására, permetezésre és műtrágyázásra alkalmazott helikopterek üzem közben nagyon kis sebességgel haladnak.

Átszeldelt, hegyes terepen nemcsak függőleges fel- és leszállást kell megoldani, hanem el kell érni az 500–700 km/h nagyságrendű sebességet, emellett szükséges a nagy teherbíró képesség és az olcsó üzem is. A szállító helikopterek jelenlegi repülési sebessége 200–250 km/h. Vintokrilekkel már 300–350 km/h sebességet is elértek; a közeljövőben sebességük 500–600 km/h-ra növekszik.

Vannak olyan feladatok, amelyek végrehajtásához maximális manőverező képességet, minimális méreteket, jó kormányozhatóságot és stabilitást kívánnak meg le- és felszállásban, lebegésben és vízszintes repülésben egyaránt. Ezek a követelmények elsősorban a mezőgazdaságban és az építő-, szerelőmunkában használt gépekre érvényesek.

A népgazdaságban egyre inkább megoldandó, hogy a repülőgépeket hajókról indítsák. Nyilvánvaló, hogy az ilyen gépek manőverező képességének, kormányozhatóságának és stabilitásának kiválónak kell lennie. A tengeri halászatban a halrajoknak hidroakusztikai berendezésekkel történő felderítésekor olyan helikopterekre van szükség, melyek az adott pont felett elmozdulás nélkül, megfelelő magasságban és huzamos ideig stabilan lebegnek. Erre a célra leginkább két egymás fölött elhelyezett forgószárnyú helikopter felel meg. Az egytengelyű, kétforgószárnyas helikopternek a normális helikopterrel szemben számos előnye van, és már régen felkeltette a gépszerkesztők figyelmét. Gyakorlati megvalósítása azonban nagy technikai nehézségekbe ütközött. A szovjet fejlesztési munkák hatására csak a legutóbbi években jelentek meg az egytengelyű kétforgószárnyas helikopterek. Az első ilyen típusú helikopter, a *KA–8 Irkutjanin*, amelyet fokozott teljesítményű motorkerékpár motorral láttak el, a Szovjetunióban készült.

E gép eredményei nyomán a szovjet szerkesztő-kollektíva kialakította a *KA–10, KA–10M, KA–15, KA–18* típusú egytengelyű, kétforgószárnyas helikoptereket. Később megjelent az 1961. évi tusinói légi parádén bemutatott kétturbinás, végül a többcélú *KA–26* típusú helikopter.

Az egytengelyű, kétforgószárnyas helikopterek kis méretűek, tehetetlenségi nyomatékuk minimális, manőverező képességük nagyon jó. Ez a helikopter típus egy helyben, 3–5 másodperc alatt végez egy 360 fokos fordulatot.

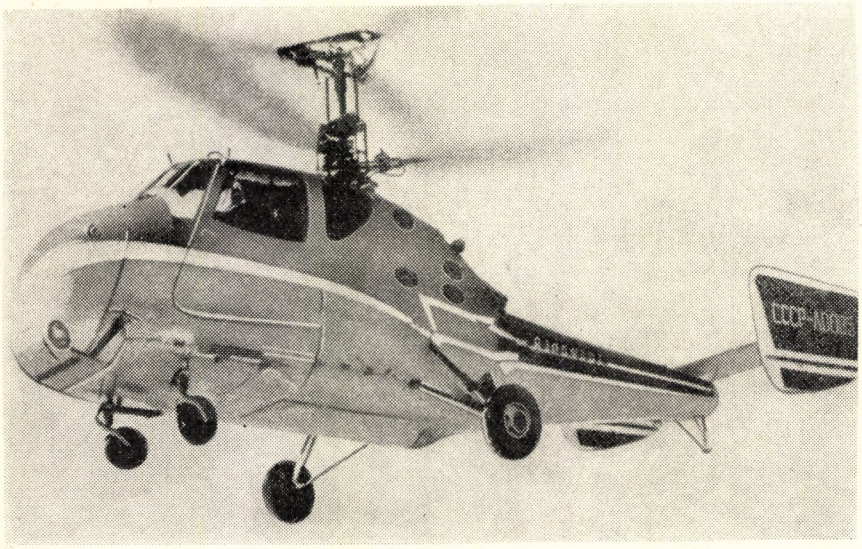
Az ebbe a kategóriába tartozó szovjet helikopterek rezgésszintje minimális, és ebből a szempontból e gépek egyedülállók a világon. A szovjet helikopterek egyes javítások közötti üzemideje állandóan növekszik. Az ilyen típusú helikopterek előnye, hogy nem lévén faroklégcsavaruk, kis helyen (8×8 méter) szállhatnak fel és le fák között, hegyes terepen, hullámzó tengeren haladó hajókon. Az egytengelyű, kétforgószárnyas helikopterek stabilitását javítják a hagyományos repülőgépeken használtakhoz hasonló stabilizáló felületek. Kedvező vonásuk a tömör felépítés, a könnyű kezelhetőség, a megbízhatóság és a forgószárnylapátok hosszú élettartama. E gépek forgószárnyainak átmérője lényegesen kisebb, a forgószárnylapátok száma pedig nagyobb, mint a közönséges helikoptereké. Ezáltal az egy forgószárnylapátra eső terhelés is kisebb. Újabban e szovjet géptípusok forgószárnylapátjait üvegszállal erősített műanyagból állítják elő.

Mivel az egytengelyű, kétforgószárnyas helikopterek teljesítménye nem oszlik meg a forgószárny és a faroklégcsavar között, és e helikopterek önsúlya kisebb, üzemük rendkívül gazdaságos. A tapasztalat azt mutatja, hogy e géptípusok a számítottnál lényegesen nagyobb súly szállítására alkalmasak.

A kisméretű, kétturbinás, egytengelyű, kétforgószárnyas helikopterek jó teherbíró képességűek, kiváló kormányozhatóságuk és manőverező képességük következtében pedig városi forgalomra is jól beválhatnak.

Az újabb vintokrileket gazdaságosan lehet nagy terheknek 400–650 km/h sebességgel 500–1200 km távolságra történő szállítására használni. A teherszállító helikopterek és a vintokrilek jellemző adatait összehasonlítva láthatjuk, hogy amíg a helikopter teljesítménye 300 km/h×24 Mp = 7200 Mpkm/h, addig a vintokrilé 500 km/h×22 Mp = 11 000 Mpkm/h, vagyis a helikopter teljesítményének másfélszerese. A 750 km/h-t meghaladó sebességek eléréséhez, különösen katonai célokra célszerűbbek a sugárhajtóműves függőlegesen fel- és leszálló gépek.

(N. Kamov főkonstruktőr cikkének kivonatos fordítása az Aviacija i Koszmonavtika 1966. évi 9. számából.)



2. kép. A KA—18 *típusú helikopter*

ötven évvel ezelőtt

Az angol rohamkocsi és más páncéljárművek

1916. szeptember 15-én az angolok első ízben vetették be a Somme-nál az újságjaikban már előbb beharangozott páncélos gépjárművet, amelynek gyalogsági rohamaikban fontos szerepet szántak. Feladatuk az volt, hogy gránáttölcséreken és más terep-egyenetlenségeken áthaladva leküzdjék a drótakadályokat, és egészen a német lövészárkokig, sőt azon is túl törjenek előre. Eközben szüntelenül tüzelniük kellett volna, s a nyomukban járó rohamoszlopok számára szét kellett volna zúzniuk a német géppuskásokat és az oldalvédet.

A rohamkocsira különleges mérete és súlya jellemző (ezért nevezik az angolok szárazföldi cirkálónak vagy Ichtyosaurusnak), kívülről pedig valamiféle tartálynak (vagy tanknak) képét ölti, amelyet elölről éles sarkantyúval láttak el. Ezzel kell a kocsinak a drótakadályokat elvágnia és oldalt hánynia. Két kicsiny, forgatható páncéltornyában két könnyű löveget hordoz, amelyekkel minden irányban képes tüzelni. Más leírás szerint a két gyorstüzelő ágyút jobb- és baloldalt ún. „fecskefészkekben", magasítottan helyezték el. Ezenkívül a kocsit egy vagy több géppuskával is felszerelték.

A páncélos kocsi „kerék és vágány nélküli" pályán halad. Vagyis egy körben forgó, végtelen acélszalaggal maga fekteti le pályáját fogaskerekei előtt; tolhat azután hidat is, hogy a szélesebb árkokat leküzdhesse. Valamiféle csúszómászó mozgással halad, ezért nevezik az angolok Hernyónak (Caterpillar) is. A „Caterpillar" feltalálói amerikaiak, akik már 1911 óta kapcsolatban álltak az angol kormánnyal, amely e kocsikra többször adott megrendelést.

Göbel breslaui mérnök ugyanilyen kerék nélküli kocsit szerkesztett, amelyre azonban acélszalagok helyett csúszótalpat szerelt fel. Az erre vonatkozó kísérleteket rövidel a háború előtt végezték. Az osztrák Burstyn, a cs. és kir. vasúti ezred százados is már a háború előtt konstruált kerék- és vágánynélküli járműlöveget, amely árkokat és emelkedéseket küzdött le.

Az egész futóművet, továbbá a lövegeket, a géppuskákat és a személyzetet acélpáncélzat fedi. Prizmás látcsővel figyel és irányít a fedél mögül a kezelőszemélyzet. A jármű parancsnoka egy tiszt, szükség van ezenkívül járművezetőre és egy mechanikusra, továbbá négy főre a lövegek kiszolgálásához. Egy vagy több katona géppuskalövészként tevékenykedik. Avégből, hogy bármilyen talajon szükséges teljesítményt nyújtsanak, a páncélos kocsit egy vagy több nagyon erős hajtóművel kell felszerelni.

Miután a rohamkocsit Angliában sikeres próbaúton mutatták be a király és a miniszterek előtt, Franciaországban pedig a front mögötti próbán is megállta a helyét, Haig tábornok több ilyen kocsit vetett harcba a Delville-i erdő és Flers közti harcokban. Miután pergőtűzzel árasztották el a német állásokat, az angol rohamoszlopok közül a német lövészárkok felé törtek előre a kocsik, amelyek erős tüzelést zúdítottak a védőművekre. A páncélos kocsik részben eljutottak a német állások közelébe (Flersnél), ott azonban teljesen szétlőtték őket, s most roncsokként hevernek állásaink előtt, részben azonban – mielőtt az angol állásokat elhagyták volna – német tüzérségi zárótűz érte őket, így azután mozgásképtelenül ott maradtak az ellenséges állásokban.

(A Kriegstechnische Zeitschrift 1916. évi 9/10. számából.)

a tit hadtudományi szakosztályainak életéből

Haditechnikai ismeretterjesztés a TIT-ben

A hadtudományi ismeretterjesztés első esztendejének sikerét nem csupán 74 334 hallgató előtt lezajlott 1221 előadás mutatja, hanem még inkább az a fogadtatás, lelkes érdeklődés, amelyről előadóink beszámoltak. Ez a nagy figyelem arról tanúskodik, hogy városon és falun egyaránt megnőtt az igény a honvédelmi ismeretek iránt.

Ebből következik, hogy az ismeretterjesztés területén is rá kell mutatnunk a hadászatban lezajló forradalomra, egy esetleges kirobbanó világháború jellegére és azokra a feladatokra, amelyek ebben az esetben népünkre várnak. Ugyanakkor hangsúlyoznunk kell a szocialista világrendszer mérhetetlen katonai erejét, amely bármilyen agresszió visszaverésére készen áll. Népünk szeretettel veszi körül katonáinkat, és ezt az érzést el kell mélyítenünk. Beszélnünk kell hadseregünk helyéről, szerepéről a szocialista védelmi rendszerben, a hadsereg életéről és nevelő munkájáról kell szólnunk.

Ilyen célkitűzések jegyében végzi munkáját a TIT Hadtudományi Választmánya, ezért munkálkodnak megyei szakosztályaink. A munka eredményességének fokozására határozta el a választmány a szakcsoportok létrehozását. A hadtudomány ágazatainak megfelelően jött létre a katonapolitikai, a hadtörténeti, a hadművészeti és a haditechnikai szakcsoport. Az eddigi tapasztalatok szerint a katonapolitikai mellett a haditechnikai szakcsoport előadásait kíséri a legnagyobb érdeklődés. Az elmúlt évben 188 haditechnikával foglalkozó előadás hangzott el 9597 hallgató előtt, vagyis átlagosan 51 főnyi hallgatóság vett részt egy-egy haditechnikai előadáson. A nagyfokú érdeklődés, valamint az a tény, hogy a felmerülő igényeket még nem tudtuk maradéktalanul kielégíteni, nagy feladatokat ró a haditechnikai ismeretterjesztésre.

Az eddigi haditechnikai előadások témakörét vizsgálva azt látjuk, hogy azok három nagyobb kérdés körül csoportosulnak. A haditechnika fejlődése, a haditechnika érdekességei, a fegyverek története érdekelte leginkább a hallgatóságot. *Újdonságok a haditechnikában, A két világrendszer korszerű fegyverei, A nyíltól az atomfegyverig, Az ágyú históriája, Az infravörös sugárzás katonai alkalmazása,* s ehhez hasonló címekkel találkozunk az előadások között. Elsősorban az ifjúság körében tartanak számot érdeklődésre a repüléssel, s ennek történetével foglalkozó előadások. Nagy érdeklődés kíséri az atom- és a hidrogénfegyverekkel, valamint a rakétatechnikával foglalkozó anyagokat, mégis éppen ezek szerepelnek kisebb számmal. Ennek oka az, hogy *Az atom- és hidrogénfegyverek, Rakéták, szputnyikok, űrhajók, Rakétákkal a rakéták ellen,* s hasonló című előadások okozzák a legnagyobb problémát az előadóknak, igénylik a legnagyobb felkészültséget. A jövőben elsősorban itt kell előrelépnünk, s megadnunk a maximális segítséget, hogy szakcsoportjaink kellően felkészülhessenek ezeknek az előadásoknak a megtartására.

A haditechnikai előadások számának növelése sürgős feladat. Eddig gátlólag hatott, hogy nem minden megyében működött haditechnikai szakcsoport. Most azonban már elmondhatjuk, hogy a szakcsopor-

tok megalakulása mindenütt befejeződött. A viszonylag lassú kialakulás oka az volt, hogy a Választmány súlyt helyezett arra, hogy a csoportok csak ott, és akkor alakuljanak meg, ha sikerült megteremteni az előfeltételeket, ha sikerült a csoport munkájába képzett elvtársakat – mérnököket és technikusokat – bekapcsolnia, olyan előadókat tehát, akik maradéktalanul eleget tudnak tenni a kívánalmaknak, népszerű formában, tudományos igényű előadások tartására képesek. Az elképzelés bevált, hiszen már több nagyon jól működő szakcsoportunk van, amelyek jól előkészített, gazdag tematikával, nívós, jól sikerült előadások sorával hívták fel magukra a figyelmet. Munkájukban érvényesült az a törekvés, hogy a hadtudományi ismeretterjesztés többi szakcsoportjával együttműködve, a hadügyben lezajló forradalomra irányítsák a figyelmet, arra a minőségi változásra, amelynek egyik előidézője éppen a haditechnika fejlődése.

A haditechnikai szakcsoportok munkájának támogatására a Hadtudományi Választmány komoly erőfeszítéseket tesz. Szinte nincs olyan hónap, hogy valamelyik megye ne fordulna a Választmányhoz, s ne kérne előadót valamilyen haditechnikai kérdés megvilágítására. Ezeket a kéréseket a Választmány minden esetben kielégítette, és a haditechnika kérdéseivel tudományos szinten foglalkozó elvtársakat küldött ki. Ezek az előadások – amint azt a megyei szakcsoportokban dolgozó elvtársak elmondták – komoly segítséget nyújtanak munkájukhoz.

A segítségnyújtás természetesen önmagában nem oldja meg a haditechnikai szakcsoportok problémáit, csak ösztönzője lehet a munkának, amelynek minősége a csoportokon belül dől el. A szakcsoportokra vár a feladat, hogy bevonják az érdeklődő szakembereket, kiépítsék a csoportok életét. Konferenciák és klubnapok rendezésével, tapasztalatcserékkel, a könyvtár fejlesztésével olyan alkotó közösséget alakíthatunk ki, amely az igények felmérésén alapuló, sokszínű tematikát dolgozhat ki, s az előadókat szakmai-módszertani szempontból felkészítheti.

A haditechnikai ismeretterjesztés e rövid áttekintéséből is levonhatjuk a következtetést, hogy a haditechnikai ismeretterjesztő munka fejlődik, s egyre inkább kielégíti az igényeket.

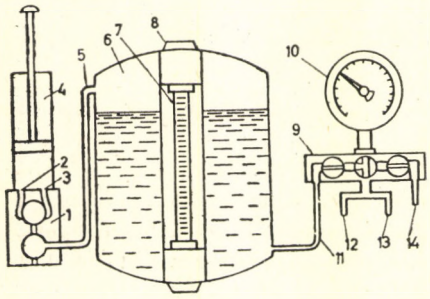
D. L.

A Csehszlovák Néphadsereg újítóinak munkáiból

újítási szemle

Fogyasztásmérő készülék

Az Otto-motorok porlasztó rendszerének univerzális ellenőrző készüléke a porlasztó hibáinak kimutatására és az üzemanyag fogyasztásmérésére magában a gépkocsiban is alkalmas. Megállapítható vele a fúvókák áteresztő képessége. Az ellenőrző és a szabályozó munkák folyamán a készülék megfelelő elhelyezésével a porlasztó úszóházban megállapítható az üzemanyag szintje.



A készülék mérőedényében a fúvókán átáramló üzemanyag mennyisége pontosan lemérhető.

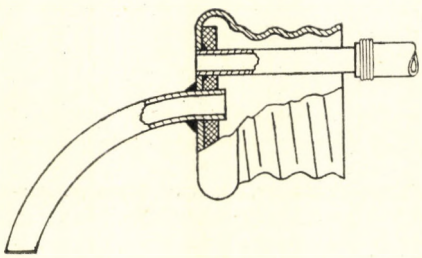
A készülék az edényből (6), az elosztócsapokból (9), a manométerből (10), csatlakozókból (12 és 13), etalonfúvóka csatlakozóból (14), mérőcsőből (7), zárófedelekből (8), összekötő tömlőkből (5 és 11), továbbá nyomásfokozóból (4) áll. Utóbbival az edényben uralkodó nyomást változtatjuk. A nyomásfokozót henger, rúd, dugattyú, úgyszintén a szelep (2, 3) és a csap (1) alkotja.

A készülék a tartozékokkal együtt egy 550×400×160 mm-es ládában helyezhető el. A teljes súly 11 kp.

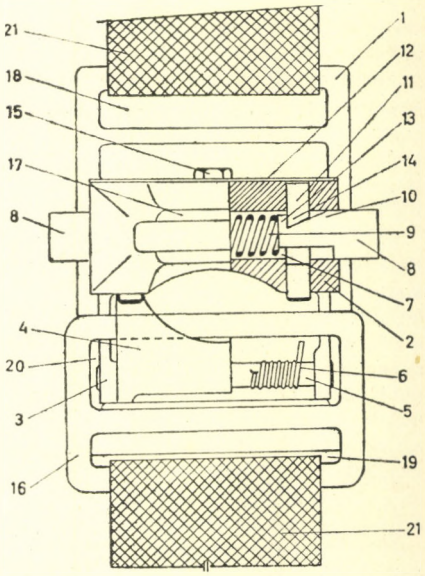
Folyadékkiöntés veszteség nélkül

Éghető folyadékokkal (szesszel, petróleummal stb.) dolgozva, gyakran van olyan edényre szükségünk, amelyből melléöntés nélkül bizonyos mennyiségű folyadékot önthetünk ki. Erre a célra előnyösen alkalmazhatók üres olajos kannák, amelyek zárófedelét azonban módosítanunk kell.

Ívben meghajlítunk egy sárgaréz vagy vörösréz csövecskét, a fedélen és tömítésén lyukasztóval megfelelő nyílást vágunk ki, és a csövecskét a lyukba behelyezve a fedélhez forrasztjuk. Az így átalakított fedél kisebb mennyiségű folyadék kiöntésére, adagolására alkalmas. Kiöntéskor ugyanis a dobozban vákuum keletkezik, amely a folyadéksugarat megszakítja. Ha gyorsabb és folyamatos kiöntés kívánatos, akkor a fedélen még egy nyílást vágunk ki, és a fedél belső oldalára ráforrasztunk egy csőcsonkot. Erre műanyag csövet húzunk, amelyet huzallal rögzítünk. A csövecskén keresztül a külső és a belső nyomás kiegyenlítődik, ezáltal a kiöntés folyamatos lehet. A folyadék kiöntése után visszatesszük a dobozra az eredeti, át nem alakított fedelet, vagy pedig a csővéget a dobozon hagyva, dugóval zárunk.



Ejtőernyő gyorsoldó csatzár



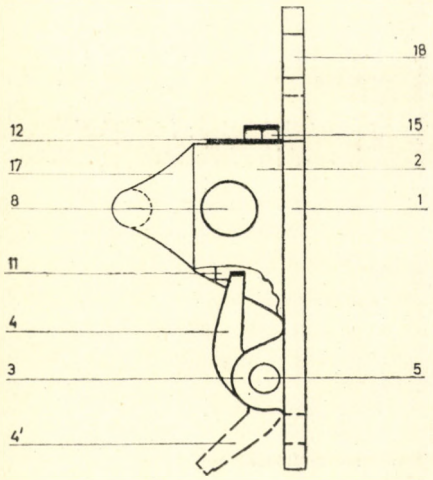
A hevederekre erősített gyorsoldó csatzár főként a deszantejtőernyő tartozéka. A csatzárnak az a feladata, hogy a könnyű felfüggesztést és a felfüggesztett tárgy gyors kioldását tegye lehetővé; ezenkívül eléggé

erősnek, biztonságosnak és feltétlenül megbízhatónak kell lennie.

Ezeknek a követelményeknek megfelel az új csehszlovák szabadalom szerinti szerkezet. Az eddig ismertekhez képest biztonsága, megbízható működése, erős kivitele, kis számú alkatrésze és csekély súlya figyelemre méltó.

A csatzár kialakítását az ábrák szemléltetik. Az előbbi ábra (78. old.) a zárt csatzárat mutatja csattal együtt felülnézetben, az alanti pedig oldalnézetben magát a csatzárat.

A csatzár a heveder (21) számára a nyílásokkal (18) ellátott alaplemezből (1) áll a kioldórendszer elhelyezésére szolgáló kiugró nyúlvánnyal (2) és az oldalszemekkel (3). A kiugró nyúlvány felső részén is van szíjnyílás (17). A tulajdonképpeni kioldórendszert két, egymással szemben elhelyezett hengeres nyomórudacska (8) alkotja,



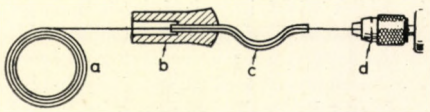
amelyeken a reteszelő (13) részére ferde bemetszés (10) látható. Mindkét nyomórudacska belső részének közepén hosszirányú párhuzamos bemetszést találunk, ebben a rögzítőreteszt (11) helyezték el, amelynek illeszkedő felülete (14) ugyancsak ferde, akárcsak az említett bemetszésé. A nyomórudacska számára a kiugró nyúlványban kifúrt üreg feneke és a reteszelő között rugó (9) helyezkedik el. A rögzítőretesz egyik végéhez anyával (15) rögzített rugalmas lemez (12) illeszkedik. Az oldalszemek közötti csapon (5) rugóval (6) feszített kilincs (4) helyezkedik el billenthetően.

Ejtőernyő vagy más tárgy felfüggesztésekor a kilincsre (4') nyitott helyzetében beakasztják a csatot (16). A kilincset átbillentve, a rögzítőretesszel biztosítják.

Az ejtőernyő kioldása mindkét nyomórudacska egyidejű megnyomásával történik, amelyek ferde kimetszése kinyomja a rögzítőreteszeket (11). Ezáltal felszabadul a kilincs, mivel a rugó egy pillanat alatt a (4') helyzetbe kibillenti, és ezzel egyidejűleg a csat felszabadul.

Tekercsben tárolt huzalok egyengetése

250 mm hosszú csődarabot (c), amelynek belső átmérője körülbelül ötször nagyobb a huzal (a) átmérőjénél, az ábra szerinti alakra hajlítunk meg. Ügyelnünk kell arra,



hogy a meghajlított csődarab mindkét vége egy egyenesben legyen. Esztergapadon tokmányba vagy megfelelő szorítóhüvelybe (b) fogjuk be a csődarabot és percenként körülbelül 800 fordulatszámmal járatva az orsót, lassan átvezetjük a huzalt a csövön.

Ha rövidebb, egyengetett huzaldarabokra van szükségünk, a huzal végét fogjuk fúrótokmányba (d), amelyet az eszterga nyergébe rögzítünk. A nyerget visszafelé mozgatva áthúzzuk a huzalt a csövön, méretre levágjuk, majd a műveletet szükség szerint megismételjük. Ha a csúcstávolságnál hosszabb egyengetett huzaldarabokra van szükség, akkor a huzalt a cső mellső végén vezetjük be, és áthúzzuk az eszterga orsó furatán olyan távolságra, amilyen méretű huzalra szükségünk van.

Közúti vashulladék-gyűjtő utánfutó berendezés

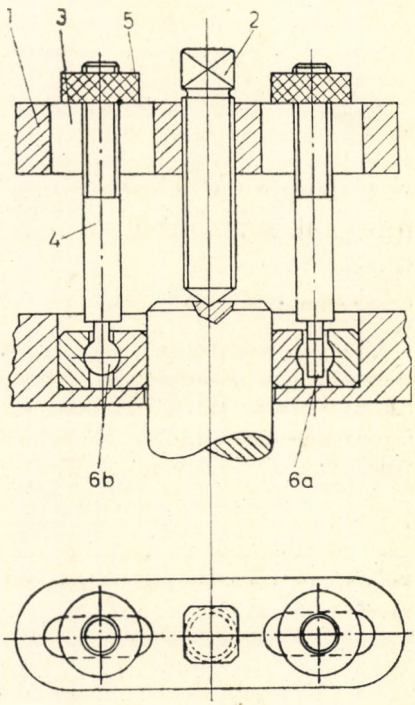
A berendezés elektromágneses rendszerű. A közutak szélességének megfelelően a vashulladék-gyűjtő szélességét 1,2 m-ben állapították meg. A gyűjtő szélességében 11 pólussarut helyeztek el, az ábra szerint elrendezve.

A sarukat szögvas köti össze, amely egyben a gyűjtő hordozó alkatrésze. Mindkét oldala tengelyben végződik a gyűjtő kerekei számára. A kerekek golyóscsapágyazásúak. A mágneses teret létesítő elektromágnesek minden tekercsének 1,8 mm átmérőjű zománcozott vörösrézhuzalból 300 menete van. A tekercseket transzformátorlakkal vonják be, táplálásuk 36 V feszültségű akkumulátorról történik; az áramfelvétel 10 A. Könnyebb vastárgyak gyűjtésekor a feszültséget csökkenteni lehet egészen 25 V-ig. 36 V feszültségen és legfeljebb 10 km/h sebességen a gyűjtő 0,1 kp súlyú darabokat is magához vonz.

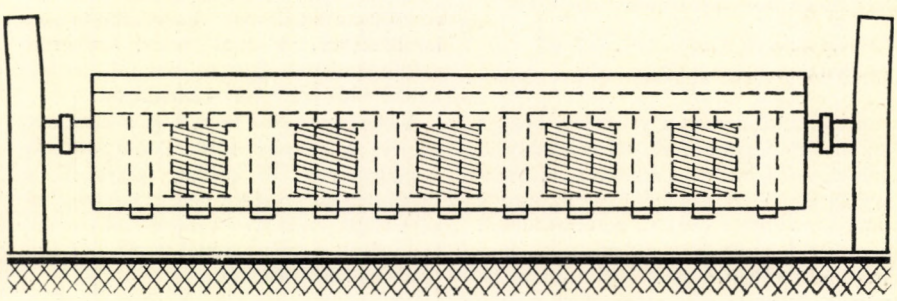
Lehúzó készülék golyóscsapágyakhoz

A készüléktestben (1) furatok (3) vannak a húzórudak (4) számára. Ezek a furatok teszik a húzórudak merőleges beállítását lehetővé a golyóscsapágy méreteinek megfelelően. A húzórudat recézett csavaranyákkal (5) feszítjük elő. A készüléktest közepén csavarorsónak (2) megfelelő menetes furat van. A csavarorsó egyik vége kúpos, a másik pedig szabvány kulcsnyílású négyzetre lelapolt.

A húzórudak csapágyba helyezhető vége a golyók méretével azonos, gömb formájú, kétoldalt lelapolt, a csapágy külső és belső gyűrűje közötti rés mérete szerint.



A lehúzó használata: egymástól 180°-ra éles szerszámmal kivágjuk a golyókosár két-két golyó közé eső darabját. A húzórudakat a kivágott kosár helyén betoljuk a gyűrűk közé és 90°-kal elfordítjuk, ezáltal a rúdvégek gömbkiképzése a gyűrűk futófelületei közé illeszkedik be. A recézett csavaranyákkal előfeszítjük a húzórudakat, majd a csavarorsó forgatásával lehúzzuk a csapágyat.



könyvszemle

Bányai–Kovács–Madaras:
Sugárveszély – gázveszély

(Zrínyi Katonai Kiadó, 1967. 224 old. 59 ábra)

A tömegpusztító fegyverek megléte, alkalmazásuk lehetősége félelmetes árnyékként nehezedik korunkra. A világ haladó erői lankadatlanul küzdenek a háború elhárításáért, az atomfegyverek eltiltásáért. Az imperialisták céljai ezzel ellentétesek: atomvilágháborúval akarják megsemmisíteni a szocialista tábor egyre növekvő erejét, és meggátolni a szocializmus világméretű győzelmét.

A világszerte felhalmozott tömegpusztító eszközök megléte valamennyiünk számára kötelezővé teszi a védekezés szabályainak, módszereinek ismeretét. Kiemelten vonatkozik ez néphadseregünk és a többi fegyveres testületek tagjaira, nemkülönben a tartalékos tisztekre.

Felmerül a kérdés: milyen mértékű a tényleges veszély?

A kérdéssel kapcsolatosan teljesen ellentétes nézetekkel találkozhatunk. A vélemények a világkatasztrófáig terjedő eltúlzástól a közönyösségig terjedő széles skálát fogják át.

A ma embere számára – bármilyen tevékenységet folytat is: a gazdasági élet területén dolgozik, orvos, katona vagy pedagógus – elengedhetetlen, hogy ismerje és reálisan értékelje a tömegpusztító eszközök meglétéből eredő veszélyt, hatásukat és az ellenük való védekezés módját.

A szerzők munkájukban átfogó képet adnak a sugárzási és a vegyi helyzet értékeléséről, a vegyi és a sugárfelderítés szervezéséről, működéséről, valamint a mentesítés elvi és gyakorlati-technikai kérdéseiről.

A könyv ismeretanyaga a korszerű haditechnikai műveltség nélkülözhetetlen összetevője, és a tartalékos tisztek kiképzésében, valamint a polgári védelmi oktatásban igen jól használható fel.

Sz. S.

Baran—Böszörményi—Körmendy:
Szállítórepülők a háborúban

(Zrínyi Katonai Kiadó, 1967. 188 old. 78 ábra)

Szinte általános az a vélemény, hogy a rakéta-atomfegyverekkel vívott háborút, más tényezők mellett, a rendkívüli feszítettség, az események gyors és éles változása, a földi közlekedési vonalak és objektumok nagymérvű rombolása jellemzi. A korszerű háborúban a siker legfontosabb tényezői között viszont ott találjuk a nagy távolságok rövid idő alatti leküzdésének szükségességét. Ez a csapatok, a haditechnikai eszközök és a fegyveres harc megkövetelte hatalmas tömegű anyag nagy hatósugarú és gyors szállítására egyaránt kiterjed. A cél megvalósítására a hadseregek szállító repülőgépei és helikopterei a legalkalmasabbak.

A katonai légiszállítás attól a pillanattól kezdve, amikor az I. világháború idején elsőként emelkedett a levegőbe egy sebesültszállításra berendezett, kimustrált bombázó repülőgép, a II. világháború nem egy nagyméretű légideszant hadműveletéig, történelmi mértékkel mérve nagyon rövid idő alatt, megdöbbentően nagy utat tett meg.

Bevezetésként a szerzők összefüggő képet nyújtanak a katonai légiszállítás történeti fejlődéséről. Az I. világháború kezdeti próbálkozásainak bemutatása után érdekes részleteket ismerünk meg a fasiszta Olaszország Abesszínia ellen vívott háborújáról. Ennek során az olasz expedíciós hadsereg nemegyszer került olyan helyzetbe, hogy a létét jelentő anyagi utánpótlást csupán légi úton tudta biztosítani.

A II. világháború idején a Szovjet Hadsereg nagyszabású és sikeres légideszant hadműveleteinek, majd a nyugatiak 1944-ben megnyitott második fronti légi szállításainak megismerése teszi teljessé a képet a katonai légi szállítások további fejlődéséről.

A katonai légi szállítások eredményességének feltétele a korszerű légi szállítóeszközök megléte mellett a légi szállítások alapos, körültekintő megtervezése és megszervezése.

A könyv tanulmányozásakor megismerjük a világ vezető katonai hatalmainak légi szállítóeszközeit, ezek teljesítményét, harcászati-műszaki adatait. A légi szállítások megtervezésével és megszervezésével foglalkozó rész pedig átfogja azokat az elvi és gyakorlati kérdéseket, tervező és szervező munkát, amelyek a légi szállítások eredményességének feltételei.

Képet kapunk a csapatok, a fegyverzet, a haditechnikai eszközök és az anyagok légi szállításának gyakorlati megvalósításáról is. Megismerjük, hogyan végzik a légi szállítást akkor, amikor a légi szállítóeszközök a szállítmány rendeltetési helyén leszállhatnak, valamint akkor, amikor a szállítmány földre juttatásának módja csak a rakomány ledobásával lehetséges.

A könyvet teljessé teszi, hogy írói számot vetnek a polgári légiforgalom szállító repülőgépeivel, és sorban tárgyalják a számottevőbb országok polgári légiforgalmi gépparkját, majd következtetéseket vonnak le az adott ország katonai természetű légi szállítási lehetőségeiről.

Sz. S.

TARTALOMJEGYZÉK

Lőrincz István mk-őrgy.: A szárazföldi csapatok fegyverzetének fejlesztési irányai 41

Czapek Béla mk-őrgy.: Robbanóanyaggal gyorsított nagy sebességű lövedékek 46

Nagy Ernő: Megbízhatóság és haditechnika 50

Csekey József mk-alez.: Úszóhidak és kompok hidrodinamikai stabilitása 54

Várszegi Imre mk-őrgy.: A troposzféra és a katonai híradás 56

Surányi Endre alez.: Léghűtéses katonai járműmotorok 59

Dudok Pál mk-szds.: A radioaktív sugárzás hatása az elektronikus berendezésekre 61

Dr. Kováts Zoltán mk-alez.: A távbecslés befolyása a géppuskák pontos tüzére 63

Parragh Gábor mk-őrgy.—*Sebők Elek* mk-szds.: Az idegmérgek hatástalanítása 66

HADITECHNIKAI TÁJÉKOZTATÓ 70

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

Lengyel óriáscentrifuga 74

Helikopterek és konvertiplánok 75

ÖTVEN ÉVVEL EZELŐTT 77

A TIT HADTUDOMÁNYI SZAKOSZTÁLYAINAK ÉLETÉBŐL 77

ÚJÍTÁSI SZEMLE 78

KÖNYVSZEMLE 69, 80

Ára: 6,—Ft
Évi előfizetés: 24,—Ft

A Zrínyi Katonai Kiadó újdonságaiból

BARAN-BÖSZÖRMÉNYI-KÖRMENDY

Szállítórepülők a háborúban

A szerzők bemutatják a katonai szállító légierő fejlődését, felsorakoztatják a szállítás eszközeit, ismertetik felhasználásuk módját, kitérnek alkalmazásuk egyéb területeire, valamint a különleges körülmények között végrehajtott szállítási feladatokra is. Befejezésül ismerteti a könyv az egyes polgári légiforgalmi társaságok fontosabb repülőgéptípusait, és ezek felhasználási lehetőségeit a katonai szállításban.

Kötve 188 oldal, ára 22,— Ft

A Nagy Honvédő Háború története 1941—1945. V. kötet

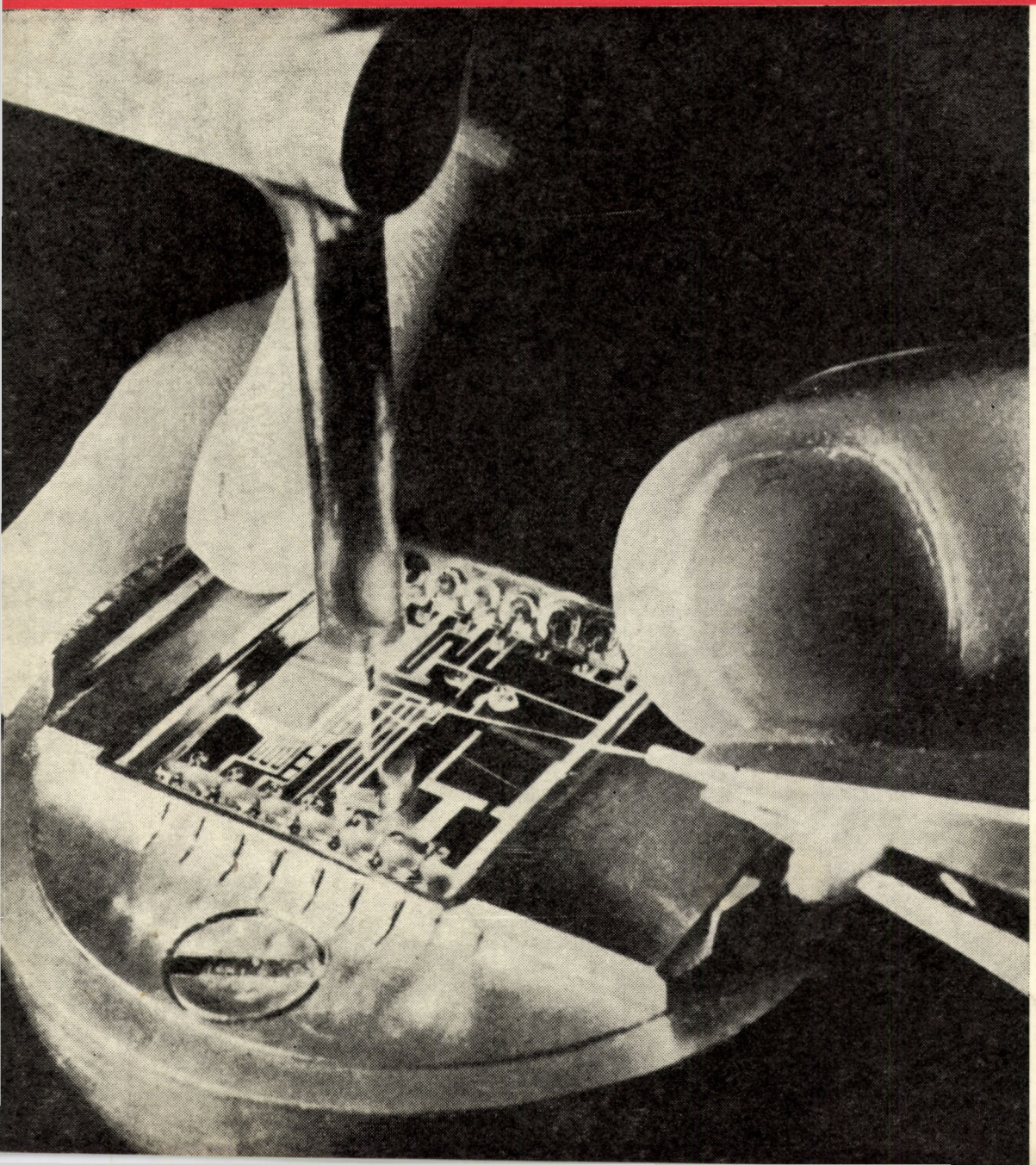
A szovjet szerzői munkaközösség monumentális történelmi munkájának ez a kötete a második világháború befejező évének eseményeivel foglalkozik. A kötet első része a fasiszta német hadsereg teljes szétzúzását és a hitleri Németország kapitulációját vetíti az olvasó elé, jelentős teret szentelve Magyarország és Csehszlovákia felszabadításának, valamint a potsdami konferencia döntéseinek. A kötet második része az imperialista Japán leverését és a háború befejező szakaszát tárgyalja.

Kötve kb. 629 oldal, ára: 150,— Ft

haditechnikai szemle

A Magyar Néphadsereg műszaki tudományos és ismeretterjesztő folyóirata

3



ELSŐ ÉVFOLYAM 1967 JÚLIUS—SZEPTEMBER

Integrált áramkör csatlakozóinak bekötése.
(Az integrált áramkörök a katonai elektronika fejlődésében című cikkünkhöz)

haditechnikai szemle

A Magyar Néphadsereg
műszaki tudományos
és ismeretterjesztő folyóirata

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

A szerkesztő bizottság elnöke
SÁRDY TIBOR mérnök-ezredes

Felelős szerkesztő
NAGY ISTVÁN GYÖRGY okl. gépészmérnök

A szerkesztőség címe
Budapest 114, Postafiók 26.
Telefon: 164–691

Kéziratok megőrzésére és
visszaküldésére nem vállalkozunk

Kiadja
a Zrínyi Katonai Kiadó
Budapest 134, Postafiók 31.
Telefon: 409–550

Felelős kiadó
BEDŐ LÁSZLÓ ezredes

Megjelenik negyedévenként
Előfizetési ára egész évre 24,— Ft
Egyes szám ára 6,— Ft

Terjeszti a Posta Központi Hírlap Iroda
Budapest V., József nádor tér 1.
Telefon: 180–850
Egyéni csekkszámlaszám: 61 297, közületi: 61 066
vagy átutalás az MNB 8. sz. fiókjánál vezetett
folyószámlára

Index szám: 25381

6702271-2 — Zrínyi Nyomda, Budapest
Felelős: Bolgár Imre

BÁLINT JÁNOS
mérnök-ezredes

Az integrált áramkörök a katonai elektronika fejlődésében

A technológiai forradalom jelentősége az elektronikában

A katonai elektronika fejlődésének alakulásáról ma eléggé kedvező helyzetben vonhatunk le következtetéseket. Az alapvető fejlődési irányokat lényegében meghatározzák egyfelől a második ipari forradalom eredményei az elektronika területén, másfelől a korszerű háborúról a hadügyben kiforrott nézetek. A fő tendenciák kialakulása és egyre erőteljesebb kibontakozása a legfejlettebb ipari államokban, elsősorban a Szovjetunióban és az Egyesült Államokban már néhány esztendeje tartó állandó folyamat.

Korunk az elektronikában is a technológiai forradalom időszaka. Az alapkutatások viszonylag szűk területre korlátozódnak (speciális félvezetők, laserek stb.). Az alkalmazott műszaki kutatás és fejlesztés elsősorban arra irányul, hogy az ismert alapelveket és a tudományos eredményeket a felhasználó igények kielégítésére minél magasabb műszaki színvonalú és minél gazdaságosabban gyártható és üzemeltethető berendezésekkel valósítsák meg. Egyes-egyedül a technológia fejlődése tette lehetővé, hogy az 1948-ban felfedezett tranzisztor termelése volumenében megközelítette az elektroncsövekét, és az elektronika egyik legdinamikusabb fejlődő gyártmányává lett.

Az új technológiai eljárások eredményeként az egész elektronikai iparban világszerte új minőségi elemek halmozódnak fel. Ezek nemcsak a termelés szintjét és gazdaságosságát emelik, hanem a termékek minőségére, tulajdonságaira, méreteire, súlyára, megbízhatóságára is olyan mértékben hatnak vissza, hogy az új termékek már ma is messze felülmúlják a régebben gyártottakat, jóllehet az új technika teljességében még ki sem bontakozott. Egyes szakértők szerint 1970–1975-re, mások véleménye alapján inkább a nyolcvanas évekre várható, hogy gyökeres minőségi változás áll be az elektronika egész területén.

Ez idő szerint a legkorszerűbb, legnehezebb minőségi követelményeket kielégítő termékeket elsősorban az űrkutatásban és a haditechnikai felszerelésben alkalmazzák. Emellett az elektronikában erőteljesen érvényesül a haditechnikai kutatás és fejlesztés eredményeinek, elsősorban technológiai haladásának serkentő hatása a polgári felhasználású termékekre. Nem véletlenül panaszkodott ez év januárjában az Egyesült Államok elektronikai iparát képviselő Electronics c. folyóirat szerkesztőségi cikke arról, hogy az állami forrásokból pénzelt, elsősorban katonai célú kutatások és műszaki fejlesztési munkák technológiai eredményeit a szenátus különbizottsága nem javasolja a polgári termelés céljaira átadni. A cikk keserűen jegyzi meg, hogy a bizottság nem műszaki emberekből áll, és így nem is képes belátni, milyen veszteségeket jelent ez az állásfoglalás az amerikai elektronikai iparnak. Számos példa felsorolásával próbálja az Electronics befolyásolni a szenátus döntését.

Nyilvánvaló, hogy az elsősorban a dolgozók megadóztatásából finanszírozott fejlesztés eredményeinek megszerzéséért foggal-körömmel harcolnak az ottani vállalatok, hiszen ezek az eredmények tetemesen növelik a nagy társaságok extraprofitját, piaci lehetőségeit anélkül, hogy megszerzésükért külön kellene áldozniuk vagy kockázatot vállalniuk. Igaz viszont, hogy a haditechnikai fejlesztés, főként pedig a technológiai forradalom eredményeként tömegesen kerülnek piacra mind korszerűbb és megbízhatóbb elektronikus termékek, többségükben tartós fogyasztási és beruházási jellegű felszerelések.

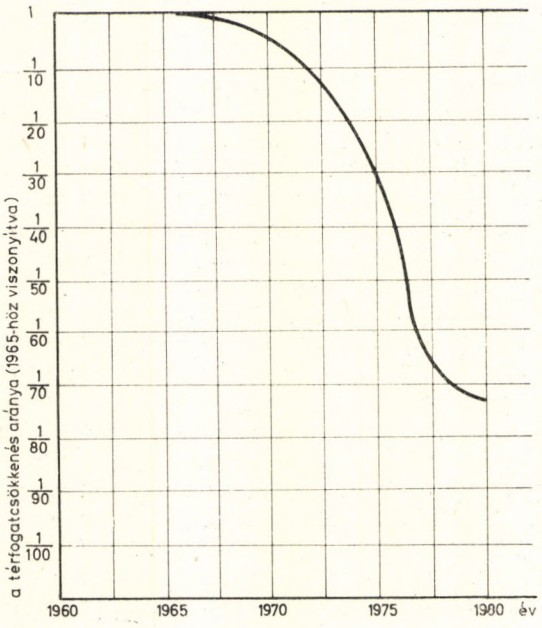
Szocialista társadalmi rendszerünk mentes az említett ellentmondástól: differenciáltan kezeli a haditechnikai kutatási és fejlesztési eredményeket, amelyeket a honvédelmi és a népgazdasági érdekek mérlegelésével, egyeztetésével a lehetőségekhez képest mielőbb általánosan alkalmaz is.

A technológia fejlődésének iránya

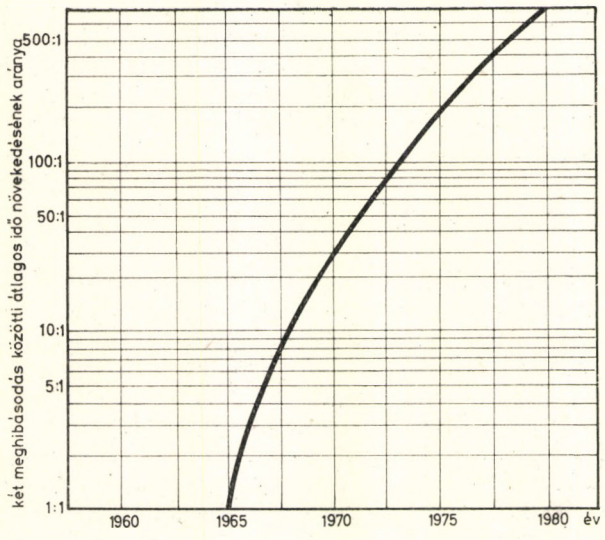
Az elektronikában az alapvető fejlődési tendenciák tanulmányozásakor és értékelésekor abból kell kiindulnunk, hogy a legkülönfélébb elektronikai berendezések vagy ezek egyesítéséből álló rendszerek szolgáltatásaikat aktív és passzív, elektromos, elektromechanikus és mechanikus alkatrészek funkcionális kapcsolatával, célszerűen rendezett sokaságával valósítják meg, és eközben villamos teljesítményt fogyasztanak. Az alkatrészek, – mint építőelemek – a téglához hasonlíthatók, amelyekből az építész házakat, épületeket emel. Amint az építészetben a korszerű technológiai és gaz-

dasági követelmények bevezetése az ipari módszerekkel előregyártott panelek és blokkok nagyüzemű termelésének megvalósításához vezetett, és az építkezés az elemek összeszerelésével történik, ugyanúgy az elektronikai berendezések előállításának korszerű technológiájában hasonló folyamatot figyelhetünk meg. Az egyes alkatrészek helyett egyesített alkatrész-csoportokból, integrált áramkörökből építik fel az összetett, szerteágazó berendezéseket. Az integrált áramkörök megépítése csak azok után vált lehetségessé, hogy kialakult a félvezetőtechnika.

Az integrált áramkörök fejlődésének távlatait jól szemlélteti a repülőgép-fedélzeti elektronikus berendezések méreteinek várható alakulása, amelyre egyes szakértők az 1. ábrán feltüntetett görbét adják meg.



1. ábra



2. ábra

Eszerint a készülékek méreteiben 1975-re harmincszoros, 1980-ra pedig 75-szörös térfogatcsökkentésre számítanak az 1965. évi szinthez képest. A görbe azonos szintű szolgáltatásokra vonatkozó készülékeket tételez fel.

A 2. ábra az integrált áramkörökkel felépített berendezések és rendszerek megbízhatóságának alakulásáról ad képet, az 1965. évi szinthez viszonyítva. Azonos készülékbonyolultságot feltételezve a megbízhatóság 1970-re mintegy 25-szörösére, 1975-re több mint 100-szorosára, 1980-ra pedig mintegy 600-szorosára növekszik.

A félvezetők jelentősége

Noha már az elektroncsöves berendezések technológiai fejlesztésekor is felvetődött ún. modulok létrehozása az alkatrészek egyesítése útján, ez a gondolat mégis csak a félvezetők kidolgozása után valósulhatott meg. A félvezető-gyártás technológiájának létrehozását az elektronikában forradalmi hatású és következményű változásként kell értékelnünk. A félvezetők ugyanis olyan aktív alkatrészek, amelyek kis teljesítményt vesznek fel, korlátozott mértékben melegszenek és kis feszültség alkalmazásával teljesítik áramköri funkciójukat. Emellett az új technológiai eljárások eredményeképpen élettartamuk az elektroncsövekének többszöröse, megbízhatóságuk pedig magasfokú. Kedvező vonásuk az is, hogy méretük az elektroncsövekéhez képest igen kicsiny.

Mód nyílt tehát arra, hogy rendkívül nagy alkatrészsűrűségű, nagy megbízhatóságú, kisméretű, nagyszámú alkatrészt tartalmazó, racionális teljesítmény-felvételű berendezéseket hozzanak létre. Ezzel a technikával most már valóban csupán ott kell nagyteljesítményű aktív elemeket beépíteni, ahol erre a szolgáltatások miatt szükség van (például adó-végfokozatokban); az áramkörök túlnyomó részében pedig az inkább fűtőtesteknek tekinthető, 150–200 C°-os felületű elektroncsövek helyett lényegesen kedvezőbb tulajdonságú félvezetőket használhatunk.

A kis feszültségű és teljesítményfelvételű félvezetőkhöz kapcsolódó alkatrészeket is érintette a változás. A passzív alkatrészek közül lehetővé vált az ellenállások és kondenzátorok abszolút és fajlagos méretcsökkentése. Ez viszont visszahatott az induktív elemekre is, és út nyílt olyan technológiai fejlesztés előtt, amely a korszerű mágneses anyagokhoz vezetett. Megteremtették a kis méretű, aktív és passzív alkatrészekből álló miniatűr nyomtatott huzalozású kártya-konstrukciókat, amelyek ma általánosan elterjedtek a polgári célú termékek felépítésében, emellett a katonai elektronikai berendezések szerkesztésében is nagy teret hódítottak.

A nyomtatott huzalozású kártya-konstrukció

A nyomtatott huzalozású egyedi alkatrészekből, félvezetős aktív és kis méretű passzív alkatrészekből álló kártya-konstrukció a gyártás és üzemeltetés gazdaságosságában lényegbevágó előrelépést képvisel, de magában hordja ellentmondásait, s a további fejlődés lehetőségeit. A kártya-konstrukció elemzése azt mutatja, hogy ez a megoldás számos vonatkozásban nem

meríti ki a technológiai színvonal adta lehetőségeket. Az egyedi alkatrészek térfogatának legnagyobb részét az alkatrészek tokozása képviseli, a passzív alkatrészek méreteit pedig a régebbi, konvencionális technológia korlátai miatt már nem lehetett csökkenteni. Hátrányos az is, hogy nagyszámú forrasztott és hegesztett kötés fordul elő, éspedig nemcsak az alkatrészek kivezetései és a nyomtatott huzalozású tartólap között, hanem az alkatrészeken belül is. (Például a tranzisztorok kivezetéseit a bázisra, emitterre, kollektorra külön huzalokkal kell megvalósítani, ezekhez kapcsolódnak ezután az ellenállások huzalvégződései, az ellenállások kivezető huzalait viszont magához az ellenálláshoz kell kapcsolni.) A sok felesleges (a szükségest általában háromszorosan meghaladó számú) kötés elkészítése nem gazdaságos, s emellett káros is, mert minden kötéssel nő a hibalehetőségek száma. A megbízhatósági vizsgálatok eredményeinek elemzése azt mutatta, hogy a meghibásodások zömükben a hibásan elkészített kötésekből származnak.

A nyomtatott huzalozású kártya-konstrukció további kedvezőtlen vonása, hogy a műanyaglap csak a hordozó szerepét játssza, villamos szempontból jelenléte inkább károsnak, mint semlegesnek tekinthető.

Az integrált áramkörök

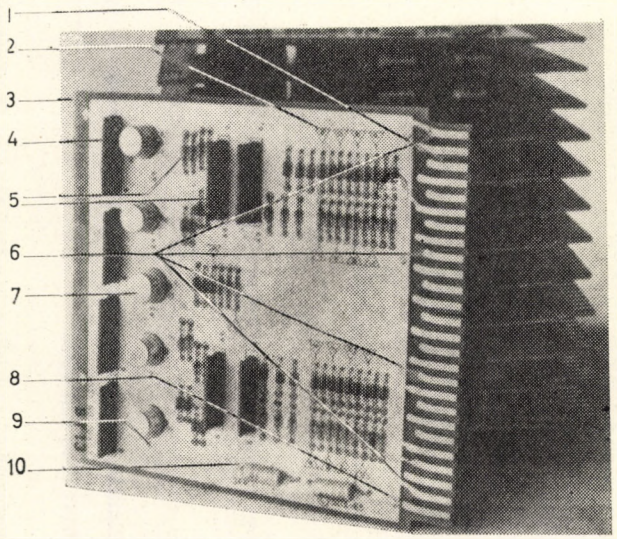
Az említett két fogyatékosságnak, a kötések szükségtelenül nagy számának és a tartólap egycélú kihasználtságának kiküszöbölésére irányuló törekvés vezetett az integrált áramkörök kialakításához. A korábbi „tégláknak" tekinthető diszkrét alkatrészek helyett, a paneleknek vagy még inkább blokkoknak megfelelő funkcionális és mechanikus egységet alkotó alkatrészcsoportok születtek. Az egyedi passzív alkatrészekből és elektroncsövekből álló szerkezeteket felváltották a félvezetős és kisméretű alkatrészeket tartalmazó nyomtatott áramkörök. Ezeken keresztül vezetett az út az integrált áramköri konstrukciókig, amelyek már napjainkban is az elektronika leghaladóbb fejlődési irányzatát fejezik ki, bár a folyamat teljes kibontakozása még a fejlett ipari államokban is viszonylag hosszabb időt jelent majd.

Az integrált áramkörökkel már a mai színvonalon is olyan követelményeket kielégítő elektronikus berendezéseket lehetett kialakítani, amilyenek megalkotására a régebbi műszaki és technológiai szinten még csak gondolni sem lehetett volna. Az űrhajó fedélzeti számítógépe vagy a szárazföldi haderőnem komplex automatizált rendszerében (pl. a páncélozott szállítójárműben) elhelyezett számítóberendezés hagyományos elektroncsövekből és egyedi alkatrészekből való felépítéséhez egy jókora alapterületű, nyolcszintű épület sem lenne elegendő. Teljesítményigényük jóval meghaladná a száz megawattot; ennek fedezését, elsősorban a hűtés miatt egy közepes nagyságú erőmű is nehezen láthatná el.

Ahhoz, hogy ez a minőségileg új technika kialakulhasson, érvényesülnie kellett a technológia forradalmának. Meg kellett oldani a félvezetők, a szigetelők, a mágneses anyagok és a kötések megbízható gyártását, az egyöntetűséget, a nagyfokú megbízhatóságot, méghozzá szélsőséges mechanikai és klimatikai igénybevételekkel. A lehetőségek realizálása szóba sem kerülhet mindaddig, amíg ezek a technológiai eljárások nem alakultak ki teljesen. Ma azonban ez a technológia részben már kialakult, részben erőteljesen fejlődik, felhasználva az alapkutatások által összegyűjtött és feltárt eredményeket.

Mindezekből egyértelműen azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az egész elektronika, különösen pedig a haditechnikai elektronikai eszközök fejlődésében az alapvető irányzatot a félvezetőkből és integrált áramkörökből álló konstrukciók képviselik, még akkor is, ha ez idő szerint még csak a berendezések kisebb része ilyen megoldású.

Olyan berendezésekben és készülékekben, ahol a köbtartalom tekintetében nem támasztanak túlságosan szigorú követelményeket, megtartják a nyomtatott huzalozású kártyakivitelt, de mindenütt, ahol csak lehetséges, egyedi alkatrészek helyett integrált áramköröket készítenek. A 3. ábra ilyen felépítést mutat be. Ez a konstrukció számítógépben felhasznált integrált áramkörös logikai kártya („És", illetve „Vagy" kivitelben. Órajel max. 10 MHz, a kimenet 60 mA-t kapcsol).



3. ábra: Integrált áramkörös logikai kártya. 1 — egyedi vezetőrész; 2 — vizsgálópontok; 3 — üvegszálas epoxi tartólemez; 4 — teljesítmény-ellenállások; 5 — dióda terhelő ellenállások; 6 — földelő csatlakozók; 7 — légmentesen lezárt elválasztó erősítők; 8 — csatlakozó 2×26 rugóval; 9 — alkatrész megjelölések; 10 — egyedi hálózati szűrők

A nyomtatott huzalozású kártyáknál ugyancsak jól beválik a „hernyó" típusú integrált áramkör.

A félvezetők és az integrált áramkörök gyártástechnológiája olyan katonai elektronikai eszközök létrehozására ad módot, amelyek szolgáltatásaikban, méreteikben, súlyukban, teljesítmény-felvételükben, szállíthatóságukban, megbízhatóságukban, gazdaságos üzemeltetésükben kielégítik a korszerű háború követelményeit.

A haladó technológián alapuló konstrukciós megoldások biztosítják, hogy a legfontosabb haditechnikai elektronikai berendezések és eszközök korszerű módon legyenek megépíthetők. Többek között így válik lehetővé, hogy megvalósítsák a haderőnemek komplex automatizálását, kialakítsák a rakéták és az ellenrakéták irányító rendszereit, úgyszintén a híradó berendezéseket és az elektronikus felderítő eszközöket.

Megnevezés	Az integrált áramkör típusa	
	Szigetelő alapú: vékony réteg	Félvezető alapú: integrált szilárd test, monolit
Az alaplemez anyaga	Üveg v. kerámia	Szilícium
Szerkezeti felépítés	Az alaplemezre egy v. több rétegben felvitt fém-, félvezető- v. szigetelőréteg alkotja az áramköröket és összeköttetéseiket	
Alapvető technológiai eljárások	Párologtatás	Diffúzió, epitaxia (lecsapatás gőzből), párologtatás
Az alaplemez előkészítése	Az üveget megtisztítják, ill. a kerámia lapot csiszolják és polírozzák (Vastagság néhány tized milliméter)	A *p* típusú szilícium egykristályt tisztítják, csiszolják és polírozzák, egyes esetekben epitaxiával *n* réteget állítanak elő (vastagság néhány tized milliméter, átmérő 25—30 milliméter)
Maszk-készítés	Az áramköri elrendezésnek megfelelő nagyméretű rajzokat fényképészeti úton kicsinyítik. A kicsinyített rajzokat egymás mellé fényképezve egyesített maszkot alakítanak ki, majd fotomarással v. mikroforgácsolással a gyártáshoz szükséges maszkot előállítják.	
Áramköri elemek és összeköttetéseik készítése	Az alaplemezt megfelelő hőmérsékletre hevítve a maszkon keresztül párologtatással viszik fel az egyes rétegeket, végül az összeköttetéseket.	A félvezető tárcsát 1200 C°-on oxidálják, az oxidréteget fényérzékeny lakkal vonják be. A maszkon keresztül ibolyántúli fénnyel megvilágított felületekről a lakkot, majd az oxidréteget leoldják. Nagy hőmérsékleten a szabaddá vált szilíciumfelületekbe donorokat és akceptorokat diffundáltatnak. Újabb oxidálás után új rétegen az előbbi műveleteket megismétlik. Ellenálláshoz 1, diódához v. kondenzátorhoz 2, tranzisztorhoz 3 réteg szükséges. Az utolsó réteg elkészülte után az összeköttetések részére lyukakat marnak be, majd párologtatással az összeköttetéseket felviszik.
Befejező műveletek	Az alaplemezt mechanikai módszerekkel áramkörönként szétválasztják. Egy lemezke néhány négyzetmilliméteres nagyságú. A kivezetéseket felszerelik, az elkészített integrált áramkört tokozzák.	

Az alkatrészek termelésének és összetételének alakulása

A fejlett elektronikai iparú államokban a technológia szerepét és jelentőségét az alkatrészgyártás összetételének és dinamikájának változása szemlélteti. Az integrált áramkörökön kívül érdemes figyelemmel kísérni az egyedi aktív alkatrészek gyártmány-összetételének változását is.

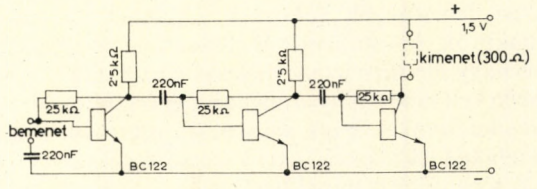
Amerikában úgy vélik, hogy a vevőtípusú elektroncsövek termelésében 1970-re előreláthatólag számottevő visszaesés következik be. Az 1965. évi szinthez képest mintegy 32%-os, az 1967. évi fordulópontot jelentő csúcshoz arányítva pedig 44%-os visszaeséssel számolnak. Ezzel szemben a tranzisztorok és az egyéb félvezetők gyártási volumenét 1970-re az 1965. évi szint áraihoz képest mintegy 45%-os emelkedéssel veszik számításba. Mindez azt jelenti, hogy 1965-ben a vevőcsövek a teljes aktív alkatrész-termelésnek 25%-át, a félvezetők pedig 69%-át tették ki, 1970-re ezek a számok várhatóan 12%-ra, illetve 75%-ra módosulnak.

Bár a felsorolt prognózis adatokat megfelelő fenntartással kell fogadnunk, mégis azt a műszakilag is teljesen indokolt következtetést szűrhetjük le, hogy az aktív alkatrészek csoportjában a legdinamikusabban fejlődő elemet a félvezetők képviselik, a vevőcsövek jelentősége csökken, az adócsöveké pedig lényegében megmarad.

A sajtóban 1967-ben közzétett prognózisok alapján az Egyesült Államokban a teljes alkatrész-gyártás volumenének növekedése 1965 és 1970 között átlagosan évi 7%. Az integrált áramkörök részaránya – a feltételezések szerint – a teljes alkatrészgyártás értékéhez képest az 1965. évi 6,3%-ról, 1970-re már 12,6%-os értékre nő. Az integrált alkatrész-termelés abszolút növekedésének üteme a vizsgált időszakban évi 23,2%-ra tehető, ez több mint háromszorosa a teljes alkatrész gyártás növekedési ütemének. Emellett figyelembe kell vennünk azt is, hogy az integrált áramkörök ára csökkenő tendenciájú, ugyanakkor ezek egyre több alkatrészt tartalmaznak, bonyolultabb kapcsolásúak.

Az integrált áramkörök felhasználása és néhány jellemzője

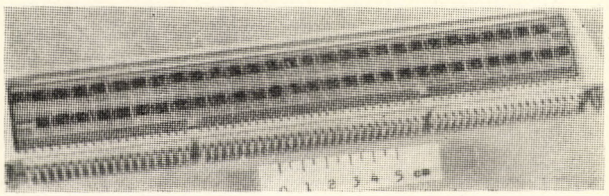
Az integrált áramköröket főképpen a katonai és az űrkutatási célú elektronikai eszközökben használják fel. Egyre inkább szerepelnek tartós fogyasztási cikkek konstrukciójában is, így többek között a nagyothalló készülékekben. A 4. ábra magyar gyártmányú ilyen készülék integrált áramkörének kapcsolását mutatja be.



4. ábra

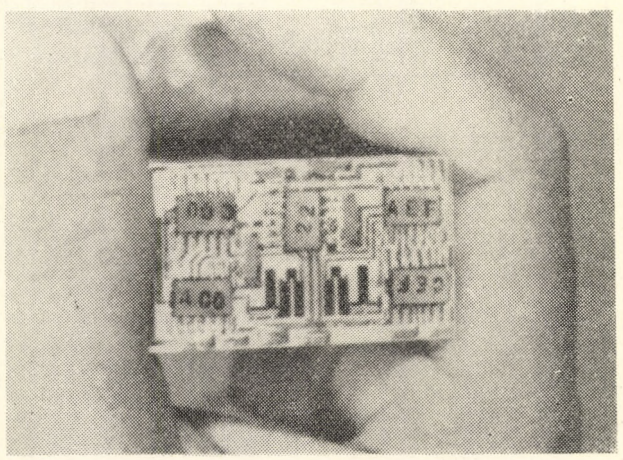
Az integrált áramkörök előnyös vonásai ma már vitathatatlanok, ezeket nagyszámú működő berendezés igazolja. Az ilyen berendezések közül legszemléltetőbb példaként a hírközlő mesterséges holdak kínálkoznak, amelyeknek a hadászati, de egyre inkább a hadműveleti és harcászati híradásban is kiemelkedik a távlati jelentőségük.

Az integrált áramkörök gyártástechnológiájában több eljárás alakult ki, egyik felépítési mód sem vált egyeduralkodóvá. Ez teljesen érthető, hiszen a technológia eléggé új, az alkalmazási terület pedig még viszonylag korlátozott. Az 5. ábrán az Apollo űrhajó irányítását szolgáló fedélzeti számítógép logikai modulja látható; ez kétoldalas elrendezésben 120 integrált áramkört tartalmaz.



5. ábra

Az integrált áramkörök közül a lineáris áramköröket nehezebb gyártani; ezek technológiája ma még csak részben nevezhető megoldottnak. A 6. ábra kerámikus tartólapon kivitelezett egyedi félvezetőkből és integrált áramkörökből álló 25×38 mm méretű, két fokozatú középfrekvenciás 455 kHz-es erősítőt mutat be automatikus erősítésszabályozóval, külön középfrekvenciás transzformátorok nélkül. A —55 C°-tól +125 C°-ig terjedő tartományban a tekercsek jósága 55, a frekvenciastabilitás ±0,5%, a jóságtényező stabilitása pedig ±10%.



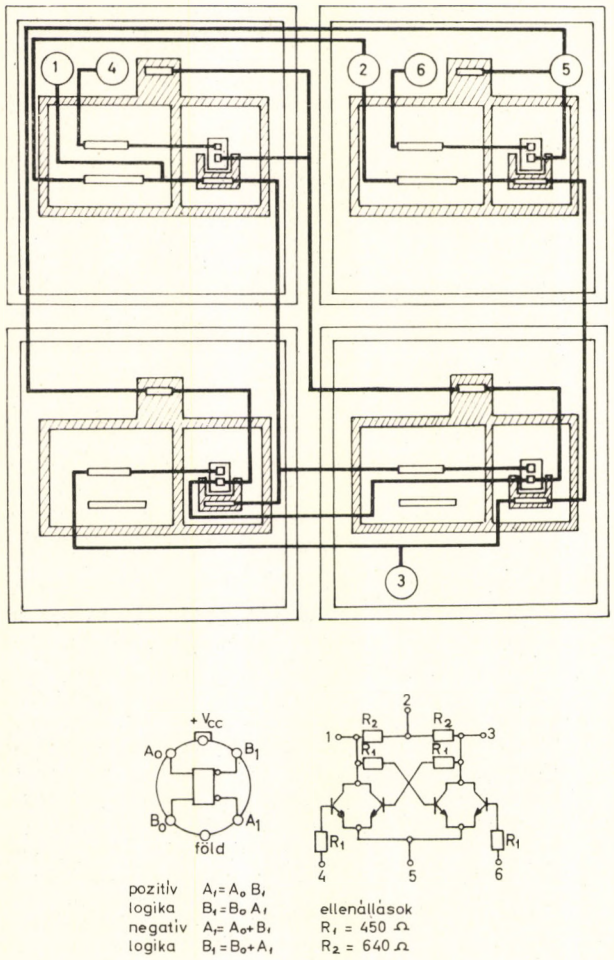
6. ábra

A kerámialap bázisú integrált áramkörökön a technológia jelenlegi színvonalán vákuum elgőzölögtetés útján 10 Ω és 1 MΩ közötti ellenállások gyárthatók ±0,5% tűréssel. Kondenzátorok 5 pF-tól 100 μF-ig terjedő értékben készíthetők. A nagy kapacitások megvalósítására szilárd szinterelt anódú tantálkondenzátorokat dolgoztak ki; ezek +175 C°-ig üzemképesek. Az integrált áramkörök mintegy 2 W/cm² terhelést bírnak el, az aktív ellenállásrétegre vonatkoztatva pedig ennek ötszörösét.

A felhozott néhány példával mindössze szemléltetni kívántuk az integrált áramkörök néhány kiviteli formáját, s nem kívántunk foglalkozni fizikai működésükkel, belső felépítésükkel. Az integrált áramkörök felépítésére és technológiájára vonatkozó fontosabb adatokat a táblázatban foglaltuk össze.

Hazai eredmények, lehetőségek és feladatok

Tudományos kutató és kísérleti technológiai fejlesztő munkát nálunk is végeznek az integrált áramkörök mindkét fajtájában. A 7. ábrán a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet által kifejlesztett egyik félvezető alapú integrált flip-flop áramkör felülnézeti elrendezését, kapcsolási és bekötési rajzait mutatjuk be. Az ismétlődő elemek tranzisztorokból (határfrekvencia 300 MHz) és ellenállásokból (450 Ω és 640 Ω) állnak. Mind az aktív, mind a passzív elemeket diffúziós – planáris technológiával állították elő.



pozitív logika	$A_1 = A_0\, B_1$	ellenállások
	$B_1 = B_0\, A_1$	$R_1 = 450\ \Omega$
negatív logika	$A_1 = A_0 + B_1$	$R_2 = 640\ \Omega$
	$B_1 = B_0 + A_1$	

7. ábra

Az ilyen és hasonló integrált áramkörök alapegységekből épülnek fel, ezek mérete 1 × 1 mm. Egy szilícium alaplemezen több alapegységet helyeztek el a szükséges összeköttetésekkel együtt. Az ilyen konstrukciók az úgynevezett szuperintegrált áramkörök. Előnyük, hogy az alapegységek összeköttetéseinek változtatásával különféle áramköri funkciók alakíthatók ki. Ez lényegesen egyszerűsíti a technológiát és így kedvezően befolyásolja a termék önköltségét. Magától értetődik, hogy az ábrán látható alapegységek kombinációjával valamennyi logikai áramkört nem lehet előállítani. Bonyolultabb esetekben egyedi tervezésre van szükség, de néhány száz alapegységből igen bonyolult funkciók is megvalósíthatók. Ezek tervezése elektronikus számítógép segítségével viszonylag rövid idő alatt elvégezhető.

Az eddig elmondottakból arra a következtetésre jutunk, hogy az integrált áramkörök a korszerű elektronikus berendezések építőelemeivé válnak. Kedvező tulajdonságuk, hogy teljesebben elégítik ki a katonai eszközök, nemkülönben a tartós fogyasztási és beruházási jellegű berendezések iránt támasztott követelményeket. Az integrált áramkörök technológiája már ma is figyelemreméltó eredményeket hozott, bár még a fejlődés meglehetősen kezdeti szakaszában van.

Megbízhatóságuk egy nagyságrenddel jobb a jelenleg szokásos kártya-konstrukciókéhoz képest. A mintegy 60 000 félvezetőből álló számítógépekben a tapasztalatok szerint a meghibásodások közötti átlagos idő 2000 óra körül van, a javítás miatti üzemkiesés a teljes üzemidő 0,05%-nál is csekélyebb. A megbízhatóság növekedése az összeköttetések számának nagyjából 70%-os csökkenéséből és a kritikus inhomogén felületeken lejátszódó folyamatok kiküszöböléséből ered.

Az integrált áramkörök formája még nincs kiforrva, szigetelő alapanyagú passzív vékonyrétegeket, félvezető alapú aktív monolit szerkezeteket, valamint ezek kombinációit alkalmazzák. Figyelemre méltók az ún. „morzsa" felépítésű integrált áramkörök, amelyekben több áramkört egyesítenek.

Rövid összefoglalásunkban megkíséreltük egyértelműen bizonyítani az integrált áramkörök távlati lehetőségeit. Feltétlenül indokolt, hogy műszaki fejlesztéssel foglalkozó szerveink ezeknek az építőelemeknek fokozottabb figyelmet szenteljenek. Erőinkhez és lehetőségeinkhez képest ugyanis egyáltalán nem mondható korainak, hogy együttműködésben a baráti országokkal megszilárdítsuk híradástechnikai, műszer- és automatizálási iparunk fejlődését. Ez nagy fontosságú lépés lenne azon az úton, hogy gazdaságos és korszerű termékekkel elégítsük ki a népgazdasági és a honvédelmi távlati igényeket egyaránt.

Az új gazdasági mechanizmus elveinek tekintetbe vételével ugyanakkor meg kell vizsgálni, hogy az új technikát mely termékeknél vezethetnénk be a közeli jövőben, a műszaki jellemzők javítása és a piaci elhelyezési lehetőségek fokozása céljából. Az integrált áramkörök kutatásával és fejlesztésével foglalkozó, nem nagy, de tapasztalt műszaki gárdánknak erőteljesebben kell tanulmányoznia hazai gyártású elektronikai berendezéseinket. Ezek alapján javaslatokat, ajánlásokat tehetnének a termékeket kibocsátó gyáraknak, hogy az új technológia minél hamarabb a konkrét szükségletek kielégítését szolgálhassa.

DR. CSÁNYI LAJOS
mérnök-alezredes,
a hadtudományok kandidátusa

Harcjárművek és gépjárművek tárolása és a korrózió-védelem

Nem szorul különösebb bizonyításra, hogy a fémtárgyak legnagyobb ellensége a korrózió. A háború előtti statisztikai adatok szerint olyan mennyiségű eszköz vált használhatatlanná a korrózió következtében, amely megfelel a világ átlagos évi vastermelése egyharmad részének. Hazánkban a legújabb felmérések arról tanúskodnak, hogy a korrózió okozta kár évenként több mint 700 millió forint. A korrózió-védelem tehát elsőrangú népgazdasági érdek, amelyhez a Magyar Néphadseregben a harckészültségi érdek járul.

A korrózió viszonylag hosszabb idő alatt lejátszódó folyamat, ezért elsősorban azokon a ritkábban használt tárgyakon jelentkezik intenzívebb formában, amelyeken a folyamatot előidéző körülmények és tényezők viszonylagos stabilitása biztosítva van.

Környezeti hatásokra tárolás közben a fémes anyagok korrodálódnak, ugyanakkor más anyagok öregednek. Ezáltal romlik a gépjárművek műszaki állapota, hacsak a megelőzés céljából nem tesszük meg a szükséges intézkedéseket.

Bármilyen tárolásról van szó, annak biztosítania kell az üzemképes, karbantartottan tárolt gépjármű kifogástalan műszaki állapotát, gyors üzembehelyezését, hadrafoghatóságát. Ezért a tárolás fogalma a köznapi értelmezésnél jóval tágabb. Beleértjük a gépjárművek tárolásra való előkészítését, a tárolás folyamán műszaki állapotuk megőrzését és a karbantartást, legvégül a járműnek a tárolásból történő kivételét.

A tárolás sikere az előkészítés gondosságától függ. Nyilvánvaló tehát, hogy a csapatok személyi állományának ismernie kell az előkészítés és a tárolás szabályait. E szabályok alkalmazásához azonban az szükséges, hogy tisztában legyünk az alkatrészek korrózióját előidéző okokkal és a korrózió-védelem módjaival.

A korrózióról általában

A fémeknek és a fémötvözeteknek a környező közeg hatására, kémiai vagy elektrokémiai folyamat következtében fellépő elbomlását, pusztulását nevezzük *a fémek korróziójának*. A fémalkatrészek felületén korróziót idézhet elő a levegő, az üzemanyag, a víz stb.

A korróziós folyamatok *oxidációs folyamatokként* is felfoghatók. A levegő oxigénje a fémek felületén vékony oxidréteget hoz létre. Ha ez a réteg eléggé tömör, akkor további oxigén nem juthat a fémhez, tehát a fém nem pusztul tovább. Ilyen réteg képződik az alumínium-, a réz- és az ólomfelületeken. Az acélból készült alkatrészek felületén kialakult oxidréteg azonban rendszerint nem eléggé tömör, nem összefüggő, ezért nem akadályozza meg, nem gátolja az oxidációs folyamatot.

Aszerint, hogy a korróziót kémiai vagy elektrokémiai folyamat okozza, beszélünk *kémiai* és *elektrokémiai korrózióról*. Az előbbi a fémek felületén játszódik le, pl. a festetlen fémfelületeknek száraz levegőn, gázolajban, benzinben kialakuló oxidációjakor. A kémiai korrózió két fő típusa a folyadék- és a gázkorrózió.

A fémek egyes felületszakaszain külső közeg hatására keletkező elektromos áram kíséretében fellépő bomlást nevezzük elektrokémiai korróziónak. Ilyenkor az elektromos áram hatására az elektronok az egyik fémről a másikra vándorolnak át. Az áramot a különböző fémek közötti potenciálkülönbség kelti. Potenciálkülönbség léphet fel egynemű fémalkatrészek egy részének deformálódásakor is.

Elektrokémiai korróziót tapasztalhatunk minden olyan esetben, amikor az alkatrészeket különféle szennyeződéseket tartalmazó vékony harmatréteg borítja. Az ilyen réteg valójában elektrolit, amelynek jelenlétében a fémfelületeken *mikro-galvánelemek* keletkeznek, és ezek árama idézi elő a fém korrózióját.

Az elektrokémiai korróziónak is két fő típusát különböztetjük meg: a folyadékkorróziót és az atmoszférikus vagy nedvességkorróziót.

Ha megvizsgáljuk azokat a közegeket, amelyekkel a gépjárművek tárolás és használat közben kapcsolatba kerülnek, akkor elsőként az üzem- és kenőanyagokat, továbbá a hűtőfolyadékokat kell megemlítenünk. Ezek az úgynevezett *igénybevételi anyagok* bizonyos körülmények között a fémalkatrészek felületére hatást gyakorolnak és így a korróziót keltő közegnek a szerepét tölthetik be.

A kőolajtermékek (gázolaj, benzin, olaj stb.) *kénvegyületeket* tartalmazhatnak, ezeket a feldolgozás folyamán nem tudják egészen eltávolítani. A kénvegyületek fémek iránti aktivitása nedvesség jelenlétében számottevően növekszik, ilyenkor kémiai korrózió alakul ki.

A gépjárművek alkatrészeire tárolás közben a *környező levegő* is hat. Főként a városokban, az iparvidékeken, a tengerparti övezetekben nemcsak a levegő oxigén- és nedvességtartalmával kell számolni, hanem a levegőben lévő egyéb anyagok hatásával is.

A levegőben mindenkor van tetemes mennyiségű *széndioxid*. Különösen sokat tartalmaz belőle a városok, az ipari központok levegője. A széndioxid a vízben gyenge savvá oldódik. Az ilyen oldatok — mint általában a savak — hidrogénjüket fémre cserélik ki, egyes fémekkel tehát reakcióba léphetnek. A széndioxid jelenléte ezek szerint meggyorsítja a korróziót, de néha védőhatása is lehet. Egyes karbonátok nem oldódnak a vízben, hanem a fémoxidhoz hasonlóan összefüggő védőhártyát alkotnak a fém felületén. Ez az eset azonban ritkán fordul elő.

Tudvalevően a levegő oxigén, nitrogén és néhány nemes gáz keveréke, helyenként azonban nem állandó összetevőként gáznemű szennyeződéseket is tartalmaz. Annál is inkább érdemes ezek közül néhányról beszélni, mivel fontos a szerepük a korrózió kialakulásában.

Először a *kén-dioxidot* kell említenünk, mely a városok és az ipari központok levegőjében mindig jelen van. A folyékony üzemanyagok, nemkülönben az ásványi szenek kéntartalmának elégésekor kellemetlen, fojtó gáz keletkezik; a fűtőanyag kéntartalma kéndioxiddá alakul át. Ez a gáz ugyancsak oldódik a vízben, ilyenkor kénessav keletkezik. A levegő oxigénjének hatására a kénessav kénsavvá alakul, ez a legerősebb savak egyike, és még híg oldatában is roncsolja a fémeket.

A gyárak közelében, a gyártás melléktermékeként különféle gázok kerülhetnek a levegőbe. A gázgyárak mellett mindig észlelhetünk *ammóniagázt*, amely különösen a rézalkatrészeket veszélyezteti.

A levegőben *szilárd szennyező anyagok* is előfordulnak: por, korom, ásványi sók stb. A légköri szilárd részek mennyisége és minősége az éghajlattól, az évszaktól, az időjárási viszonyoktól és más tényezőktől függ. Ezeket a fémekre gyakorolt hatásuk szempontjából három csoportra oszthatjuk.

Az első csoportba tartoznak a *semleges hatású részecskék*, ilyenek például a homokszemcsék. Korróziós hatást nem fejtenek ki, és közvetítőkként sem játszanak szerepet.

A második csoportba sorolhatók azok, amelyeknek ugyan nincs közvetlen korróziós hatásuk, de *közvetett úton* elősegítik

a korrózió kialakulását. Ilyen anyag a finoman elosztott szénrészecskékből álló korom. A szénszemecskék felületükön gázokat és nedvességet (pl. kén-dioxidot) kötnek meg, tehát mintegy koncentrálják a fémre káros hatású anyagokat. Ilyenkor ezek hatása is intenzívebbé válhat.

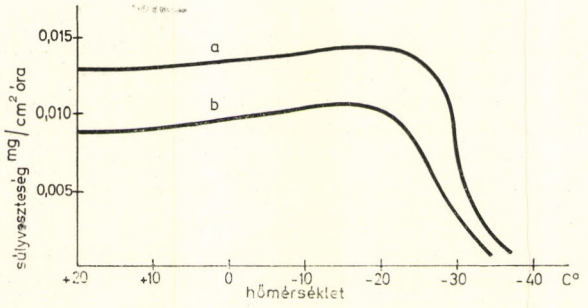
A harmadik csoportba az *aktív szennyezők* tartoznak; ezek kémiai összetételük következtében fejtenek ki roncsoló hatást. A korróziónak ez a formája egyike a legveszélyesebbeknek. Aktív szennyezők például a levegőben mindig fellelhető szilárd sórészecskék.

A környező levegő összetételétől függően nemcsak a korróziós folyamat sebessége, hanem módja is változik. Ha például a levegő nedvességtartalma alacsony, a fémek — főleg a levegő oxigénjének hatására — kémiai korróziót szenvednek. Ha a levegő nedvessége megnövekszik, és ráadásul még sókat is tartalmaz, akkor kondenzálódáskor a folyamatban levő kémiai korrózió elektrokémiai korrózióvá válik. Ugyanez játszódik le akkor is, amikor a levegő ipari gázokat tartalmaz.

A levegő nedvessége a hőmérséklet változása miatt kondenzálódhat, hiszen a hőmérséklet csökkenésével az addig nem telített vízgőz telítetté válik. Maga a nedvesség, a közhiedelemmel ellentétben, a korróziós folyamat megindulása szempontjából közvetlenül nem játszik szerepet. Kísérletek tanúsága szerint 98% relatív nedvességű levegőben két éven át tárolt harckocsik alkatrészein a korróziónak nyoma sem található. A korrózió intenzitása csak akkor növekszik a nedvesség jelenlétében, ha ez különféle korrodáló anyagokat tartalmaz. Jó példa erre az esővíz, amely literenként közepesen 1,5—2,7 mg ammóniákot és 0,7 mg salétromsavat foglal magában.

Ha a fémalkatrészek felületei szennyezettek, vagy megkezdődött rajtuk a korrózió, a levegő nedvessége döntő szerepet játszik a korrózió lefolyásában. Ezért kell a tárolt gépjárműveket tisztán tartani.

A kísérleti és az elméleti kutatások eredményei egyaránt azt mutatják, hogy a korrózió sebessége —25 C°-ig megközelítően állandó. E hőmérséklet az úgynevezett kritikus hőfok; alatta a korrózió sebessége rohamosan csökken, mivel a kémiai jelenségek lejátszódása kétséges. A levegő lehűlésével az abszolút nedvességtartalom is csökken, korrózió tehát csak a levegő oxigénjének hatására jön létre, és sebessége viszonylag kisebb lesz.



1. ábra. A korrózió sebessége a hőmérséklet függvényében. a — *acél;* b — *babbitt-fém*

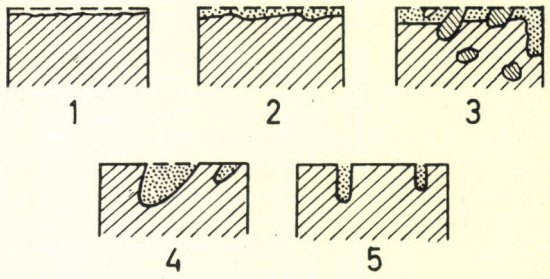
Alacsony hőmérsékleten az elektrokémiai korrózió is lelassul, mert csökken az adszorpciós harmatréteg keletkezésének valószínűsége, ezért a levegő kéndioxidjának korróziós agresszivitása is kisebb. Az elektrokémiai folyamatokat az adszorpciós réteg viszkozitásának növekedése és vastagságának csökkenése is lassítja, mert a korróziós árammal szemben fellépő ellenállás lényegesen megnövekszik.

A légköri lecsapódási folyamatokban a levegő nedvességtartalmának szerepe is jelentős. Ha a levegőben a vízpárák telített állapotban vannak, akkor a nedvesség a levegőnél erősebben hűlő tárgyakra harmatként csapódik le. A felmelegedéskor megindúló párolgás folytán a vízben oldott vegyi anyagok koncentrációja megnő, és rövid ideig tartó intenzív korrózió keletkezhet. Ehhez járul még, hogy magas hőmérsékleten a korrózióvédelem is nehezebb. Ennek oka a kenőanyagok viszkozitásának csökkenése és a függőleges vagy a ferde felületekről való lefolyása.

Az elmondottakból az következik, hogy a korrózió sebessége nem állandó a téli vagy a nyári igénybevétel időszakában. Ha a korrózió nyáron kezdődött, sebessége a téli igénybevétel időszakában megnő, de egy adott hőmérsékleti értéktől kezdve hirtelen csökkenni kezd. Ez a sebességcsökkenés azonban csak —20 C° alatt számottevő. Ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy nemcsak nyári átálláskor kell fokozott gondot fordítanunk a tárolt gépjárművek technikai állapotának vizsgálatára és korrózióvédelmére, hanem minden időszakos szemlén.

Az alkatrészek fémanyagának összetételétől és a korrodáló közegtől függően a korrózió általános vagy helyi jellegű lehet. A korrózió előbbi formája akkor jöhet létre, amikor az egész fémfelület a korrodáló anyag hatása alatt áll, elektrokémiai korrózió esetén pedig olyankor, amikor a fémfelület nagyobb részét anódszakaszok alkotják. Aszerint, hogy az egyes felületszakaszokon a korrózió sebessége azonos vagy eltérő, az általános korrózió egyenletes és egyenetlen típusait különböztetjük meg.

A helyi korrózió típusai: *a*) foltos, *b*) pitting (lyukkorrózió), *c*) pontszerű, *d*) kristályközi és *e*) szelektív. Az első három típus csak a korrózió eloszlása tekintetében különbözik. A pontkorrózió a pittingtől csupán méretében tér el.



2. ábra. Korrózióformák. 1 — *általános egyenletes;* 2 — *általános egyenetlen;* 3 — *kiválasztó;* 4 — *pitting;* 5 — *pontszerű*

Külön típust képvisel a kristályközi korrózió. A folyamat mintegy behatol a fém belsejébe, és a kristályok közötti határfelületeken halad előre. A korrózió e típusa azért igen káros, mert a fémkristályok közötti összefüggést meglazítja, ezzel a fém mechanikai tulajdonságait rontja.

A szelektív v. kiválasztó korrózió ugyancsak különleges típus, ezzel az ötvözetek korróziójakor találkozhatunk. Itt a korrózió az ötvözetből csak az egyik alkotót vonja ki. Ilyen többek között a sárgaréz „elcinktelenedése" vagy az ólom „kimosódása" az ólombronzból. A különféle korróziófajták ezen felül többnyire nem elszigetelten, hanem csoportosan jelentkeznek.

A gépjárművek alkatrészei és a korrózió

a) motorok

A korrózió leginkább a hengerek és a hengerperselyek tükörfelületeit veszélyezteti, hiszen ezekre közvetlenül hat az égéstermékek bentmaradó, kondenzálódó része. Az üzemanyag elégetésekor keletkező kén-dioxid (SO_2) a magas hőmérséklet- és nyomásviszonyok következtében a vas hatására kénsav-anhidriddé (SO_3) oxidálódik. Az utóbbi a levegőből lecsapódó nedvességgel kénsavat (H_2SO_4) alkot.

Az olajteknőből eltávolított kondenzált égéstermékek savtartalma 1 gramm égéstermékre számítva 50–100 mg kálium-hidroxiddal (KOH) egyenértékű.

A robbanótérben lecsapódó égéstermékek savtartalma ennél feltétlenül magasabb. A V—2 harckocsimotor hengerperselyeinek korrózióját az is elősegíti, hogy a perselyek anyagát alkotó nitrált acél gyenge saválló tulajdonságú. A hengerfelületet borító olajréteg a korróziót nem akadályozza meg, legfeljebb lassíthatja.

A korrodált hengerfelületet szürkés vagy sárgás apró pontok borítják. Ha ilyen hengerekkel felszerelt motort járatunk, a korrózió okozta gödrök miatt a perselydugattyúpár gyors kopásnak indul. Egy kísérlet során ilyen motorral üzemeltek, és azt tapasztalták, hogy teljesítménye 500 LE-ről 75–90 LE-re esett, óránkénti olajfogyasztása elérte a 13 litert, javításközi normája pedig 86 órára csökkent.

Tartós tároláskor a korrózió nyomai a forgattyús hajtómű más alkatrészein is fellelhetők, ezek azonban a motor üzemére és élettartamára nincsenek hatással. A motor tárolásra való előkészítésekor nagy gondot kell fordítani arra, hogy az égéstermékeket eltávolítsuk a hengerből.

b) a motorok táprendszere

A Diesel-táprendszerben leggyakrabban az adagolótápszivattyú alkatrészein fedezhetünk fel korrózió-nyomokat. Korrodálódnak a görgős dugattyúemelők, az adagoló elempárok, a fogaslécek, a fogasívek, a fordulatszámszabályozó alkatrészei. A fogasléc és a fogasívek fogainak korróziója egyenlőtlen kopást okoz, és ezáltal az üzemanyag-adagolás egyenlőtlenségét eredményezi.

A korróziós bomlások a legkülönfélébb jellegűek lehetnek. Az elempárok dugattyúin például pontkorróziót, a görgős emelőkön lyukkorróziót figyelhetünk meg. Az üzemanyag-tápszivattyúk alkatrészeinek korrózióját a gázolajban levő kénvegyületek idézik elő, ezek aktivitása nedvesség jelenlétében megnő. A gépjárművek tartós tárolásakor a korrózió megtámadhatja az üzemanyagtartályok belső felületét, ha azokon nincs védőborítás.

c) a motorok hűtőrendszere

A gőzlégszelepek rugójának korróziója is gyakori, ez beszabályozási értékváltozást okoz. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a szelep a normál érték alatt nyit, s ezzel a hűtővíz párolgási veszteségét idézi elő. Ilyenformán gyakrabban kell utántölteni, nemkülönben a szelepet beszabályozni. A korrózió megtámadja a hengerek palástjait és a hengerfejet összekötő csöveket. A helyi korrózió miatt az alkatrészek használhatatlanná válnak.

Egyes harckocsitípusok hűtőrendszerében a hűtőkollektor felső felületén és a betöltő torokban figyeltek meg korróziót. Ezeken a helyeken a folyamatot a periódikus páralecsapódás és elpárolgás segíti elő. A hűtőrendszert többnyire akkor fenyegeti korrózió-veszély, amikor egyáltalán nincsen vagy csak hiányosan van hűtőfolyadékkal feltöltve. A korrózióképződést a vízkő lerakódása is sietteti.

d) erőátviteli szerkezetek

A régi konstrukciójú erőátviteli szerkezetekben a fogaskerekeknek és a tengelyeknek különösen azokon a felületein indul korróziós folyamat, amelyek nem mozognak olajban. Korrózió figyelhető meg ezenkívül a tengelykapcsoló rugóin, a csapszegeken, a fékdobokon, a fékszalagokon, a rudazatokon, a kardántengely csúszófelületein és más alkatrészeken is, mivel e konstrukciók alkatrészein nem végeznek védő felületi megmunkálást. Megjegyezzük, hogy az újabb típusú gépjárművek itt felsorolt alkatrészein különleges felületi megmunkálást végeznek; ezáltal növekszik a korrózió elleni védettségük. A fogaskerekek, a tengelyek, a csapok és más alkatrészek felületeinek korrózió-védelme céljából e felületeket foszfátozzák.

e) futómű

A futómű alkatrészein a kerék- és futógörgő csapágyakon, a csapágyperselyeken, a Z-tengelyeken és a fémtömítőgyűrűkön keletkezik korrózió. Ezek az alkatrészek korrodálódnak legjobban a vízzel való érintkezés miatt. A javító üzemek tapasztalata szerint a kiselejtezett futóműalkatrészek 25%-át korrózió tette tönkre.

f) elektromos berendezés

Az elektromos berendezés leginkább veszélyeztetett alkatrészei a vezetékek, a csavarkötések és a csatlakozások. Korrózió léphet fel a vezetékek árnyékolásán, az elektromotorok és a dinamók kollektorjain, az ellenőrző műszereken.

Tárolás – korrózió-védelem

Mielőtt áttérnénk arra kérdésre, miként készítsük elő a gépjárműveket tárolásra, röviden tekintsük át, milyen lehetőségeink és módszereink vannak az alkatrészek védelmére. Lehetőségeink két nagy csoportba oszthatók: egyrészt tervezési-gyártási (aktív), másrészt igénybevételi (passzív) korrózió-védelmi módszerekre.

A *tervezés-gyártás* adta lehetőségek: a fém helyes megválasztása, a fémes és nem fémes védőbevonatok készítése, a fém elektromos védelme, az alkatrészek megmunkálási módjának alkalmas meghatározása stb. Vannak alkatrészek, amelyeken a fém helyes megválasztása döntő lehet, mert nemcsak a mechanikai követelményeket kell kielégíteniük, hanem a korrózióval szemben is ellenállónak kell lenniük.

A gépek szerkesztésekor minden felhasznált fém ellenállóképességét figyelembe veszik. Ez a munkafeltételek vizsgálatára is kiterjed, ilyenkor azt kell eldönteni, hogy a különböző alkatrészek érintkezése folytán nem jön-e létre elektrokémiai pár. Ugyanezt a szempontot az ötvözetek megválasztásakor is megfontolják.

Az alkatrészek korrózió-védelmének egyik módszere a fémes védőborítások felvitele. Leggyakoribb a krómozás, kadmiumozás, nikkelezés, horganyozás és ónozás. Ilyen megoldást jelent az említett V–2 motor dugattyúperselyeinek pórusos krómbevonata is. Az utóbbi időben általánosan elterjedtek a nemfémes védőborítások is. Az üzemanyag-tartályok belső felületeit például műgyantával vonják be.

A korrózió-védelmi módszerekhez sorolhatjuk a felületi megmunkálás tisztaságát is. Minél kisebbek a megmunkáló szerszámok okozta felületi egyenetlenségek, annál kisebb az egyes felületelemek belső feszült-

ségeinek különbsége, következésképpen annál nagyobb a fémfelület korrózióval szembeni ellenállóképessége.

A legelterjedtebb *igénybevételi* korrózió-védelmi módszerek közé tartozik a korróziós közeg aktivitásának csökkentése és a védő-kenőanyagok alkalmazása. A korróziós közeg aktivitását akár lassító (inhibitor) bejuttatásával, akár a legaktívabb korrodáló anyagok kivonásával csökkenthetik. Így pl. a nedvességkorrózió lefolyásában a víz játszik aktív szerepet. A korróziós folyamatot lassítja a nedvesség eltávolítása az alkatrészek felületéről, továbbá a levegő szárítása különleges szárítóanyaggal (szilikagéllel).

Egy másik példa: a motorok tárolási előkészítésekor teljes egészében eltávolítjuk a hengerperselyek (hengerek) belső felületéről az üzemanyag és a kenőolaj elégéséből származó erősen korrodáló égéstermékeket. A legjobb módszer az, ha a hengerfelületekre a régi helyett új, nem szennyezett olajréteget (olajfilmet) viszünk fel. A teljes felújításhoz háromszori átöblítés szükséges.

A lakk- és festékbevonatok eléggé megbízható védelmet nyújtanak. A rétegeket időnként fel kell újítani, mivel meglehetősen gyorsan öregednek, és különösebb külső behatás nélkül, a fémek hőingadozás okozta térfogatváltozása miatt is könnyen megsérülnek. Festés előtt a felületet gondosan elő kell készíteni, a szennyeződéstől, a régi festéktől, a korróziótól meg kell tisztítani, ezután következhet a zsírtalanítás. Jó minőségű védőbevonatot érhetünk el két-három festékréteggel.

Kenőanyag védőbevonatokat készíthetünk különféle motorolajokból vagy gépzsírokból. Ezek előnye, hogy könnyen felvihetők a fémfelületre, emellett korrózióvédő tulajdonságaik is megfelelők. Hátrányuk, hogy felmelegedve a függőleges vagy a ferde felületekről lefolynak, ezért időnként felújításra szorulnak.

A motorolajat olyan felületek védelmére használjuk, amelyekre nehéz felvinni vagy amelyekről körülményes eltávolítani a zsírokat. Ilyenek a hengerek és a hengerperselyek belső felületei. A motorolajakat felhasználás előtt víztelenníteni kell, különben az olaj a korróziót segíti elő. A víztelenítés 110–120 C°-ra való melegítéssel történik és akkor tekinthető befejezettnek, amikor az olaj felületén megszűnik a habképződés.

A gépzsírok közül a szolidol, vagyis kalcium-szappannal sűrített ásványi olaj használható korrózióvédelemre. Kissé felmelegített állapotban könnyen felvihető a felületre, és viszonylag tartós, vízálló réteget alkot. Jó korrózióvedő tulajdonságú a lövegzsír, ezt gyakran motorolajjal vagy orsóolajjal keverve is használjuk. Az AF–70 típusú kenőolaj a fémfelületek rövid időtartamú korrózióvédelmére felel meg. A felsorolt sűrű kenőanyagokon kívül, főként az elektromos csatlakozások megóvására technikai vazelint használhatunk.

Befejezésül néhány szót a *tárolásról*. A gépjárművek tárolásának ismertetett követelményeit csak megfelelő előkészítéssel elégíthetjük ki. Tároláskor a legfontosabb célkitűzés a gépjármű alkatrészeinek korrózió-védelme, ezért az előkészítéssel is elsősorban ezt kívánjuk elérni. Fontos követelményként kell szem előtt tartanunk, hogy a gépjárművek állandóan harckész állapotban legyenek, továbbá a tárolásból való kivételük minimális időt igényeljen. Az üzem-, kenő- és hűtőrendszert állandóan feltöltve kell tartani, a fődarabok és az alkatrészek korrózió-védelmét pedig a rendszeresített kenőanyagokkal kell megoldani.

A gépjárművek tárolási előkészítése tehát a fődarabok részegységeinek karbantartási munkáit, és az alkatrészek korrózió-védelmét jelenti. Az előkészítés a vezetők és a kezelőszemélyzet feladata. A fődarabok és a részegységek technikai állapotának ellenőrzésére, a felfedett rendellenességek megszüntetésére, a beszabályozások és más bonyolult karbantartási és javítási munkák elvégzésére a javító alegységek személyi állományából is kiválaszthatók szakemberek.

Időszakos tároláskor az akkumulátorok télen is a gépjárművekben maradnak, azt az időszakot kivéve, amikor nagy a hideg, vagy amikor töltésre és formálásra viszik őket.

Az időszakos és a tartós tárolási előkészítés alkalmával a gépjárműveken teljes műszaki szemlét kell végrehajtani. Ezenkívül az egyes fődarabokon, részegységeken, eszközökön és a kocsitesten, illetve a felépítményen különleges műveleteket is kell végezni.

Az előkészítési munka sorrendjét úgy határozzuk meg, hogy először azokat a műveleteket végezzék el, amelyekhez a motor beindítása szükséges. Ezért a mosás és a tisztítás után a gépjárművet állítsuk a helyére, és ott hajtsuk végre a műszaki szemlét, továbbá a felépítmény és a kocsitest belső tisztítását. Ezután végezzük el a motor, az elektromos berendezés, a fegyverzet és a híradó eszközök konzerválását. Hacsak lehetséges, az előkészítési munkálatok befejezése után a zártterű felépítményű páncélgépkocsikat és a harckocsikat igyekezzünk légmentesen elzárni.

MOLICH JENŐ
mérnök-alezredes
TIMÁR JÁNOS
mérnök-őrnagy

Légicélok elvesztésének rádiólokációs problémája

A probléma lényege

Egyes rádiólokátorok üzemében gyakran fordul elő, hogy az adott típusú, sugárirányban távolodó légicél észlelése a fordulóban tartósan vagy – kisebb távolságon – időszakosan megszakad. A célt ilyenkor csak a forduló befejezése után, az elvesztésnél kisebb távolságról lehet ismét felderíteni. Ezt a jelenséget több objektív ok idézheti elő. A következőkben elméleti megfontolásokkal kíséreljük meg ezeket az okokat tisztázni.

Már a futólagos elemzés is a jelenség keletkezésének négy fontosabb okát tárja fel. Ezek:

a) csökkent a reflektált jel kiemeléséhez szükséges integrált impulzusok száma;

b) kisebb lett a céltárgy hatásos visszaverő felülete (σ_h);

c) a cél a sugárnyalábok holtterébe került;

d) polarizációs torzítás lépett fel.

Nézzük meg ezeket részletesebben.

Az integrált jelek számának hatása

Egy adott lokátor tényleges hatótávolságát, vagyis a célok indikálhatóságát a szabadtéri hatótávolságot leíró ismert lokátor-egyenlet egyes tényezőin kívül az indikátor típusa, utánvilágítása, a felderítés módszere, a kezelők gyakorlottsága is befolyásolja.

A jelek megfigyelhetősége elsősorban a zajszint függvénye. A lokátor vevőjében keletkezett zaj azonban rendszertelen eloszlású, a célról visszaverődött jelsorozat pedig az indikátor megközelítőleg azonos helyén jelenik meg. Ebből következik, hogy a képernyő utánvilágító hatása, valamint a kezelő szemének és agyának integráló tulajdonsága is érvényre juthat, s ezáltal a jel/zaj viszony növekszik.

A zajtól megkülönböztethető jel nagysága fordítva arányos a célról vett impulzusok számának (N) négyzetgyökével, ha az N elég nagy. Kis N értékeken $1/\sqrt{N}$ helyett $1/N$-nel helyesebb számolni. Ha pl. 80 Hz impulzusismétlődési frekvencián valamilyen S_{min} teljesítmény a vevő bemenetén is elegendő volt a jel felismeréséhez, akkor 400 Hz frekvencián $1/\sqrt{5}$ arányban kisebb jelteljesítmény is elegendő; ez 3,5 dB érzékenységnyereséget jelent.

Ezek után érthető, hogy azok a rádiólokátorok, amelyek antennája állandóan körbeforog, tehát amelyekkel körfelderítést végeznek, nagyobb küszöbjeleket igényelnek, mint a folyamatosan követő lokátorok. Legyen például az ernyő hasznos utánvilágítási ideje 8 sec, az impulzusismétlődési frekvencia 400 Hz, és az antenna a célra irányított. Az integrálódó impulzusok száma ekkor

$$N_i = 8 \text{ sec} \cdot 400/\text{sec} = 3200.$$

Ez akkor is helytálló, ha az antenna forog ugyan, de a forgási sebesség olyan csekély, hogy a sugárnyaláb legalább 8 másodpercig a céltárgyon tartózkodik. Ha a sugárnyaláb nyílásszöge 1°, az említett határeset akkor következik be, ha az antenna 8 másodperc alatt 1°-ot fordul, vagyis percenként 7,5°-ot, más szóval 1/48 fordulatot. Ha az antenna szögsebessége ennél nagyobb, a szükséges legkisebb jelteljesítmény $1/\sqrt{N_i}$ arányban megnő.

A szükséges S_{min} küszöbjel meghatározására az irodalom a

$$S_{min} = \frac{254}{\sqrt{N_i}} \cdot Sv \qquad (1)$$

empirikus képletet adja meg, ahol N_i az integrálódó impulzusok száma, S_v pedig a vevő érzékenysége pW-ban.

Az (1) összefüggésben szereplő N_i értéke az impulzusismétlődési frekvenciától (F_i), a sugárnyaláb szögsebességétől (ω) és nyílásszögétől (Θ) függ, vagyis:

$$N_i = \frac{F_i \Theta}{\omega} \qquad (2)$$

Θ/ω adja ugyanis sec-ban azt az időt, amely alatt a sugárnyaláb a céltárgyat „megvilágítja". Ha ezt megszorozzuk a másodpercenként kisugárzott impulzusok számával, megkapjuk a céltárgyat érő impulzusok számát.

A (2) összefüggés akkor helytálló, ha a céltárgy mozdulatlan, vagy sugárirányban mozog. Ha a céltárgynak érintőleges sebességösszetevője is van, akkor ez előjele szerint hozzáadódik a sugárnyaláb szögsebességéhez, vagy levonódik belőle.

Példaként először vizsgáljuk meg azt az esetet, amikor a cél távolodó vagy közeledő. Legyen a sugárnyaláb nyílásszöge 1°, az impulzusismétlődési frekvencia 400 Hz, az antenna fordulatszáma 3/min. Ekkor a sugárnyaláb másodpercenként 18°-ot fordul el és az integrálódó impulzusok száma 400:18=22.

Vizsgáljuk meg ezek után az integrálódó impulzusok számának változását a fordulóban levő cél esetére. Haladjon a gép 1 M sebességgel a lokátortól 200 km távolságban. A gép útvonalát körpályának vagy körívnek tekintve, másodpercenkénti szögsebessége 10,5°. Az antenna forgási irányával megegyező fordulóval a relatív szögsebesség 18°–10,5°=7,5°/sec, ellentétes fordulóval pedig 18°+10,5°=28,5°/sec. Az előbbi esetben az integrálódó impulzusok száma 53-ra nő, az utóbbiban 14-re csökken.

Az információ-sebesség növelése céljából gyakran az antenna fordulatszámát 6/min értékűre választják. Ezáltal a helyzet tovább romlik. Ekkor ugyanis az antenna másodpercenként 36°-ot fordul el, és az integrálandó impulzusok száma 11-re csökken, a relatív szögsebességek pedig másodpercenként 25,5°-ra, ill. 46,5°-ra növekszenek. Az integrálódó impulzusok szá-

ma az előbbi esetben 16, az utóbbiban 8, vagyis kedvezőtlenebb, mint percenkénti 3 fordulaton.

Az elmondottakból az alábbi következtetésre jutunk: ha a sugárirányban mozgó célt a lokátor egy adott távolságra nem veszítette el, akkor magassági manőver nélkül végrehajtott forduló alkalmával, csökkenő relatív antenna forgási sebességen a cél elvesztése nem indokolt, de növekvő relatív szögsebességen indokolt lehet.

Kétségtelen, hogy az antenna szögsebességének csökkentése, forgási irányának megváltoztatása a probléma megoldásához vezethet. Figyelembe kell azonban venni, hogy ezáltal csökken a lokátor információ-sebessége; ez pedig felderítő és főleg vadászirányító lokátoroknál nem mindig engedhető meg.

Az antenna szükséges forgási sebessége a célok számának is függvénye, ezért mindig az adott helyzetnek megfelelően kell megválasztani. Ha az antenna forgási sebességét csak a kritikus cél szektorában csökkentjük, akkor az információ-sebesség nem változik meg lényegesen.

A céltárgy hatásos visszaverő felületének (σ_h) hatása

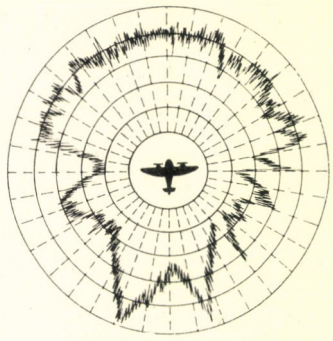
A lokátor akkor is elveszítheti a célt, ha ennek hatásos visszaverő felülete csökken. Az ilyen eset valószínűsége rendkívül nagy, különösen amikor a korszerű, deltaszárnyú gépek követéséről van szó. Érdemes ezzel a kérdéssel kissé részletesebben foglalkozni.

Tudvalevő, hogy a cél hatásos visszaverő felületén (σ_h) olyan feltételezett területet értünk, amely merőleges a lokátor sugárnyalábjára. Erről az energia minden irányban egyformán verődik vissza. Nagysága elsősorban a céltárgy méretétől, formájától, anyagától, a besugárzás irányához viszonyított térbeni elhelyezkedésétől, valamint a hullámhossztól függ.

Gyakorlati tapasztalatok szerint egy adott, a követelményeket kielégítő módon telepített és beszabályozott lokátor hatótávolságán belül, a különféle hatásos visszaverő felületű légicélok az indikátoron különféle erősségű jeleket eredményeznek. Egy hadászati bombázóról pl. sokkal nagyobb jelet kapunk, mint egy vadászbombázóról. Mindez érthető, ha megfontoljuk, hogy a vadászbombázó hatásos visszaverő felületének középértéke 5–10 m², a hadászati bombázóé viszont 25–50 m². Éppen ezért a lokátor maximális hatótávolsága változó érték, amely nagy mértékben függ a céltárgy típusától és a lokátorhoz viszonyított helyzetétől a légtérben. Ez a megállapítás már önmagában is igazolja azt a jelenséget, hogy a távolabbi célokról visszaverődött jelek néha eltűnnek, majd újra felbukkannak.

Tapasztaljuk azonban még azonos géptípusoknál is, hogy a reflektált jelek intenzitása a repülőgépet ért besugárzás irányától, és a gépnek a légtérben elfoglalt helyzetétől függően megváltozik. Állandó hullámhosszon ez a jelenség ugyancsak a hatásos visszaverő felület változásával magyarázható. Ez a változás igen jelentékeny: tízes, sőt százas nagyságrendű is lehet.

Az 1. ábrán egy körkörösen besugárzott repülőgép hatásos visszaverő felületének diagramját láthatjuk.



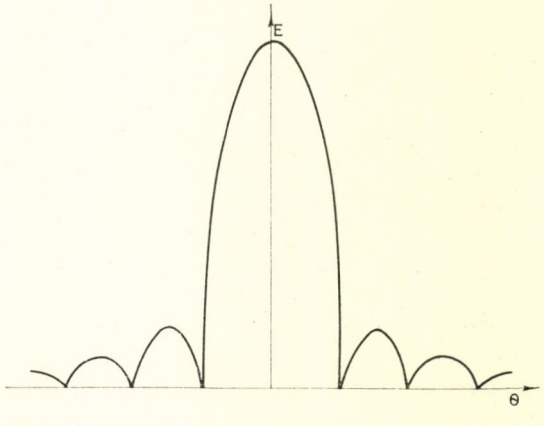
1. ábra

Az ábrán szembeötlik, hogy a legnagyobb reflektált jelet (vagyis a legnagyobb σ_h értéket) szemben és hátulról kaphatjuk, oldalról viszont a gépnek sokkal kisebb a hatásos visszaverő felülete.

A fentiek alapján feltehetjük tehát, hogy a fordulót végző gép hatásos visszaverő felülete is csökken, mégpedig a hatótávolság környékén olyan mértékben, hogy a gépről visszaverődött jelet a lokátor vevője a zajszintből már nem képes kiválasztani. Érdemes megvizsgálni, hogy mi indokolja ilyenkor ezt a csökkenést. Itt a geometriai optika törvényeit kell felhasználnunk.

Kiindulásképpen azt nézzük meg, hogyan viselkedik visszaverő felületként néhány egyszerűbb geometriai idom, és mi határozza meg a hatásos visszaverő felület nagyságát.

Ismeretes, hogy az ideálisan *sík*, *tükröző lap* felülete a primer sugárzó (lokátorállomás) felé csak a rá merőlegesen beeső hullámokat veri vissza, mégpedig nagyon éles irányítottsággal. A szekunder sugárzás diagramját a 2. ábra szemlélteti. A visszaverődő energia jelentékeny része a főhurokban koncentrálódik, amely annál keskenyebb, minél nagyobb a tükröző lap mérete, és minél rövidebb a lokátor λ hullámhossza.



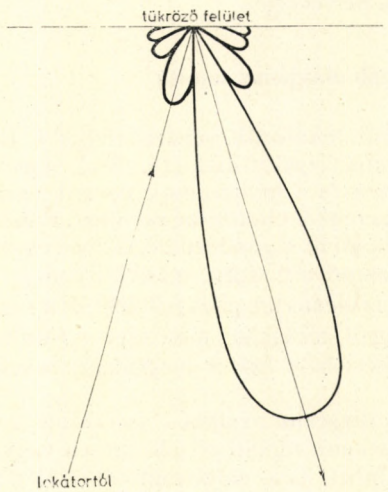
2. ábra

Ha a sugárzás nem merőleges a visszaverő felületre, hanem ettől valamilyen φ szögértékkel eltér, a főhurokban visszaverődő energia már vagy egyáltalán nem, vagy csupán kis mértékben juthat vissza a lokátor vevőjébe (3. ábra). Ott legfeljebb csak a mellékhurkok lényegesen gyengébb visszaverődött energiájával számolhatunk.

Az S területű sík lap hatásos visszaverő felületét, ha a besugárzása merőleges, a

$$\sigma_h = \frac{4\pi \cdot S^2}{\lambda^2} \qquad (3)$$

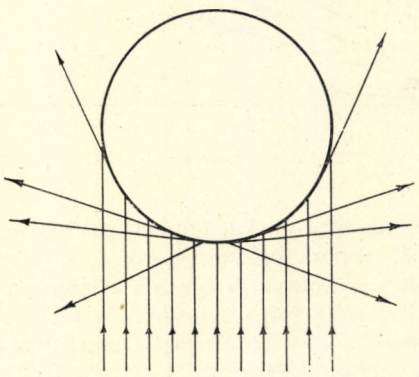
összefüggésből tudjuk kiszámítani.



3. ábra

Gömb vagy *félgömb* alakú felületről is nagy az energia szóródása (4. ábra) és mindössze egy jelentéktelen rész érkezik a lokátor vevőjébe vissza. Ha gömb R sugara sokkal nagyobb az állomás hullámhosszánál, akkor a hatásos visszaverő felület:

$$\sigma_h = R^2 \cdot \pi \qquad (4)$$



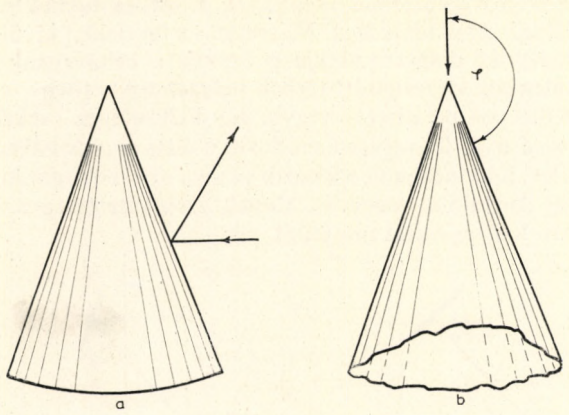
4. ábra

Ugyancsak csekély a *kúpalakú* test felületéről visszaverődő energia nagysága, ha a beeső hullám nem merőleges a felületre (5. ábra *a*). A visszaverődés szempontjából ilyenkor is az az eset a legkedvezőtlenebb, amikor a beeső hullám a kúp csúcsát éri, vagyis iránya a kúp tengelyével egyező (5. ábra *b*).

A hatásos visszaverő felületet ilyenkor a

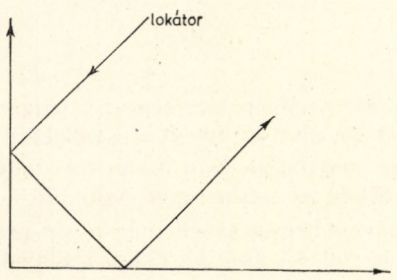
$$\sigma_h = \frac{\lambda^2}{16 \cdot \pi} \operatorname{tg} \varphi \qquad (5)$$

összefüggésből határozhatjuk meg.



5. ábra

Két, egymásra merőleges sík lap jó visszaverő tulajdonságú, és erős reflektált jelet ad, függetlenül a két síklap valamelyikéhez viszonyított sugár irányától Mint a 6. ábrán látható, a geometriai optika ismert törvénye szerint a beeső hullám mindig a beeséssel ellentétes irányba reflektálódik, ha a beesési síkja mindkét, egymásra merőleges lappal 90°-os szöget alkot.



6. ábra

A *hengeres test* – visszaverő tulajdonságát tekintve – a gömb és a sík lap kombinációjaként vizsgálható. Ha a sugárzás iránya a henger tengelyére merőleges, a reflektált energia vízszintes (körkeresztmetszetű) síkban minden irányban egyenletesen szóródik. Ha a henger R sugara és l hosszúsága egyaránt sokkal nagyobb a λ hullámhossznál, akkor

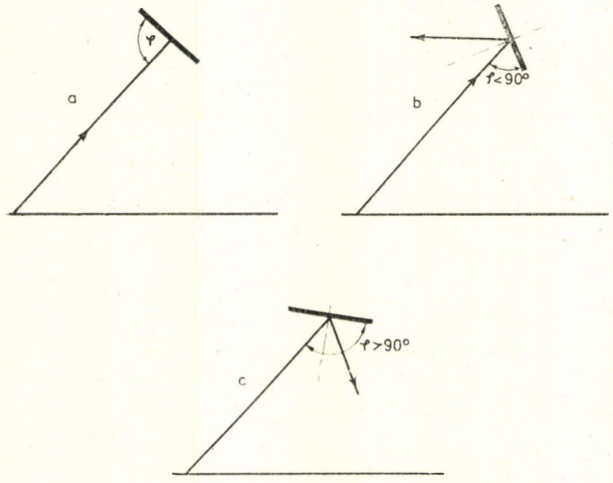
$$\sigma_h = 2\pi \cdot \frac{R \cdot l^2}{\lambda}. \qquad (6)$$

Az elmondottakat jól szemlélteti, ha a (3), (4), (5) és (6) összefüggések felhasználásával kiszámítjuk és egybevetjük az $S = 1$ m² területű fémtestek σ_h hatásos visszaverő felületét $\lambda = 10$ cm hullámhosszon, ha a besugárzás rájuk merőlegesen történik. A σ_h értékei: sík lapra 1250 m², gömbre 1 m², kúpos testre 0,3 m², hengeres testre 32 m².

A geometriai optika ismert törvényeit a rádiólokációs felderítés szemszögéből vizsgálva, az alábbi következtetésekre juthatunk: a valóságos légicélok felülete bonyolult; nagy számú, különböző elemi visszaverő felületből áll. Ezért egyrészt az ideális visszaverő felületről kapott sugárnyaláb karakterisztika helyett nagyobb mellékhurkokat mutató sugárnyalábbal számolhatunk, a főhurok energiája pedig erősen csökken.

Ennek következtében megnőhet a mellékhurkokban reflektált jelek nagysága. Másrészt – a fentieken kívül – a sugárzási diagram alakja és iránya a céltárgynak a lokátorhoz viszonyított térbeli helyzetétől is függ.

Könnyen belátható, hogy a gép helyzetének csekély változásával lényegesen módosul a hatásos visszaverő felület. Különösen vonatkozik ez arra az esetre, amikor a cél fordulóba megy át. Ennek szemléltetésére a 7. ábrán három esetet tüntetünk fel:



7. ábra

a) a cél szárnyfelülete merőleges a sugárzás irányára, tehát $\varphi = 90°$ (7. ábra *a*); ilyenkor a reflektált energia a főhurokban maximális, és a lokátorra irányul. A cél elvesztése ebben az esetben nem indokolt;

b) a sugárzás hegyes szögben éri a gép szárnyfelületét, vagyis $\varphi < 90°$ (7. ábra *b*); ekkor a főnyaláb felfelé, a lokátor fölé irányul;

c) a sugárzás tompa szögben éri a gép szárnyfelületét, más szóval $\varphi > 90°$ (7. ábra *c*); ekkor a főnyaláb lefelé, a lokátor elé irányul.

Az utóbbi két esetben a reflektált energia csak a mellékhurokból adódik, és lehet olyan csekély is, hogy a cél elektromos jele az indikátorok zajszintje alatt marad. Ez gyakorlatilag a cél elvesztését jelenti.

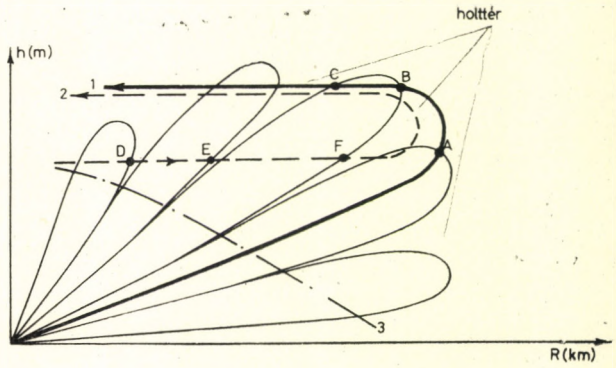
A hatásos visszaverő felület változása nemcsak a gép rávezetési és bedőlési szögétől, hanem típusától és a forduló irányától is függ. Mint az ismert lokátoregyenletből kitűnik, a lokátor hatótávolságának nagyságában is fontos szerepet játszik a felület nagysága. Rá kell mutatnunk arra, hogy bár a hatásos felületet befolyásoló tényezőket nagyrészt jól ismerjük, mégis a σ_h kiszámítása a gyakorlatban szinte lehetetlen. Nagyságát csakis kísérleti úton, mérések alapján tudjuk meghatározni. Az így kapott adatok igen lényeges információt szolgáltatnak az egyes repülőgéptípusok követhetőségének távolságára. Az efféle jellemzők megállapítása mindenképpen indokolt.

A lokátor hatótávolsága célszerűen növelhető a vevő érzékenységének fokozásával, vagyis az S_{min} küszöbjel csökkentése által is. Ilyenformán a hatásos visszaverő felület csökkenése nem jelenti feltétlenül a cél elvesztését. A küszöbjel csökkentésének eredményes módszere a paraméteres erősítők felhasználása; ez azonban a vevő konstrukciós átalakítását kívánja meg, s költségessége miatt nem mindig jöhet számításba. Egyszerűbb, bár kevésbé hatásos módszer többcsatornás berendezéseken az adott cél követéséhez felesleges csatornák kikapcsolása. Ezáltal javul a jel/zaj viszony, következésképpen a vevő érzékenysége is. Említésre méltó, hogy a megnövelt érzékenységű vevőkkel folytatott kísérletek tanúsága szerint a cél a fordulóban sem tűnt el, a lokátor végig követni tudta. Ez a tény is igazolja feltételezésünk helyességét.

A sugárnyaláb alakjának hatása

A felderítő lokátorok sugárnyalábja a függőleges síkban általában legyező alakú (8. ábra), vagyis a térben a maximumok és a minimumok követik egymást, így tehát a cél esetenként holttérbe kerülhet. Ennek két oka is lehet: egyfelől ha a gép forduló közben egyszersmind magassági manővert végez, másfelől pedig – ha nem teljesíthető az ideális telepítés feltétele, és a sugárnyaláb emiatt a függőleges síkban elmozdul. Az utóbbi tényezőt a telepítési hely helyes megválasztásával ki lehet küszöbölni.

A fedési diagram nyalábos szerkezete folytán az adott magasságon repülő cél időlegesen vagy tartósan akkor is eltűnhet, ha az előbb említett okok nem állnak fenn. A cél elvesztésének távolsága a sugárnyaláb jellegének és a cél repülési magasságának függvénye.



8. ábra

Vizsgáljunk meg pl. két feltételezett útvonalat, melyeket a 8. ábrába belerajzoltunk. Az 1. útvonalon repülő célt a rádiólokátor egészen a magassági manőver végrehajtásáig folyamatosan követni tudja, az *A* pont elérésekor azonban elveszíti, mert a gép kirepül a sugárnyalábból. A *B* ponttól kezdve a *C* pontig ismét látható lenne, az idő rövidsége, a reflektálandó impulzusok csekély száma miatt azonban a felderítés valószínűsége csekély. A *C* pontban a gép jele ismét eltűnik a sugárnyaláb holttere miatt. A tartós felderítés tehát csak lényegesen kisebb távolságon lehetséges. A 2. útvonal valamelyest kedvezőbb, mert a lokátor a célt csak a *D*, *E*, *F* stb. pontokban, vagyis a sugárnyaláb holttereiben veszíti el időlegesen. Legkedvezőbb azonban az az eset, amikor a repülés a 3. görbén belül, az összefüggő sugárnyalábban történik. A repülések megtervezése e távolságig célszerű.

A holttérbe került célok esetenként akkor is követhetők, ha az antennával a függőleges síkban manővert hajtunk végre.

A polarizációs torzítás hatása

A polarizáció változása a jelamplitúdó fluktuációját eredményezheti, de a cél elvesztésében számottevőbb szerepe nem lehet. Hatása egyébként is nehezen választható el a hatásos felület változása okozta fluktuációtól; adott esetben növelheti vagy csökkentheti a fluktuáció intenzitását.

Az elmondottak alapján megállapíthatjuk, hogy a fordulóban levő célok elvesztése esetenként az integrálódó impulzusok számának, a hatásos visszaverő felület nagyságának csökkenése, úgyszintén a repülési útvonal helytelen megválasztása miatt indokoltan is felléphet, éspedig akár az egyes tényezők önálló hatása, akár együttes hatásuk folytán.

A kifogástalanul telepített és működő rádiólokátorral a hatótávolságon belül repülő célok elvesztésének távolságát a vevő érzékenységének növelésével, az antenna forgási sebességének csökkentésével, az antenna függőleges manőverével és a repülés útvonalának helyes megválasztásával növelhetjük. Helytelen repülési útvonal esetén e jelenséget nem kerülhetjük el. Helyesnek tekinthető az az útvonal, amely a 8. ábra 3. görbéjét, vagyis az összefüggő sugárnyalábot nem haladja meg. Ha az útvonal meghosszabbítása szükséges, akkor a hatótávolságot növelő módszerek valamelyikének alkalmazása elkerülhetetlen, és számításba kell vennünk az információ-sebesség csökkenését.

DR. AUJESZKY LÁSZLÓ
a fizikai tudományok
kandidátusa

Földünk légköre

Naprendszerünk bolygóinak felépítése olyan, hogy a szilárd belső anyagtömeget egy gázokból álló külső burok veszi körül; ezt mondjuk a bolygó légkörének. A belső anyagtömeg szemmel jól látható; a légkör ellenben láthatatlan gázokból áll, amelyek összességét levegőnek nevezzük.

A légkör láthatatlansága és gázállapotú volta sokáig akadályozta Földünk e fontos anyagtömegének közelebbi megismerését. Évezredeken át uralkodott az a vélemény, hogy a légkör csak mellékes része, mintegy függeléke a Föld bolygónak.

Manapság azonban a légkör a világforgalom legfontosabb országútjává lett. Békés életünk és a hadműveletek szempontjából egyaránt páratlanul nagy jelentőségű a szerepe. Ezenkívül a légkör a hordozója az időjárás összes jelenségeinek, amelyeknek óriási befolyásuk van a közlekedésre, az építkezésekre, a földművelésre és mindennapi életünk minden apró mozzanatára. Éppen ezért a mai kor emberét fokozottan érdekli Földünk gázburka. A tudomány gyors ütemben számolja fel azt az elmaradást, amely a múltban a légkör megismerése terén mutatkozott.

Ez az elmaradás főképpen onnan eredt, hogy hiányoztak a légkör átvizsgálásához szükséges műszaki eszközök. A századforduló táján találták csak fel a repülőgépet és a rádiót. A II. világháború időszakában alakították ki a korszerű rakétát és a rádiólokátorok is ez idő tájt jelentek meg. Végeredményben tehát az a négy műszaki vívmány, amelynek segítségével a légkör belsejét tanulmányozni lehet, csak néhány évtized óta van birtokunkban. Nem meglepő tehát, hogy a meteorológiában, vagyis a légkörrel foglalkozó tudományban az egyik nagy felfedezés a másikat követi. A légkör méreteire, összetételére és belső folyamataira vonatkozó tudásanyagunk az utóbbi két évtized folyamán lényegesen kibővült és átalakult.

Az alábbiakban röviden vázolni fogjuk a légkör felépítésére, pontosabban fizikai szerkezetére vonatkozó mai ismereteinket.

Légkörünk szerkezete

Évszázadunk hajnalán még az a vélemény uralkodott, hogy az egész légkör egységes gáztömegnek tekinthető, amelyen belül nem lehet különálló részeket elhatárolni: a légkörnek nincsen „szerkezete". Ma viszont tudjuk, hogy a légkör egymás felett elhelyezkedő tartományokból tevődik össze, amelyek igen sok tekintetben különböznek egymástól. Régebben az emberiség a légkörnek csak a legalsó tartományát, az ún. troposzférát tudta megközelíteni, és sejtelme sem volt azokról a merőben eltérő állapotokról, amelyek a troposzféra feletti tartományokban uralkodnak.

Légkörünk egymás felett fekvő és egymástól eltérő állapotban levő tartományainak elhelyezkedését, más szavakkal a légkör szerkezetét, az összes tankönyvekben olyan sorrendben szokás leírni, hogy a legalsó tartományból, a troposzférából indulnak ki és fokozatosan felfelé haladnak. Ezt a sorrendet az indokolja, hogy követi azt az utat, amelyen a tudomány fejlődése haladt: az ősidők óta ismert troposzféra után felfedezték a századforduló körül a felette következő tartományt, a sztratoszférát, és ezt követték újabb és még érdekesebb felfedezések a légkör még felsőbb részeiben.

A légkörnek ez az alulról felfelé haladó bemutatása azonban ma, az űrkutatás korában már nem az egyetlen lehetséges út, és talán nem is a legindokoltabb. Ennél sokkal érdekesebb lehet, ha a légkör szerkezetét felülről lefelé haladó sorrendben mutatjuk be. Tehát nem azt a sorrendet követjük, ahogyan a földi ember a légkört történelmileg megismerte, hanem olyan szemmel néz-

zük, amilyennek a légkört a kívülről érkező utas látná, például az az űrhajós, aki valamikor a Holdon vagy a Naprendszer egyik bolygóján tett látogatásból tér majd vissza a Földre. Kezdődik tehát ez a szemlénk a légkör külső határán, és onnan hatolunk majd lefelé, a légkör középső és alsó tartományai felé.

1. kép: A troposzféra legmagasabban úszó felhője, a cirrus

Légkörünk külső határa

Hol végződik Földünk légköre? Van-e egyáltalán a légkörnek felső határa, vagy pedig észrevétlenül megy át a légkör a bolygóközi teret kitöltő gáztömegbe?

Ezek a kérdések sokáig heves viták középpontjában állottak, de ma már nagyjából egységes választ tudunk adni rájuk. A légkörnek igenis van felső határa, vagyis a légkör nem folyik össze a bolygóközi gázokkal. Elhatárolásukat az a körülmény teszi lehetővé, hogy a légkör együtt mozog a Föld többi anyagaival, vagyis velük együtt forog a földtengely körül és velük együtt kering a Nap körül. A bolygóközi gáz ellenben nem vesz részt ezekben a mozgásokban.

Légkörünknek tehát van felső határa; de kiderült, hogy ez a határ nem gömbalakú, amint igen sokáig gondolták, hanem sokkal bonyolultabb formája van: az egyenlítő felett igen nagy magasságba nyúlik, a sarkok felett pedig erősen be van horpadva.

Meg kell itt jegyeznünk, hogy az „egyenlítő" és a „sarkok" kifejezéseken Földünk mágneses egyenlítőjét és mágneses pólusait kell érteni. Már régen felismerték, hogy a mágneses egyenlítő nem esik össze pontosan a földrajzival, és a mágneses pólusok sem azonosak a Föld forgástengelyének végpontjaival.

Légkörünk felső része villamos töltésű részecskékből áll, éspedig nagyjában egyforma számban fordulnak benne elő pozitív és negatív töltésű részecskék. Az ilyen gázt mai szóhasználattal plazmának nevezik. A légkör felső része tehát plazmaállapotban van.

Légkörünk legkülső része: a Van Allen-féle öv

A légkör legkülső burkát az úgynevezett Van Allen-féle sugárzási öv, más néven magnetoszféra alkotja. A kívülről érkező űrhajó itt kerül legelőször földi anyaggal érintkezésbe. A Van Allen-öv felső része kizárólag elektronokból áll, ez tehát még nem plazma, mert csak negatív részecskéket tartalmaz, pozitív részecskék még nincsenek benne jelen. A Van Allen-öv alsó részében az elektronokon kívül már protonok (hidrogén-atommagok) is nagy számban vannak jelen, itt tehát már a légköri plazmába jutottunk.

A Van Allen-övet alkotó részecskékre jellemző, hogy nagy sebességgel cikázó mozgást végeznek Földünk északi és déli félgömbje között. Ez a cikázó mozgás a földmágnesség erővonalainak irányát követi, éspedig olymódon, hogy a részecskék spirális pályákon haladnak, ezeknek tengelyét pedig az erővonalak alkotják.

Milyen magasságban van a Van Allen-öv felső határa, amely egyúttal a földi légkör felső határát is alkotja? Ez a magasság a mágneses egyenlítő felett 6–8 közepes földsugár (az egyenlítői földsugár hossza 6378 km), a mágneses sarkok felett viszont a földsugárnak csak egy töredéke. Egyébként a légkör felső határa nem egészen állandó helyzetű, hanem a 11 éves naptevékenységi ciklus során változik: a közölt kisebbik adat a naptevékenység minimumának idejére érvényes (az ún. „csendes Nap" időszakára), a nagyobbik érték pedig a naptevékenység maximumának idejére. Azzal az érdekes jelenséggel állunk tehát szemben, hogy erős naptevékenység idején a Föld légköre felduzzad, a naptevékenység gyenge időszakaiban pedig összezsugorodik.

Termoszféra

Amint az űrhajó tovább folytatja útját a légkör alsóbb és aránylag sűrűbb rétegei felé, lényeges változások tapasztalhatók a légkör állapotában. A légkör itt már nem hidrogénből áll, hanem túlnyomórészt héliumból. Nagyjából 1600 kilométer földfeletti magasságba érve, a hélium helyét az oxigén veszi át. Ez azonban nem az a fajtája az oxigénnek, amelyet idelent a Földön ismerünk, hanem az oxigén atomos változata. A földközeli levegőrétegekben levő oxigén tudvalevően molekulákból áll, amelyeket két-két oxigénatom alkot (jele O_2) és e molekulák villamos szempontból közömbösek. Ezzel szemben a felső légkörben az oxigénatomok egymagukban fordulnak elő, és gyakran szabad villamos töltést hordoznak.

A légkörnek ebben az atomos oxigénből álló övezetében magas, az ezer fokos nagyságrendet elérő hőmérsékletek fordulnak elő. Ezért viseli a légkörnek ez a tartománya a termoszféra elnevezést.

Mezoszféra

Amikor az űrhajó lejut száz kilométer körüli földfeletti magasságba, akkor a levegő igen hirtelen lehűlése tapasztalható. A hőmérséklet 100 fok alá száll, majd 90 kilométer körüli magasságban fagypont alatti értékek fordulnak elő, és 80 km körül belekerülünk légkörünk leghidegebb rétegébe, amelyben a hőmérséklet gyakran a mínusz 100 fokot sem éri el. Eljutottunk a légkörnek abba a részébe, amelyet mezoszférának (középső légkörnek) nevezünk. Itt a levegő összetételében is változást tapasztalunk. A levegő uralkodó anyagai itt a nitrogén és az oxigén, s most már mind a kettő

nem atomos állapotban, hanem kétatomos molekulák (N_2, ill. O_2) alakjában jelentkezik. Az alacsony hőmérsékletek lehetővé teszik, hogy a mezoszféra felső határán időnként olyan jelenség léphessen fel, amely a légkör felső meleg részeiben teljesen lehetetlen volt: 80 km körüli szintben megjelennek az első vékony felhőrétegek, amelyek nagy földfeletti magasságuk miatt még az éjszaka nagyrészében is napfényben fürdenek. Ez az ún. világító éji felhők jelensége a ritka természeti tünemények közé tartozik. Leggyakrabban a tőlünk északra fekvő országokban látható; Magyarországon eddig még sohasem figyeltek meg világító éji felhőt.

Lejjebb bocsátkozva a mezoszférába, ismét olyan rétegekbe kerülünk, ahol sohasem keletkezik felhő. Ellenben megjelenik a mezoszféra alsó részében egy új anyag, amely a légkörből eddig hiányzott: ez az anyag az ózon, vagyis az oxigénnek az a változata, amelynek molekulái (a közönséges kétatomos oxigénmolekulával ellentétben) három oxigénatomból (O_3) állnak. Az ózon mérgező hatású gáz lévén, a nagy magasságban szálló repülőgépek utaskabinjába csak ózonszűrő berendezésen át szabad a levegőt bebocsátani.

Sztratoszféra

Ha a leszálló űrhajó 55 km-es földfeletti magasságig jut el, akkor a légkörnek megint egy újabb tartományába hatol be, a sztratoszférába. Ez már olyan része a légkörnek, amelyet az ember évtizedek óta meglátogat, és amelyet már meglehetősen részletesen ismerünk. Az első sztratoszféra-repülést Neuenhofen végezte el 1927-ben. Az idő tájt a sztratoszférát a légkör „felső részének" tartották, az elmondottakból azonban kitűnik, hogy a légkörnek több más tartománya következik még a sztratoszféra felett.

A sztratoszféra a légkör rendkívül hideg tartománya. Felső határán mínusz 30 és mínusz 40 fok körüli hőmérséklet uralkodik, miközben azonban a sztratoszférában lefelé bocsátkozunk, a hideg egyre fokozódva a sztratoszféra alsó részeiben általában mínusz 50 vagy mínusz 60 fokra növekszik, sőt kivételes időjárási körülmények közt elérheti a mínusz 80 fokot is.

A Földről származó szennyezések (füst, por) általában nem jutnak el a sztratoszférába. Csak két olyan folyamat játszódik le a Földön, amely a sztratoszférát erősen beszennyezheti: a vulkánkitörés és az atomrobbantás.

A sztratoszférában ma már gyakran járnak repülőgépek, sőt az újabb utasszállító gépek is a sztratoszféra alsó rétegeiben közlekednek, mert itt felhőmentes és tiszta levegő vár rájuk. Ezenkívül minden nap több ezer kutató léggömböt bocsátanak fel a földkerekség minden részén a sztratoszférába (ún. rádiószondák), ezeknek az adatai az időjárási előrejelzések készítésének alapjául szolgálnak.

A sztratoszféra alsó határa Magyarországon átlagosan 11 km magasságban fekszik, de az időjárás alakulása szerint felfelé és lefelé eltolódásokat szenved: szép időben 14–15 km magasságig felemelkedhetik, csúnya időben 6–8 km-re is leszállhat.

Troposzféra

A sztratoszféra alatti tartományt troposzférának hívjuk. Jellemző tulajdonságai az erős szennyezettség, a gyakori felhőképződés, továbbá a nagymértékű hó- és esőképződés; azonban a hóképződés csak a troposzféra alsó felében, az esőképződés pedig a mi éghajlatunk alatt csak a troposzféra alsó negyedrészében fordul elő. Figyelemre méltó, hogy a Földről származó por- és füsttömegek még a troposzféra felső részeibe, 8–10 kilométer magasságba is gyakran feljutnak, a sztratoszférába ellenben, mint említettük, már nem képesek behatolni. Ezt a jelenséget az magyarázza, hogy a troposzférában gyakran lépnek fel erőteljes emelkedő légmozgások, a nagy zivatarok oszlopalakú felhői pl. sokszor a tropopauzáig, vagyis a troposzféra felső határáig is feljutnak. Jóllehet a zivatarok a maguk heves esőivel az alsó levegőrétegek levegőjét nagymértékben megtisztítják, a troposzféra felső részei szempontjából azonban éppen az a szerepük, hogy a földi szennyezéseket oda nagy tömegben juttatják fel és ott szennyeződést okoznak.

Az emberiség a legutóbbi időkig egész életét a troposzférában töltötte el. A Föld legmagasabb hegységei normális időjárási állapot idején mind a troposzférán belül foglalnak helyet. A levegőben élő állatok és baktériumok legnagyobb része a troposzféra alsó harmadában található, a baktériumok egy része azonban a felszálló légoszlopokban a porszemekhez tapadva feljuthat a tropopauza szintjéig.

Légkörünk egymás felett elhelyezkedő tartományai persze nem függetlenek egymástól. Fizikai állapotuk nagyon eltérő ugyan, de az egyik tartományban fellépő jelenségek (az úgynevezett „időjárás") sokszor erősen kihatnak a többi tartomány jelenségeire is. Éppen ezért jogos az a hasonlat, ha a légkört nem csak „szerkezetnek", hanem „szervezetnek" is tekintjük.

2. kép: Feltornyosuló gomolyfelhők a troposzféra alsó részén

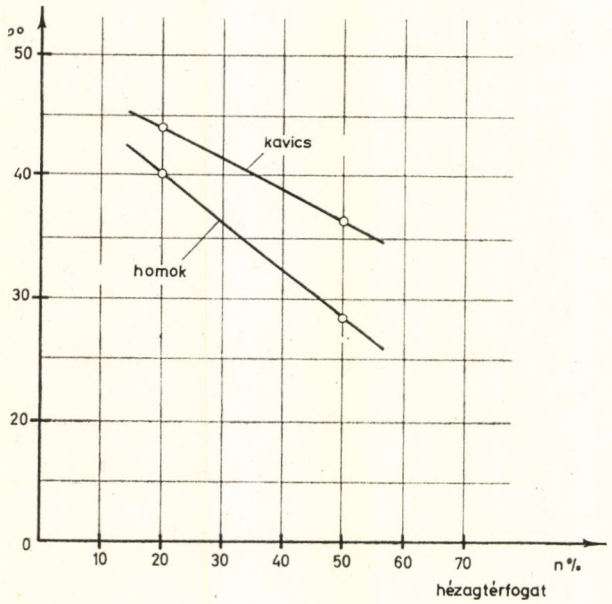
POÓR ISTVÁN
mérnök-őrnagy

A terepjáróképesség, a kerékméret és a kerékterhelés összefüggései

A helyváltoztatás feltételei terepen egyrészt a talaj, másrészt a jármű tulajdonságaitól függnek. Kézenfekvő, hogy laza, süppedékes talajon nagysúlyú és vékonykerekű járművel nem lehet közlekedni, az elsüllyedés, valamint a beásódás veszélye miatt. Másrészről az a tény is eléggé ismert, hogy épített úton a lecsökkentett légnyomású abroncs további teljesítményt igényel, egyszersmind az abroncs élettartama is jelentékeny mértékben csökken.

A mozgáshoz mindenekelőtt megfelelő teljesítményű hajtóműre – motorra – van szükség. A hajtómű szolgáltatta teljesítmény célszerű felhasználásáról az erőátviteli szerveknek és a futóműnek kell gondoskodniuk. A talajjal kapcsolatban levő futómű hozza létre a vonóerőt, s ugyanakkor mintegy átterheli a jármű súlyát a talajra. A vonóerő a menetellenállások legyőzéséhez szükséges; létrejöttének előfeltétele viszont a megfelelő tapadó képességű és nyírószilárdságú talaj. A katonai terepjáró járművek rendeltetésük szerint a természetben előforduló bármilyen terepen felhasználhatók, s a rendkívül változatos talajviszonyok miatt a szükséges univerzális futómű kialakítása az egymásnak ellentmondó feltételek következtében nem egyszerű.

A továbbiakban a légtömlős abroncsokkal szerelt járművek helyváltoztatási feltételeit vizsgáljuk meg, s a gördülési ellenállást, úgyszintén a talaj terhelhetőségét befolyásoló tényezők figyelembevételével – két jellemző talajfajta esetére – megkíséreljük a megfelelő kerékméret és tengelyterhelés megválasztásának, illetve meghatározásának néhány feltételét tisztázni.



1. ábra. A kavics és a homok súrlódási szögértékének változása a hézagtérfogat függvényében

A talajok jellemzése

A talajfajták osztályozása alkotóik és fizikai-kémiai tulajdonságaik alapján történik. Ezek szerint igen sokféle talajfajta különböztethető meg, vizsgálódásunkat azonban elegendő két, jellemző talajféleségre korlátoznunk.

A később tárgyalt méréseket laza, könnyen porlódó és tömör, részben összenyomható, deformálódó talajon végezték. Az I. jelzésű talaj lényegében széleróziób ól származó homok, amely a talajmechanikai osztályozást figyelembe véve összenyomhatatlan, kohézió nélküli, különféle szemcse nagyságú anyag. Nyírószilárdsága (τ) a szemcsék közötti súrlódástól függ, amelyet az n hézagtérfogat függvényében változó φ súrlódási szöggel jellemezhetünk. A súrlódási szög változását az 1. ábra szemlélteti.

A talajok nyírószilárdságát Coulomb általános törvénye alapján számíthatjuk ki. Eszerint

$$\tau=\sigma\operatorname{tg}\varphi+C, \tag{1}$$

ahol σ a talaj felületi terhelése (kp/cm^2), C állandó érték. Az utóbbi tagot a kohézió nélküli homoktalaj esetében el lehet hanyagolni, ekkor

$$\tau=\sigma\operatorname{tg}\varphi. \tag{1a}$$

A II. jelzésű tömör, részben összenyomható, deformálódó talajok szilárd anyag, víz és levegő keverékéből állnak. Talajmechanikailag ebbe a csoportba is több talajféleséget sorolhatunk. Összetevőjük lehet szerves vagy szervetlen anyag, ennek megfelelően beszélhetünk löszről, tőzeges és agyagos talajról. Az ilyen talajok nyírószilárdsága anyaguk kohéziójától függ, mert a szemcsék közötti súrlódás igen kicsi, vagy éppen zérus.

A gördülési ellenállás

A gördülés merev kerékkel és rugalmatlan, deformálódó talajon a 2. ábrán vázolt körülmények között játszódik le. Az R talajreakció állandó sebességen a kerék középpontjába mutat. V függőleges és H vízszintes összetevői az egyensúlyi feltételek szerint:

$$V=-G \tag{2}$$

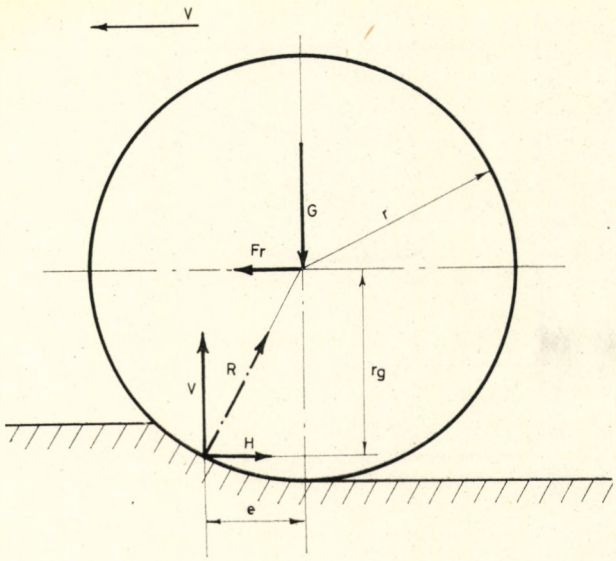
$$H=-F_r \tag{3}$$

ahol G a kerékterhelés, F_r a gördülési ellenállás. Hr továbbá f a gördülési ellenállás tényezője, vagyis az egységnyi keréksúlyra eső, fajlagos gördülési ellenállás, e a gördülési ellenállás karja, r_g a gördülési sugár, akkor felírható a nyomatéki egyenlet:

$$Ge=F_r r_g=0 \tag{4}$$

továbbá a definíció alapján

$$f=\frac{F_r}{G} \tag{5}$$



2. ábra. Merev kerék gördülése, rugalmatlan, deformálódó talajon

A (4) és (5) egyenletekből tehát

$$e = r_g f \tag{6}$$

Ha a kerék átmérőjét növeljük, az r_g gördülési sugár r'_g-re növekszik és azonos körülmények között a gördülési ellenállás F'_g értékre csökken, vagyis

$$G \cdot e = F_r \cdot r_g = F'_r \cdot r'_g \tag{4a}$$

Mint ismeretes, légtömlős abroncsot használva rugalmatlan talajon a kerék és a talaj ellipszis alakú felületen érintkezik. Megállapítható, hogy a légtömlős abroncsok gördülési ellenállása kisebb, mint a merev kerekeké, ugyanis gördülés közben az abroncs előtt és két oldalán csak jelentéktelen talajhullám alakul ki.

Az f tényező értéke a jármű sebességének függvényében változik ugyan, de ez a változás kis terepjárási sebességeken elhanyagolhatóan csekély. Nem hagyhatjuk viszont figyelmen kívül az abroncs légnyomásának változását, mert amint később látni fogjuk, ezáltal az f értékét számottevően lehet befolyásolni. Az abroncs légnyomásának növekedtével ugyanis csökken az abroncs deformációs munkája, s ezáltal a gördülési ellenállás is kisebb lesz. A deformáció egyébként a terhelés hatására, valamint a gördülés közbeni egyenlőtlen nyomás-eloszlás miatt jön létre.

A kerékátmérőnek és az abroncs légnyomásának a növelése tehát kisebb gördülési ellenállást eredményez; ezen a módon a jármű továbbításához szükséges teljesítmény is csökkenthető.

Kísérleti eredmények

Az ismertetett mérésekkel és ezek eredményeinek mérlegelése alapján a gördülési ellenállás és a kerékterhelés optimális értékeinek megállapítását tűztük ki célként. A gördülési ellenállást legkönnyebben egy jármű vontatás közbeni vonóerő-igényével határozhatjuk meg.

Az I. táblázatban az I. talajokon különböző sebességekkel különféle méretű abroncsú járművek vontatásához szükséges teljesítményeket tüntettük fel. Összehasonlíthatóság céljából a teljesítmény szükségleteket fajlagosan, a jármű teljes gördülősúlyának 1 Mp-jára vonatkoztattuk. Tekintettel arra, hogy a hajtott kerekek gördülési ellenállása valamivel nagyobb, mint a nem hajtottaké, az eredmények csak tájékoztató jellegűek. Ennek ellenére a kerékátmérő és a gördülési ellenállás összefüggését egyértelműen bizonyítják.

Ha a kerékátmérőt 925 mm-ről (8,25–20-as abroncs) 1550 mm-re (18,00–25-ös abroncs) növeljük, mintegy egyharmadára csökken a vontatási teljesítményszükséglet, mely az (5) összefüggés alapján arányba hozható a gördülési ellenállással.

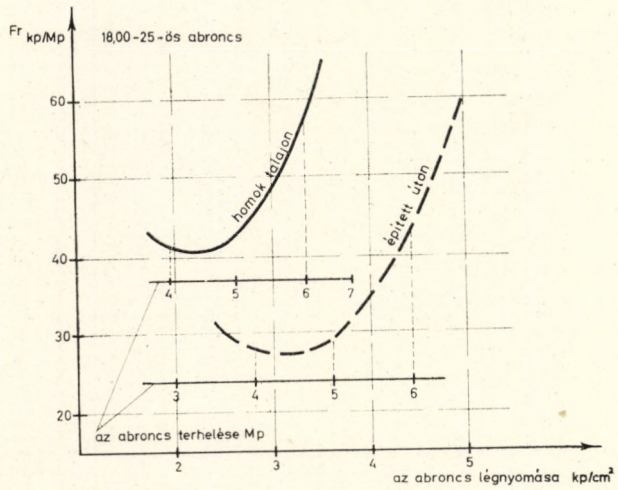
I. táblázat

Különféle méretű abroncsok vontatási teljesítményszükséglete I. jelzésű talajokon

(LE/Mp)

Megnevezés	Mérési eredmények		
Vontatási sebesség km/h	20	10	15
Lejtő %	0	5	5
18,00—25-ös és nagyobb abroncsok	4	4	6
14,00—20-as abroncs	4—5,5	4—5	6—7
8,25—20-as abroncs	4,5—9	4—7	6—10
8,25—20-asnál kisebb méretű abroncsok	5,5—18	5—12	7—18

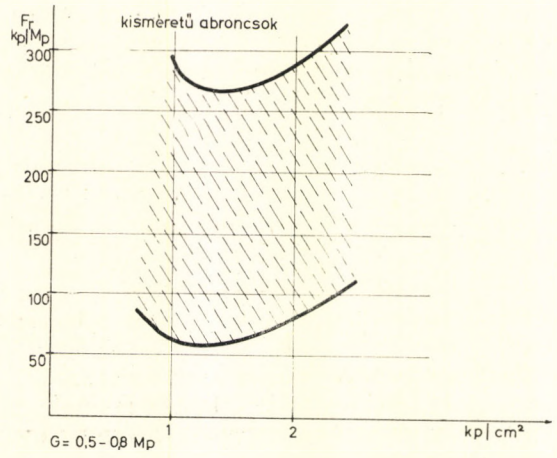
Az 3. ábrán a 18,00–25-ös abronccsal szerelt jármű gördülési ellenállásának változását tüntettük fel a kerékterhelés függvényében. Itt és a továbbiakban a gördülési ellenállást az abroncsterhelés 1 Mp-jára



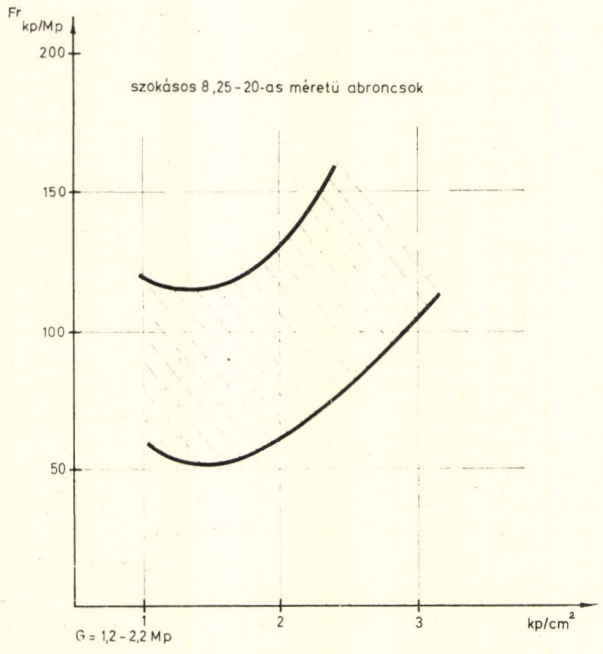
3. ábra. 18,00—25-ös abroncs fajlagos gördülési ellenállásának változása az abroncs légnyomásának függvényében

vonatkoztattuk. Az ábra jól mutatja, hogy a terheléssel egyenes arányban változik a gördülési ellenállás. Az is szembeötlő, hogy a homokos talaj gördülési ellenállása mintegy 50%-kal nagyobb, mint egy közepes minőségű makadámúté.

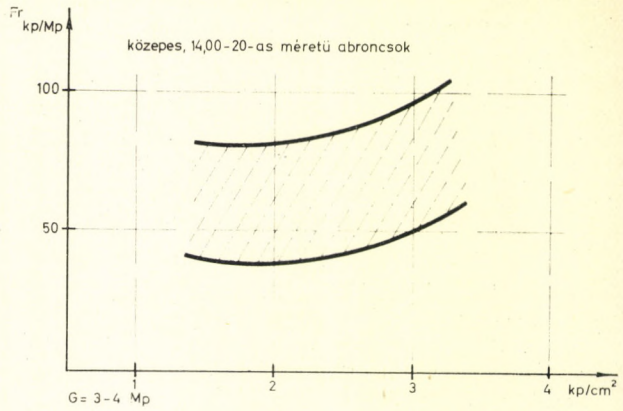
A 4., 5., 6. és 7. ábrákon a különböző méretű és a méretnek megfelelően terhelt abroncsok gördülési ellenállásának változását ábrázoltuk az abroncs légnyomásváltozásának függvényében. A méréseket az I. jelzésű könnyen porlódó, homokos talajon végezték. A mérési eredmények szerint a kis átmérőjű abroncsok 300 kp/Mp-ot is elérő gördülési ellenállása hatszor annyi is lehet, mint a 18,00–20-as vagy ennél nagyobb méretű abroncsoké.



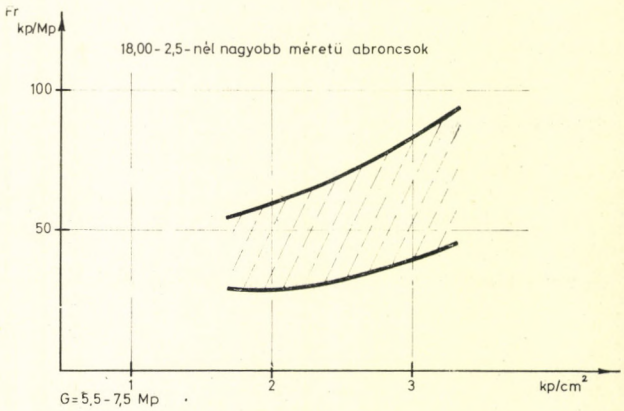
4. ábra. Kisméretű abroncsok fajlagos gördülési ellenállásának változása az abroncs légnyomásának függvényében



5. ábra. 8,25—20-as méretű abroncs fajlagos gördülési ellenállásának változása az abroncslégnyomás függvényében



6. ábra. 14,00—20-as méretű abroncs fajlagos gördülési ellenállásának változása az abroncslégnyomás függvényében

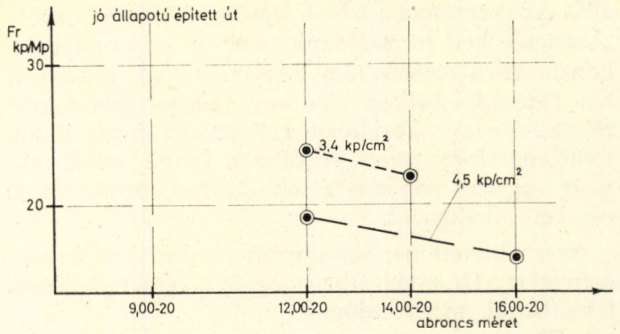


7. ábra. 18,00—25-ösnél nagyobb méretű abroncsok fajlagos gördülési ellenállásának változása az abroncslégnyomás függvényében

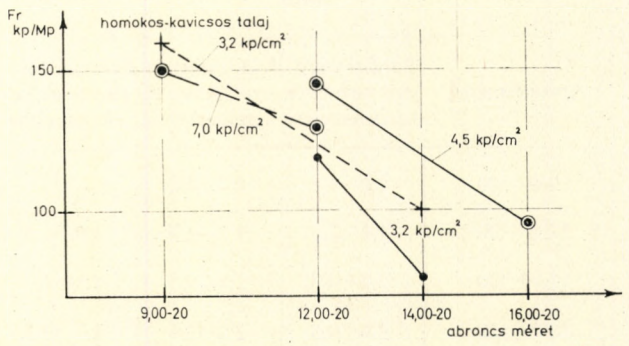
A mérési eredményeket határoló görbék alakjából arra a következtetésre jutunk, hogy az abroncs-légnyomás növelése csak bizonyos határig eredményezi a gördülési ellenállás csökkenését. Az ideális abroncs-légnyomást tehát a görbék mélypontján kapjuk meg, ez az optimum, amelytől akár „lefelé", akár „felfelé" eltérve nagyobb gördülési ellenállást kapunk. Túlságosan alacsony légnyomáson nagy a deformációs veszteség, egy bizonyos értéket túllépve viszont már merev kerékként gördül és talajhullámokat kelt a légtömlős abroncs is. Természetes, hogy akár ugyanarra az abroncsra különböző terheléseken, akár azonos terheléssel különféle méretű abroncsokra az optimumot más-más belső légnyomás-értéken kapjuk.

A 8., 9. és 10. ábrák jó állapotú épített úton, valamint az előbb I-gyel és II-vel jelölt talajokon mutatják a gördülési ellenállás változását. A 10. ábra meredek egyenesei igen nagy eltérésekről tanúskodnak a 11,00–20-as és a 14,00–20-as abroncsok között, azonos abroncs légnyomáson és a méretnek megfelelő terheléssekkel.

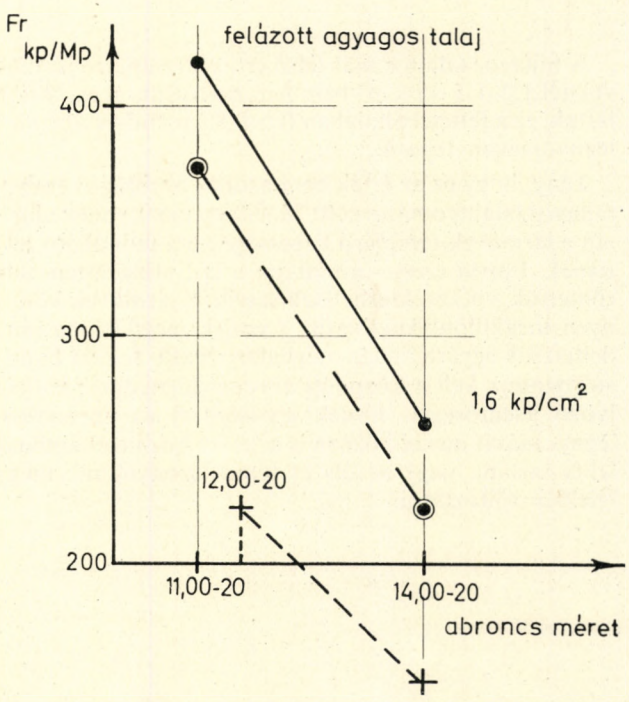
A talajok víztartalma igen lényegesen befolyásolja a nyírószilárdság értékét. Mennél nagyobb a talaj víztartalma, annál inkább csökken a teherbírása. Ennek megfelelően vízzel telített talajon mélyebben besüllyed a kerék, nagyobb lesz a gördülési ellenállás *e* karja, s a



8. ábra. A gördülési ellenállás változása épített úton az abroncsméret függvényében



9. ábra. A gördülési ellenállás változása homokos-kavicsos talajon az abroncsméret függvényében



10. ábra. A gördülési ellenállás változása felázott agyagos talajon az abroncsméret függvényében

gördülési ellenállás ezzel arányosan növekszik. A talaj víztartalmának jelentőségét jól érzékelteti, hogy a folyási határ közelében a gördülési ellenállás mintegy hétszerese a száraz, víztartalom nélkül mért értéknek.

Az elméleti megfontolások és gyakorlati mérések alapján tehát arra a következtetésre jutunk, hogy azonos kerékterhelésekkel a gördülési ellenállás nagyobb lesz, ha

a) csökkentjük az abroncs, illetve a kerék átmérőjét;

b) csökkentjük az abroncs légnyomását;

c) azonos anyagú, de nagyobb víztartalmú, vagy pedig:

d) finomszemcsézetű talajon közlekedünk.

Nyilvánvaló, hogy a jármű szerkesztője a *c)* és a *d)* pontok feltételeit nem tudja befolyásolni.

A tapadási tényező és a talaj nyírószilárdsága

A kerekes járművek helyváltoztatása a kerék és a talaj között fellépő súrlódási erő következtében jön létre. A kerekek által keltett vonóerő nagysága a súrlódási, ill. tapadási tényezőtől függ. Kiszámítására az alábbi összefüggés szolgál:

$$P_v = \mu \cdot G, \qquad (7)$$

ahol P_v a vonóerő (kp), μ a tapadási tényező, G a hajtott kerekeket terhelő járműsúly (kp). A μ tapadási tényező értéke függ:

a) az út anyagától és felületi simaságától;

b) az útfelület állapotától (víz, jég, szennyeződés stb.);

c) az abroncs futófelületének mintázatától;

d) a jármű sebességétől és a hőmérséklettől.

Néhány út- és talajfajta tapadási tényezőjét a II. táblázat tartalmazza.

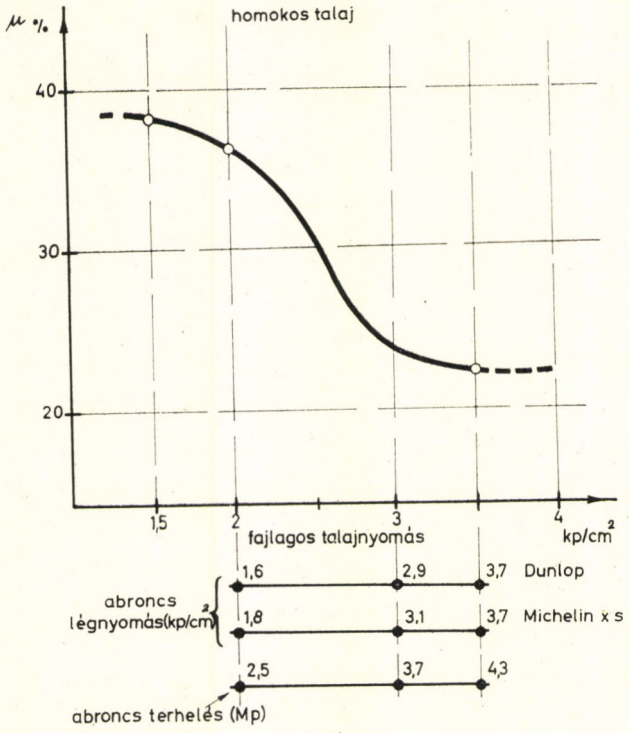
II. táblázat

Néhány út- és talajfajta tapadási tényezőjének értéke

Út- és talajfajták	A tapadási tényező értékei	
	száraz	nedves
	felületen	
Érdesített beton autópálya	0,95	0,90
Új betonút	0,74	0,71
Aszfalt út	0,80	0,82
Kemény földút	0,65	0,52
Füves talaj	0,65	0,50
Apró kavicsos talaj/vízpart	0,60	0,57
Homok	0,32	0,45

Terepen való mozgás közben – feltételezve, hogy az abroncs futófelülete öntisztuló – az abroncs valósággal megkapaszkodik a talajban, s így a vonóerő nagyságát a talaj nyírószilárdsága is befolyásolja.

A 11. ábra a tapadási tényező értékének változását ábrázolja a fajlagos talajnyomás, illetve a kerékterhelés függvényében, az I. jelzésű homokos talajon. Mint látjuk, a kb. 1,5 kp/cm²-es fajlagos talajnyomáson a tapadás mintegy 38%-os, azaz a kerékterhelésnek nagyjából 38%-a fejthető ki vonóerőként. A fajlagos talajnyomás növelésével a tapadási tényező hirtelen csökken és csak 3,0–3,5 kp/cm²-es talajnyomás elérésekor stabilizálódik kb. 22%-os értékre. Ez a jelenség azzal ma-



11. ábra. A tapadási tényező változása a fajlagos talajnyomás függvényében

gyarázható, hogy az ébredő tangenciális nyíróerők eloszlása nem egyenletes és nagyságuk sem egyenlő, mint ahogy nem egyenletes a talajnyomás sem. Az ábrából látható, hogy homokos talajon nem szabad túllépni az 1,5 kp/cm²-es fajlagos talajnyomást, mert ellenkező esetben a kerék kipörög és beásódik. Ugyancsak az ábra szemlélteti azt is, hogy az abroncstípusok szerint 1,6–1,8 kp/cm²-es abroncslégnyomásnak 2,0 kp/cm² fajlagos talajnyomás felel meg.

Az előzőkben II-vel jelzett tömör talajok tapadási tényezői a következők: az agyagos homoké 0,55–0,70; az iszapé 0,45–0,58; az agyagé 0,45–0,55. Ha e talajfajták víztartalma növekszik, a tapadási tényező rohamosan csökken, és a folyási határ közelében már csak 0,25–0,35 értékkel számolhatunk.

Következtetések

A haladás feltételét azzal definiálhatjuk, hogy a menetellenállások értéke nem haladhatja meg a tapadásból eredő és kifejthető vonóerőt. Évégből a gördülési ellenállás csökkentésére a lehető legnagyobb méretű kerékabroncsot kell használnunk, amelyet a jármű egyéb konstrukciós mérethatára még megenged. Másodsorban törekedni kell az alacsony fajlagos talajnyomás elérésére, vagyis korlátozni kell az egy kerékre jutó terhelést. Hogy ennek ellenére a jármű teljes súlya részt vegyen a vonóerő létrehozásában, összkerékhajtást kell alkalmazni.

Az ismertetett mérések alapján a különböző abroncsméretekre a III. táblázatban megadott kerékterheléseket tekinthetjük mértékadónak.

III. táblázat

Terepjáró járművek abroncsainak ajánlott terhelhetősége (Mp)

Abroncsméret	Polgári terepjáró járművek kerékterhelése	Katonai terepjáró járművek kerékterhelése	Katonai harcjárművek kerékterhelése
9,00—20	1,0—1,3	0,7—1,0	—
12,00—20	1,8—2,3	1,3—1,8	1,0—1,3
14,00—20	2,5—3,2	1,8—2,5	1,3—1,7
16,00—20	3,0—4,0	2,2—3,0	1,8—2,2
18,25—25	4,5—5,5	3,5—4,5	—
21,00—20	6,0—7,5	5,0—6,0	—

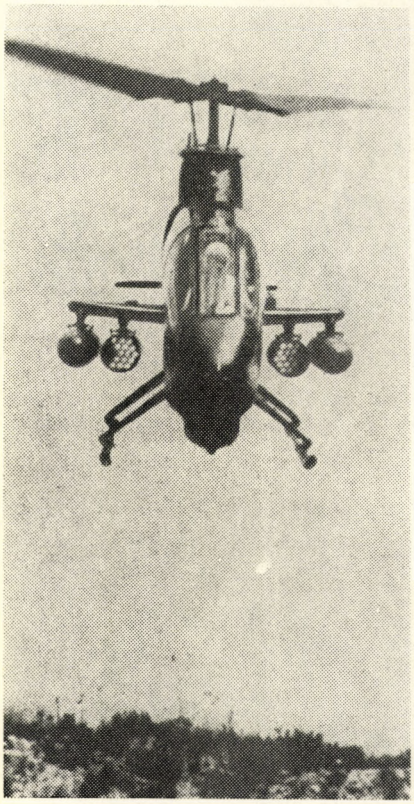
A fajlagos talajnyomás felső értékét terepjáró járműveknél 1,2–1,5 kp/cm²-ben határozhatjuk meg. Mint láttuk, ez a feltétel általában 0,6–0,8 kp/cm²-es abroncs légnyomáson teljesül.

Tény, hogy ez az érték nem azonos az átlagos ember fajlagos talajnyomásával (0,75–0,8 kp/cm²), ennek alapján e járművek terepjáró képessége nem mondható teljesnek. Éppen ezért – amint azt a III. táblázatban feltűntettük – a kerékterhelések szerint a járművek könnyen megkülönböztethetők, s ennek megfelelően rendeltetésük egyértelműen meghatározható. Külön hangsúlyoznunk kell a központi abroncs-légnyomás szabályozó jelentőségét. Ennek segítségével az abroncsok légnyomását menet közben is az előre beállított értéken lehet tartani, vagy az út- és terepviszonyoknak megfelelően változtatni.

haditechnikai tájékoztató

Harcihelikopter-fejlesztés

Az amerikai szárazföldi haderő megrendelésére a Lockheed-cég dolgozza ki az AAFSS (*A*dvanced *A*erial *F*ire *S*upport *S*ystem – tökéletesített légi tűztámogató rendszerű) helikoptert. Harckész állapotba hozásáig az amerikaiak a felfegyverzett *UH–1B* és *1D Iroquois* helikoptereket, valamint az utóbbiból továbbfejlesztett *AH–1G HueyCobra* változatot alkalmazzák. A *HueyCobrá*nak számos előnye van az *Iroquois* alaptípussal szemben. Nagyobb a repülési sebessége és a tűzereje is. Fegyverzete a törzs orr-részén elhelyezett, *TAT–102* forgótoronyba épített 7,62 mm-es *XM–134* géppuskából, valamint a szárnycsonkokra függesztett, különféle fegyvertartályokból áll. A képen megfigyelhető, hogy 4 db 70 mm-es *XM–159* típusú rakétavetőtartályt erősítettek a szárnycsonkokra. Az *XM–134 Minigun* géppuska legnagyobb tűzgyorsasága 6000 lövés percenként.



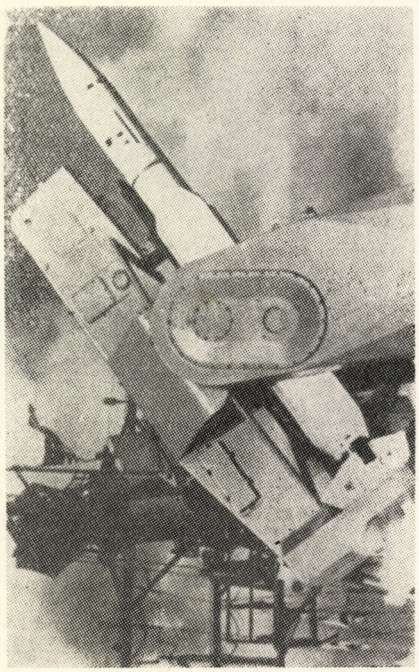
Felfújható hírközlő műhold

Új típusú passzív hírközlő műholdat indítottak *OV–1* típusú hordozórakétával a Vandenberg légi támaszpontról (Kalifornia). A mintegy 10 méter átmérőjű felfújható, huzalrácsos szerkezetű műhold nagyjából körpályán, 1000 km magasságban kering a Föld körül.

A műhold újszerű konstrukcióját a különleges hártyaszerű műanyag jellemzi, amely fotolízissel elbomlik, ha az űrben a Nap ibolyántúli sugarai érik. Felbocsátáskor ugyanis a huzalrácsos szerkezet és a műanyaghártya a hordozórakéta orr-kúpjában helyezkedik el. Amikor a hordozótest a pályára tér, az orr-rész leválik, s a műanyaghártya hólyagként felfúvódva szétteríti a rácsszerkezetet. A rács megmerevedése után a vákuum, valamint az ibolyántúli sugarak hatása „leolvasztja" a műanyaghártyát, s a műhold a rádióhullámokat visszaverő felületként kezd működni.

Eltérően a régebbi passzív hírközlő műholdaktól, a huzalrácsos szerkezet nem igényel gáznyomást a gömbalak létrehozásához, a ballontestet nem rongálják meg a meteoritok, s a hőhatások következtében sem történik alakváltozás. A műanyagréteg „eltűnésekor" a gömb felülete csökken, ezzel arányosan csökken az aerodinamikai ellenállás és a nap sugárnyomása is, a pályaingadozások pedig minimálisak maradnak.

A RID 24A Tartar



Az egyfokozatú, szilárd hajtóanyagú *Tartar* rakétát légvédelmi fegyverként rendszeresítették a NATO-hatalmak haditengerészetében. Eddig az Egyesült Államok 24 rombolóját, továbbá 4 francia, 2 olasz és egy japán rombolót láttak el vele; bevezetését tervezi az ausztrál haditengerészet is. A *Tartar* mind magas-, mind mélyrepülésben támadó légi célok leküzdésére alkalmas. Hossza 4,6 m, átmérője 0,35 m, indulási súlya 550 kp. A kb. 20 km hatótávolságú *Tartar* 3–12 km magasságban haladó légi célok ellen vethető be, sebessége eléri a 2,5 M-et.

Egyszemélyes helikopter

A brémai repülőgépgyár kísérleti repülőterén egyszemélyes helikoptert próbáltak ki. A 6,20 méter átmérőjű forgószárnyat a forgódugattyús kompresszor által előállított és a szárnyvégeken levő fúvókákon keresztül a forgásiránnyal ellentétes irányban kiáramló sűrített levegő percenként 550 fordulattal hajtja. A helikopter emelkedési sebessége 4,5 m/sec, utazósebessége 105 km/h, hatótávolsága 40 liter üzemanyaggal 4000 m csúcsmagasságon 230 km.

A párizsi repülőszalon újdonságaiból

A XVII. párizsi repülőszalont, pontosabb nevén *A Repülés és az Űrrepülés XVII. Nemzetközi Kiállítását* 1967. május 26 és június 4. között rendezték a francia főváros egyik nemzetközi repülőterén, Le Bourget-ban.

Ez a hatalmas repülőkiállítás az elmúlt évek során sajátos nemzetközi szemlévé alakult, amelyen a Szovjetunió is demonstrálja repülő- és űrrepülő technikájának legújabb vívmányait. A szovjet kiállítási anyagban nem szerepeltek ugyan a katonai repülés eszközei: a harci repülőgépek és az irányított lövedékek, de ott voltak a szovjet szállítórepülés legkorszerűbb gépei (*Tu–134, Il–62, Jak–40, AN–22, AN–24* stb.), a legmodernebb helikopterek (*V–2, V–8, Mi–10, Ka–25* stb.), s ami a legnagyobb érdeklődést keltette, az űrkutatás szovjet eszközeinek eddig sehol sem látott teljességű tára jelent meg a párizsi kiállításon.

Az űrkutató eszközök a Szovjetunióban kizárólag a békés tudományos kutatás céljait szolgálják, és minden reményünk megvan arra, hogy ez év szeptemberében Budapesten is láthatjuk a Párizsban kiállított rendkívül érdekes tárgyakat. Ezek között az újabb szovjet űrkutató eszközök eddig csupán fényképről ismert példányai kerültek a nyilvánosság elé, így pl. a *Kozmosz–144* meteorológiai mesterséges hold, a *Proton*, az űrkutatás eddig legnagyobb tömegű tudományos mesterséges holdja, a *Molnyija–1*, amelyből immár ötöt küldtek pályára a mesterséges holdas távközlés szolgálatában. Sok más űrkutató eszköz mellett látni lehetett a *Luna* és a *Zond–3* holdrakétákat, úgyszintén a vénuszrakétákat is. Fűzzük mindezekhez még hozzá, hogy a *Vosztok* hordozórakétájának kétféle rakétahajtóművét, az *RD–107*-et és az *RD–119*-et szintén kiállították.

A kiállítás szenzációja kétségkívül a *Vosztok* hordozórakéta volt (1., 2., 3. kép). A háromfokozatú hordozórakéta rendkívül ötletes szerkezeti megoldású: az első fokozat négy „kisebb" részegységre tagozódik, amelyek mindegyike 19 m hosszú és 2,68 m átmérőjű. A hidraulikus mozgatású, vágányon haladó különleges szállítójármű juttatja el az indítóállványhoz magát a hordozórakétát, és ott állítja rá a toronyra. A beépített vonórudak a hatalmas, indításkor kb. 350 Mp súlyú szerkezet megbízható mozgatásáról is gondoskodnak. A részegységeket az egész rakéta gerincét alkotó második fokozat körül igen egyszerű, mechanikailag határozott bekötésekkel helyezik el. Ezek csuklópontjainak robbanószegecses leoldása egyszersmind a négy részegység egyidejű eltávolítását is biztosítja.

A második fokozat átmérője változó: az első fokozat részegységeinek bekötési helyénél 2,95 m. E fokozat egyébként 28 m hosszú és a harmadik fokozat azzal a rácsos bekötéssel csatlakozik hozzá, amely a moszkvai katonai díszszemléken bemutatott ballisztikus és orbitális rakéták szerkezetén is szembeötlő. A harmadik fokozat 10 m hosszú és 3,0 m átmérőjű, ebben helyezték el egyébként – orrkúppal borítva – magát a *Vosztok* űrhajót is, továbbá a műszerrekesz szerepét betöltő harmadik rakétafokozatot. A teljes hordozórakéta 38 m hosszú, legnagyobb átmérője pedig 10,3 m.

Az első fokozat hajtóanyaga kerozin és folyékony oxigén, az *RD–107* rakétafokozatnak négy fúvócsöve van, az égéstér expanziós nyomása 60 ata, az expanzióviszony 150:1. A hajtómű fajlagos impulzusa 314 kpsec/kp, teljes tolóereje pedig 102 Mp. Ezek szerint induláskor az első és a második fokozat együttesen $5 \times 102 = 510$ Mp tolóerőt fejt ki földközelben, a tolóerő nagyobb magasságokon természetesen számottevő mértékben megnő.

A harmadik fokozat hajtóanyaga dimetilhidrazin és folyékony oxigén keveréke. Az

1. kép. A Vosztok *hordozórakétája a hidraulikus működtetésű szállítójárműre szerelve. A jármű vezetőfülkéje bal oldalt az első fokozat egyik részegysége alatt látszik*

2. kép. A Vosztok*-hordozórakéta és a szállítójármű orr-része. Bal oldalt látható az első fokozat robbanószegecses bekötése és a hozzá tartozó rögzítő-mozgató vonórúdpár*

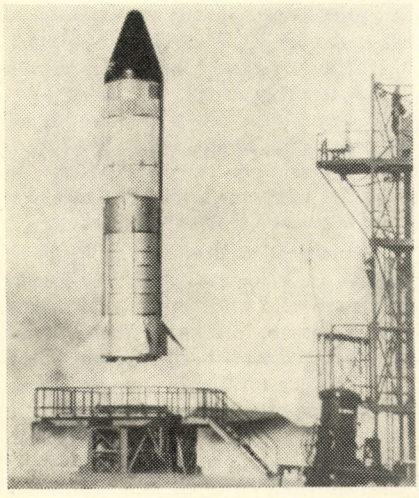
RD–119 típusú egyfúvócsöves hajtómű 11 Mp tolóerőt szolgáltat, égésterében 80 ata a nyomás, az expanzióviszony 1330:1 és a fajlagos impulzus értéke 352 kpsec/kp. Tegyük még hozzá, hogy mindkét rakétahajtómű tervezése és fejlesztése a leningrádi Gázdinamikai Laboratórium (GDL) érdeme.

A hordozórakéta első fokozatán levegőkormányok is, gázsugárkormányok is találhatók. (Részfokozatokként egy-egy levegőkormány, ill. két-két gázsugárkormány.) A hajtómű szerkezeti megoldása egyébként rendkívül fejlett, különösen ha figyelembe vesszük immár mintegy tízéves életkorát.

Egyébként ez az első eset, hogy egy szovjet asztronautikai hordozórakétát a külföldi szakértők és a nagyközönség teljes méretben, valódi példányon tekinthetett meg.

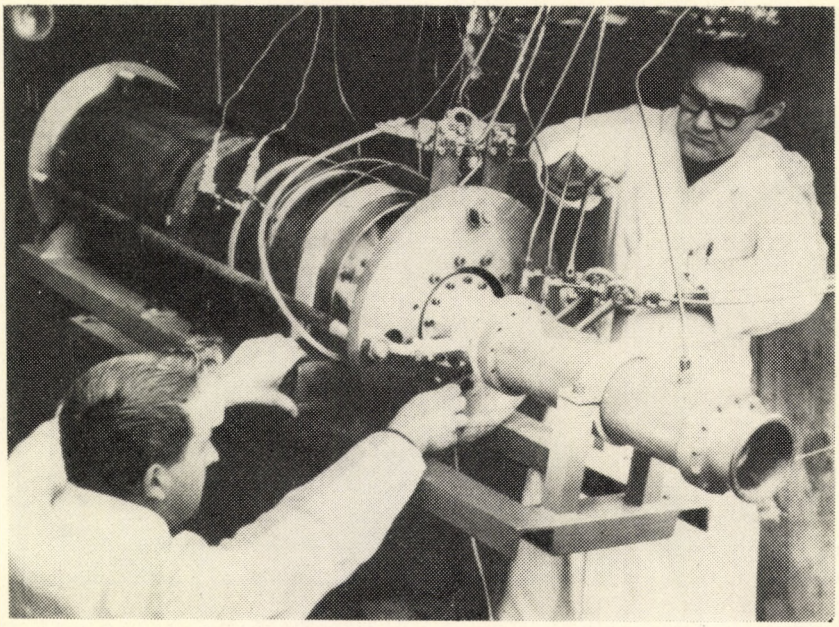
Érdemes még szólnunk a repülőszalon néhány egyéb újdonságáról is. A rakétahajtóművek sorában figyelmet érdemel a svéd *A. B. Flygmotor* vállalat (Trollhättan) tárolóképes *VR–35* típusú folyékony hajtóanyagú rakétája, amely az új *SAAB–37* típusú, kacsarepülőgép elrendezésű *Viggen* vadászgép *305* típusú rakétalövedékének hajtóműve (4. kép). A hajtóanyagot kellő tömítéssel lezárt tartályokban, tárolható módon helyezték el, a rakétahajtómű tehát bármikor beépíthető és üzemképes. A hajtóanyagkeverék, a tüzelőanyag és az oxidálószer érintkezésekor spontán gyullad.

A francia műszaki fejlesztés is érdekes rakétatípusokkal szolgált. Az 5. képen látjuk a *Cora*-rakétát, amely a nyugat-európai államok közös hordozórakéta-építő szervezetének (ELDO) *Europa–1* típusú rakétá-



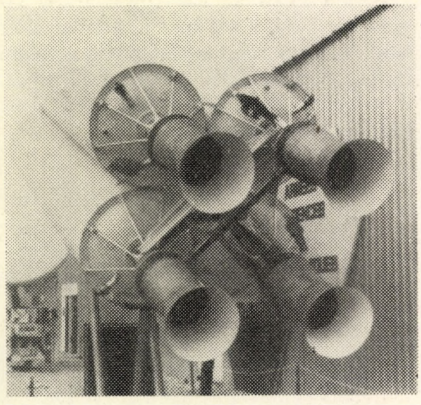
5. kép. A Cora-Coralie, *az* Europa—1 *hordozórakéta második fokozata kipróbálásakor*

ján a második fokozat szerepét tölti be. Az egyszerű, ötletes felépítésű hajtómű, amelyet 6. képünkön külön is bemutatunk, tulajdonképpen négy részegységből áll. Ezek közös vezérművel működnek. A fejlesztés elsősorban a vernoni *LRBA* ballisztikai és aerodinamikai kutatólaboratórium munkájának eredménye, bár a további fejlesztési munkában a *SNECMA* és a *Nord Aviation* vállalatok is résztvettek.



4. kép. A SAAB—37 *vadászgépen alkalmazott* Roboten 305 *rakétalövedék hajtóműve*

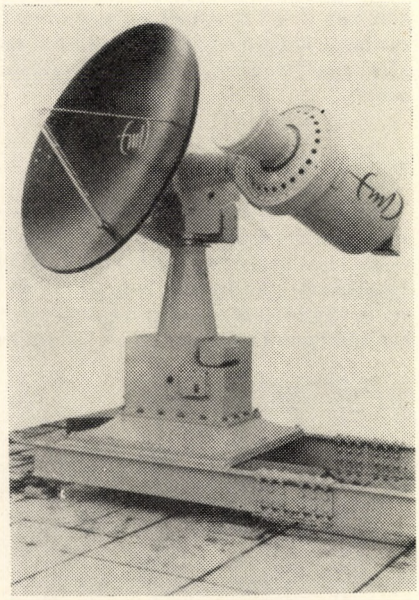
Rövidre fogott és szükségképpen hiányos beszámolónkat fejezzük be az *EMD*, vagyis a *Dessault* repülőgépgyár elektronikai részlege által kifejlesztett különleges sugárzásmérő (7. kép) ismertetésével. A fejlesztés munkája a francia légierők híradástechnikai műszaki szolgálatának irányításával történt. Ennek a készüléknek célja a Q-hullámsávban, a mikrohullámok tartományában lezajló légköri termikus folyamatokat, elsősorban az atomrobbantásokat kísérő elektromágneses sugárzás felfedezése és terjedésének vizsgálata. A szokásos elrendezésű parabolaantennát egy külön követő-irányzó távcsőszerű detektorrésszel látták el, amely a sugárzás észleléséhez és a robbanás tovaterjedésének vizsgálatához alkalmas berendezéseket tartalmazza. Az



6. kép. A Cora *rakétafokozat négy fúvócsöves hajtóműve és tartályai*

arányilag kisméretű berendezést elsősorban a francia atomfegyverek fejlesztésében használták fel, megfelelő detektorcserével azonban űrkutatási követési célokra is felhasználható.

A fentieken kívül különösen népesnek volt mondható az amerikai irányított fegyverek bemutatója, a különféle rakétalövedékek minden osztályában. Az ezzel kapcsolatos anyagokat helyszíni tapasztalataink nyomán, más repülés- és rakétatechnikai érdekességekkel együtt egy későbbi közleményben fogjuk ismertetni.



7. kép. A Dassault-*féle mikrohullámú és infravörös sugárzásmérő berendezés.*

Nagy Ernő

A vietnami légiháború – bélyegen

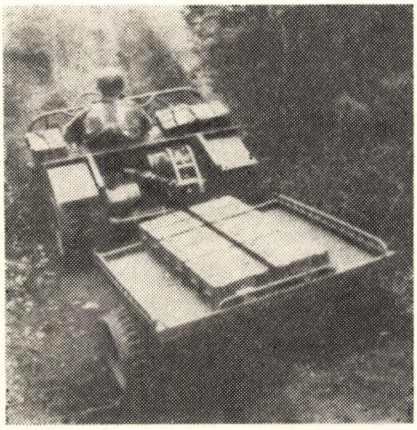
A Vietnami Demokratikus Köztársaság légterében egyre nagyobb eredménnyel pusztítják el a támadó amerikai repülőgépeket. Bár az amerikai hadvezetés feladta a kötelékrepüléseket, a kisebb rajokban vagy egyenként támadó, legújabb típusú amerikai vadászbombázókat is megtizedeli a légvédelem. A VDK-ban bélyegen is megörökítették az 1500-ik kalózgép pusztulását. Az amerikai veszteségek azóta túllépték a második ezret is. Bal oldali képünkön égő, *F–105D* típusú vadászbombázó zuhanása látható. A gépet légvédelmi rakéta pusztította el, pilótája fogságba esett.

Légideszant jármű

Az *AS–24* jelzésű járművet a belga hadsereg számára fejlesztették ki. A jármű röviddel leszállásuk után rendelkezésükre áll a légideszant csapatoknak, hogy fegyvereikkel és lőszerükkel együtt a meghatározott harcálláspontra szállítsa őket. A légi szállí-

táshoz és a ledobáshoz a járművet össze lehet hajtani, hogy helyszükségletét csökkenthessék. Az ejtőernyős ledobás után két személy helyezheti menetkész állapotba a járművet. Minthogy ehhez a művelethez sem szerszámra, sem egyéb segédeszközre nincs szükség, az összeállítás alig egy percig tart.

A jármű menetkész állapotban kb. 220 kp súlyú, hasznos terhelése 330 kp; vagy négy felszerelt katona, vagy különféle eszközök: fegyverek, lőszer és üzemanyagkannák szállítását teszi lehetővé. A járművet sebesültszállításra is használhatják, két hordággyal felszerelve.



Az *AS–24* legnagyobb menetsebessége kb. 60 km/h. Korlátozott üzemanyagfogyasztása miatt az üzemanyagtartály viszonylag kicsi, s azt már a ledobás előtt feltöltik, hogy ezzel is elősegítsék a földre szállás utáni azonnali harckész állapotot. A terepnek megfelelően egy feltöltéssel 100–200 km-t tehet meg.

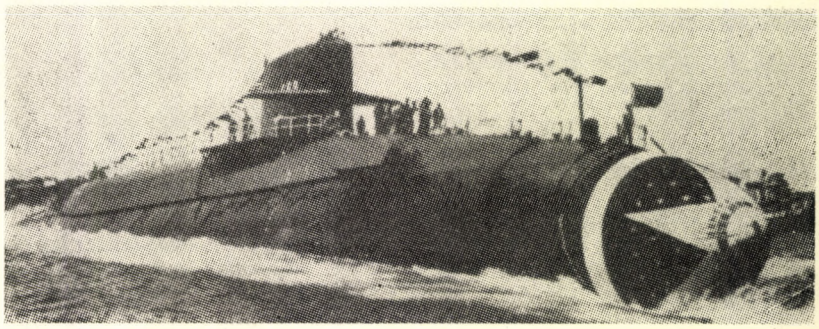
FIM–43B Redeye egyszemélyes irányított fegyver

Hatévi fejlesztés után megkezdődött a *Redeye* sorozatgyártása az amerikai szárazföldi hadsereg és a tengerészgyalogság számára. A *Redeye*-t egy személy vagy kisebb egységek számára fejlesztették ki, s mélyrepülésben támadó repülőgépek vagy helikopterek elhárítására szolgál. Maga az irányított lövedék 10 kp-nál kisebb súlyú, s keresőfejjel szerelt. Költség- és súlymegtakarítás céljából csökkentették a fegyver teljesítményét és hatótávolságát. Jelentős hátránya a keresőfej csekély érzékenysége. A *Redeye* hossza a vetőcsővel együtt 1,3 m, átmérője 7 cm, súlya 12,7 kp. Eléri az 1 M sebességet és a kb. 1500 m-es csúcsmagasságot.

Új atomtengeralattjárók

A Connecticut állambeli New London kikötőjében az amerikaiak vízre bocsátották *Will Rogers* nevű, nukleáris hajtóművű tengeralattjárójukat. A *Polaris*-hordozó flottának ez a 41. és egyben utolsó tagja. A *Will Rogers* vízre bocsátásával lezárult az 1956-ban megkezdett, 10 milliárd dolláros fejlesztési terv utolsó szakasza. Sajtóközlések szerint az amerikaiak 500 *Polaris* rakétát gyártottak tengeralattjáróik számára. Az irányított lövedékek hatótávolsága valamivel kisebb 4500 km-nél.

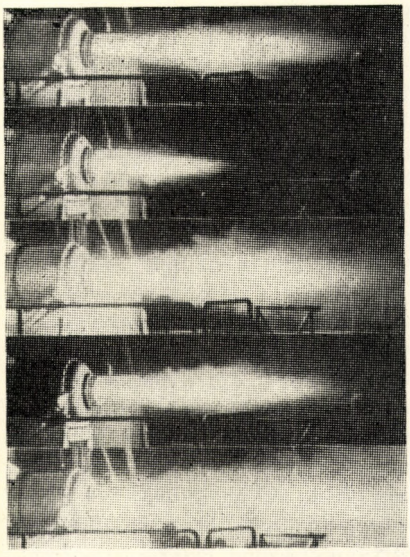
Atomtengeralattjáró-flottát építenek a franciák is. Vízre bocsátották *Le Redoutable* nevű első atomtengeralattjárójukat, amely 16 darab, 1500 km-es hatótávolságú irányított lövedéket hordoz majd. A hetvenes években további öt ilyen hajó megépítését tervezik.



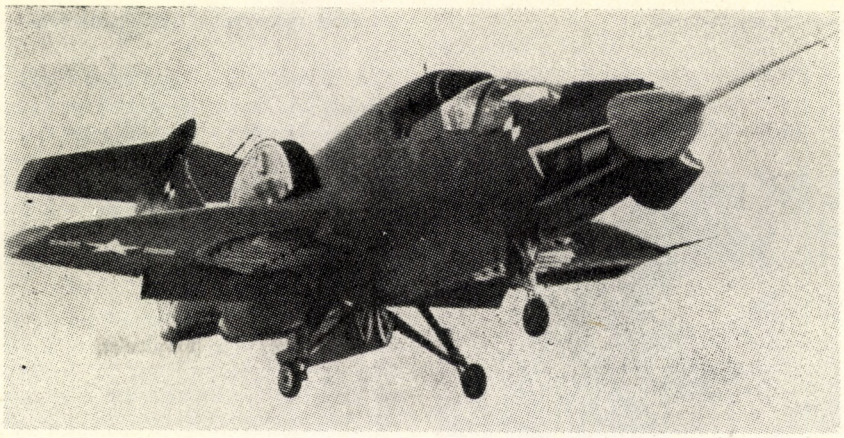
Hibrid rakéta a fékpadon

Nagy energiájú hibrid rakétával végeztek vizsgálatot fékpadon az United Technology Center laboratóriumában. Az 50 cm átmérőjű hajtómű termikus hatásfoka 94%-nál is jobbnak bizonyult. Fékezés közben a tolóerő nagyságát 75 kp és 580 kp között változtatták. Az égési idő maximálisan 114 sec volt. A hajtóanyag-rendszer egy 80 kp-os szilárd tüzelőanyagtömbből és nagy energiájú folyékony oxidálószerből állt, amely egyben hűtőfolyadékként is szolgált.

Ez az első rakétahajtómű, amellyel sikerült a tolóerőt széles határok között, 8:1-arányban szabályozni. Optimális keverési arányt tartottak fenn a szabályozás minden fázisában. A most fejlesztés alatt álló hibrid rakétahajtómű feltehetően fontos szerephez jut a jövő űrkísérleteiben.



A felső képen 50%-os, a másodikon 12,5%-os, a harmadikon 80%-os, a negyediken 40%-os, végül a legalsó képen 100%-os tolóerőnél figyelhető meg a hajtóművel végzett kísérlet.



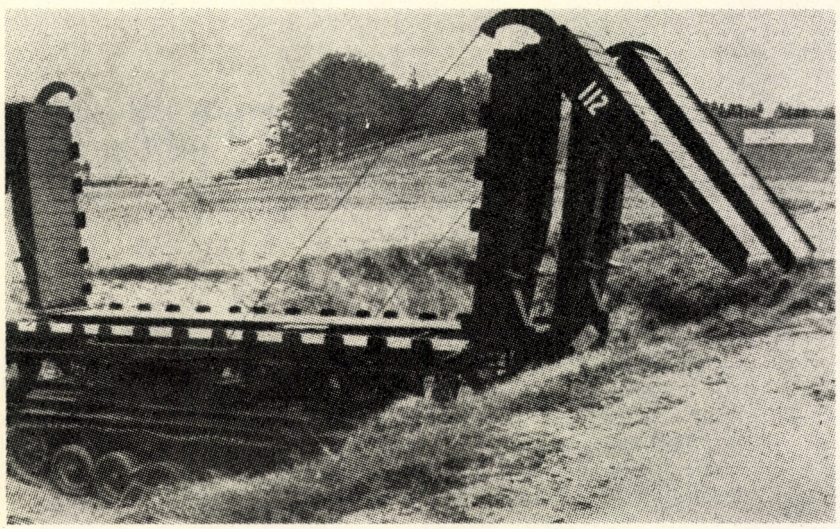
A Ryan XV–5A kudarca

Kutatási és mentési célokra alakították ki az amerikai légihaderő tervező mérnökei a *Ryan XV–5A* jelzésű konvertiplánt. Két prototípus készült el, próbaútjai során azonban mindkettő lezuhant és elpusztult. A *Ryan XV–5A*-nak a vietnami háborúban szántak szerepet, a gép részben átvette volna a helikopterek feladatait körülzárt egységek felkutatásában és evakuálásában.

A második és utolsó konvertiplán még 1966 őszén járt szerencsétlenül, egy újabb típus gyártása legalább 12 hónapot vesz igénybe.

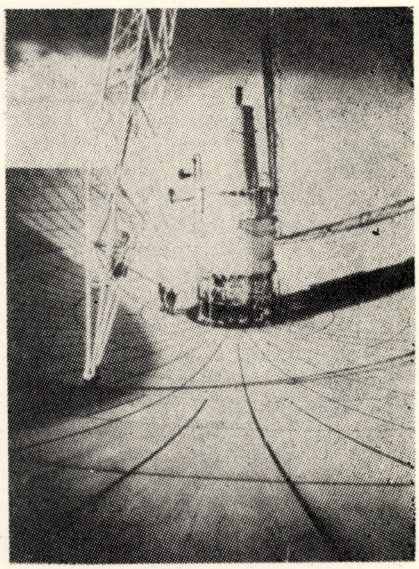
Angol hídvető harckocsi

23 méter széles akadály áthidalására alkalmas az angol haderő *Centurion ARK Mk.5* típusú hídvető harckocsija. A jármű alváza azonos a kipróbált *Centurion* harckocsiéval, a beépített motor is azonos. A harckocsitestre a torony helyén ráépített, kétnyompályás hídelemet áthidaláskor hidraulikusan mozgatott, csuklósan kihajtható rámpákkal hosszabbítják meg. A hídelem toldalékainak mozgatásához szükséges folyadéknyomást a motor hajtotta szivattyú biztosítja. A hídvető harckocsi súlya menetkészen mintegy 52 Mp.



Mesterséges égitestek követésére szolgáló berendezés

A világ egyik legnagyobb és legérzékenyebb automatikus követő berendezését és telemetrikus antennarendszerét építették fel az Egyesült Államokban, a kaliforniai



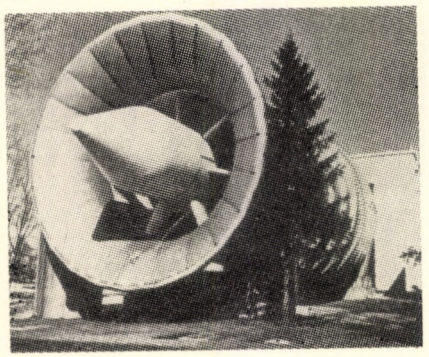
Goldstone-ban. Az új műszer a jövő bolygóközi űrrakétáit követi majd, nem csupán a Marsig és a Venusig, hanem talán egészen a Naprendszer külső bolygóinak térségéig is.

Az eddigi legnagyobb irányítható antennát készítették el, amelynek alumíniumból kialakított parabola-tányérja 64 m átmérőjű. A Mojave-sivatagban felépített berendezés hatótávolsága két és félszerese az ausztráliai, a dél-afrikai és a spanyolországi hasonló berendezésekének.

A központi torony az alépítménytől teljesen szigetelt, itt a rezgések kiküszöbölésével olvassák le az antenna szolgáltatta adatokat. A három emeletes alépítményben kapott helyet az ellenőrző terem, a gépi felszerelés, itt vannak a megfigyelő fülkék és a dolgozószobák.

Kísérleti szélcsatorna

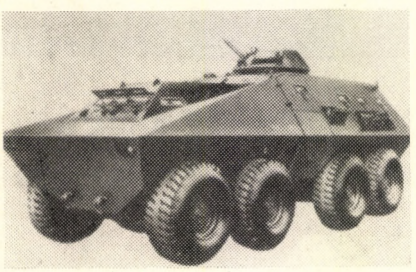
Kanadában a National Research Council, a tudományos kutatások tanácsának támogatásával kísérleti szélcsatorna épült.

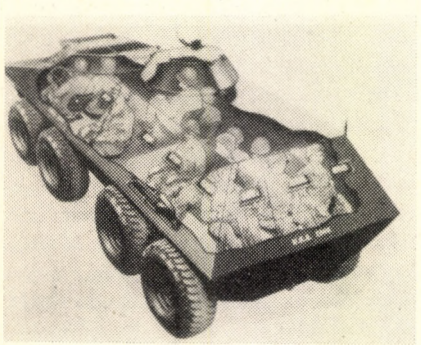


A szélcsatornát kis sebességgel végzett kísérletek céljaira használják. Segítségével főként a repülőgépek le- és felszállási problémáit, valamint a helikopterek és konvertiplánok továbbfejlesztésével kapcsolatos kérdéseket tanulmányozzák.

A SWAT lövészszállító páncélozott jármű

A Chrysler-gyár dolgozta ki a *SWAT* (*S*pecial *W*arfare *A*rmoured *T*ransporter) különleges katonai páncélozott szállítójármű elnevezésű, 7,5 Mp súlyú páncélozott lövészszállító járművét. A harcjárművet sokoldalú felhasználásra tervezték, és 12 teljesen felszerelt katonát szállít jó és közepes úton maximálisan 105 km/h sebességgel. A jármű 6 m hosszú, 2,4 m széles és 2,4 m magas. Alaptípusának fegyverzete a körforgó toronyba épített 7,62 mm-es géppuskából és a 40 mm-es gránátvetőből, valamint a páncéltest oldalnyílásain át tüzelő egy-egy repeszgránátvetőből áll.

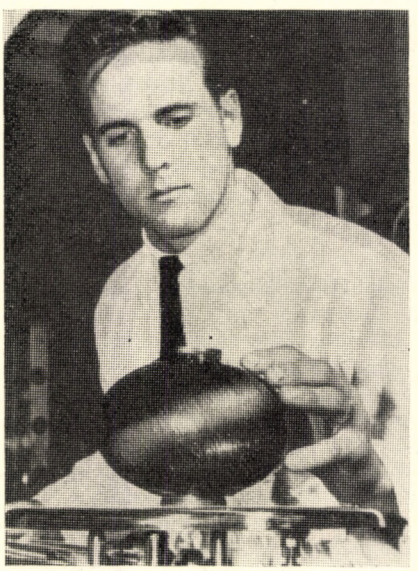




Bórszálas műanyagból készült rakétaház

Az United Technology Center szakértői az eddig kifejlesztett legerősebb szerkezetű anyagból készítettek egy kis rakétaházat. Ez az anyag – a bórszál és az epoxigyanta kombinációja az acélnál is szilárdabb, ugyanakkor azonban könnyebb mind az alumíniumnál, mind az üvegszálnál. A bór rugalmassági modulusa hatszor akkora, mint az alumíniumé.

A bórszál előállítása folyamatos, magas hőmérsékleten végzett művelet, itt a bórt vékony wolframszálra viszik fel. A rakétatest gyártása hasonló az üvegszállal erősített műanyagból készültekéhez. Egy gép húzza a bórszálat az orsókról; a szál epoxigyanta-fürdőn halad keresztül, majd a forgó magra szorosan felcsavarodik. A feltekercselés műveletét követően a kívánt vastagságúra alakított testet hőkezelik, majd a magot eltávolítják.



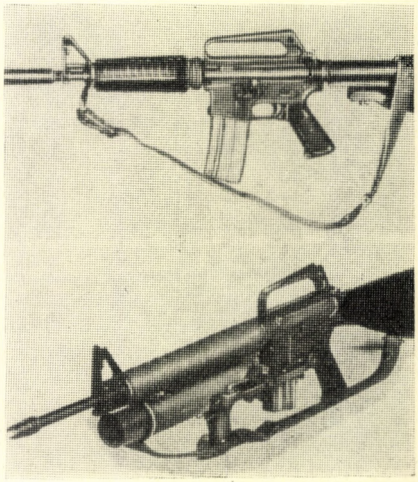
A képen látható mintegy 15 cm széles, ovális kis rakétaház elkészítéséhez 64 km hosszú bórszálat használtak fel. Az igen költséges előállítás ellenére az új anyagtól sokat várnak az űrhajózásban.

A Chieftain harckocsi felszerelései

Az angol szárazföldi haderő járműveinek bemutatója alkalmából egy különleges berendezéssel felszerelt *Chieftain* harckocsit is szerepeltettek. A berendezés a harckocsit alkalmassá teszi víz alatti átkelés végrehajtására. Az átkelés folyamán a járművezető számára a jármű irányításához szükséges utasításokat a parancsnok a harckocsitoronyra felerősíthető csőtoldatból kiemelkedve adja. A *Chieftain* harckocsi tornyába épített másik berendezés egy új, kettős célú kereső-sugárvető. Az AEI Electronics cég által kifejlesztett sugárvetőt a harckocsin kívül a haderő egyéb harcjárművein is alkalmazzák. A kettős üzemű sugárvető intenzív fehér fénnyel vagy infravörös sugárzással világítja meg a célokat.

5,56 mm-es kézifegyverek

Az *XM–16E1* jelű géppisztolyból fejlesztették ki az 5,56 mm-es *CAR–15 Commando* típusú géppisztolyt tisztek számára. A kis helyszükségletű fegyver tár nélküli súlya 2,60 kp, hossza pedig behajtott válltámasszal mindössze 68,5 cm. A 25 cm hosszú csőre hangtompítót és lángrejtőt szereltek. A fegyver hossza kihúzott válltámasszal együtt 77 cm, a válltámasz végének és az elsütő billentyűnek a távolsága azonos az *XM–16E1*-ével. Tűzgyorsasága 800–850 lövés percenként. Lőszerellátását 20, újabban 30 töltény befogadására alkalmas, íves tárból biztosítják. Az eddig legyártott 5,56 mm-es *M–16* és *XM–16E1* fegyverekhez kiegészítőleg 40 mm-es *XM–148* gránátvetőket készítenek. A fegyvercső alá szerelhető, csőfarzáras vetőcső egyes lövések leadására alkalmas. A kézifegyver súlyát 1,40 kp-dal növelő vetőcső legnagyobb lőtávolsága 400 m. Az összetett kézifegyver így pontlövésre és területűz leadására egyaránt használható. Kísérletképpen mindkét kézifegyvert korlátozott számban alkalmazzák a vietnami amerikai csapatoknál.



A modern rejtjelzéstan

Nincs olyan ország, amelyben ne törekednének más országok által titkolni próbált információk megszerzésére. Az információszerzés leghatékonyabb módja a rejtjelezett szövegek megfejtése. A kódolt rádióhírek manapság olyan nagy mennyiségű titkos információt tartalmaznak, hogy a rejtjel-megfejtők (kripto-analitikusok) több hírt „fognak", mint amennyit az ügynökök ellopni képesek. Mivel emellett ezt a híranyagot szigorú ellenőrzéssel elemzik, sokkal megbízhatóbb információkhoz jutnak ezen a módon, mint az ügynökök útján szerzett anyagból.

Nyilvánvaló, hogy az efféle tevékenységre vonatkozó információk maguk is titkosak, mégis eleget tudunk róla, hogy mértékére következtethessünk. Az Egyesült Államok Külügyminisztériuma havonta tízmillió rejtjelezett szót küld és kap. A Nemzeti Biztonsági Hivatal (National Security Agency), amely az Egyesült Államok számára a rejtjelezett szövegeket fejti, állítólag 12 ezer alkalmazottat foglalkoztat, évi költségvetése pedig kétszerese a Központi Hírszerző Hivatal (Central Intelligence Agency) költségvetésének.

A rejtjelezett szövegek megfejtése gyakran hatott a történelem menetére. Az I. világháborúban az angolok megfejtették a német diplomáciai kódokat is, így elolvashatták a hírhedt Zimmermann-táviratot, amelyben Németország három amerikai államot ajánlott Mexikónak, ha ez Németország oldalán belép a háborúba. A legtöbb történész egyetért abban, hogy ez a leleplezés adta a végső lökést ahhoz, hogy az Egyesült Államok belépjen a háborúba. A keleti fronton a németeknek többször is sikerült megfejteniük az oroszok rejtjel szövegeit, s ez is hozzájárult a cári seregek katonai vereségéhez. A II. világháborúban az amerikai kripto-analitikusok megfejtették a legfontosabb japán haditengerészeti kódot, s ez elősegítette az amerikaiak győzelmét a döntő fontosságú Midway-i ütközetben. A japán kereskedelmi flotta kódjának megfejtése megkönnyítette az amerikai tengeralattjáróknak, hogy súlyos csapásokat mérjenek a japán hajózásra.

Azok a titkos üzenetek is alakították az eseményeket, amelyek ellenálltak a kripto-analitikusok erőfeszítéseinek. 1940-ben és 1941-ben Japánból Richard Sorge az ötszámjegyű számjelcsoportok ezreit továbbította a Szovjetunióba, amelyeket a japánok felfogtak ugyan, de megfejteni nem tudtak. Ezekből a hírekből értesültek a szovjet vezetők arról, hogy Japán nem intéz támadást a Szovjetunió ellen, hanem déli irányban tör előre. Ez az információ lehetővé tette a szovjet hadvezetés számára, hogy hadosztályokat csoportosítson át Keletről, amelyeket azután Moszkva védelmére vethettek harcba.

A kriptográfia két alapvető módon alakítja át az eredeti szöveget: keveréssel és helyettesítéssel. Keverés esetén a nyílt szöveg betűit összekeverik vagy más sorrendben állítják össze. A „secret" (=titkos) szót például így lehet keverni: *etcres*. Helyettesítés alkalmával az eredeti szöveg betűit más betűkkel, számokkal vagy tetszőleges jelekkel helyettesítik. A „secret" szót így is meg lehet adni: *tfdsdu*, de így is: 19 5 3 18 5 20. A keverést és a helyettesítést kombinálni is lehet.

A helyettesítő rendszerek, amelyek igen változatosak és sokkal általánosabban terjedtek el, mint a keverő rendszerek, a rejtjel-ábécé elvén alapszanak. Ez az ábécé egyenértékű – ekvivalens – jelek listáját tartalmazza, amelyek segítségével a betűket titkos formába öntik.

Ezt az elemi rendszert könnyen meg lehet fejteni, feltéve, hogy a közlés néhány szónál többet tartalmaz. Ennek az az oka, hogy valamennyi írott nyelv különféle betűi jellemző előfordulási gyakoriságot mutatnak. Bármilyen nagyobb terjedelmű angol szövegmintában nyolc betű közül többnyire az egyik az angol nyelv leggyakoribb betűje, az „e" lesz, tizenegy betű közül egy a „t" lesz, a második leggyakoribb és így tovább. Ez lehetővé teszi a rejtjelfejtő számára, hogy az eredeti szöveg betűit a maguk rejtjel-alakjában ismerje fel. Feltételezheti ugyanis, hogy a leggyakoribb rejtjelbetű valószínűleg az „e"-t jelöli, a második leggyakoribb a „t"-t stb.

A jellegzetes gyakoriság a kettős betűkombinációkra, bigrammokra is érvényes.

Ez a helyettesítés alapvető rejtjel-fejtési formája. A módszert több mint ötszáz esztendeje ismerik és gyakorolják. Bizonyos értelemben a kriptológia egész története nem egyéb, mint a rejtjelkészítők – kriptografusok – és a rejtjelfejtők vetélkedése.

A rejtjelkészítők egyik legrégebbi és magától értetődő fogása az volt, hogy egy betűre egynél több helyettesítőt alkalmaztak. A rejtjelző az „e" betűt a számos azonos hangot jelölő betű (homofón) bármelyikével helyettesítheti, pótolhatja azonban többszörös helyettesítő jelekkel is, pl. a 16, a 23, a 98 vagy az 55 jelekkel.

Olaszországban 1466 táján Leo Battista Alberti új kriptográfiai alapelvet fektetett le, amely a legtöbb modern rejtjelző rendszer alapja. Rendszerét, amely egyetlen közleményre bizonyos számú rejtjel-ábécét használ, polialfabetikus, vagyis több-ábécés eljárásnak nevezik.

Ezt a rendszert Johannes Trithemius fejlesztette tovább oly módon, hogy minden egyes betűhöz külön ábécét használt, és sorrendben valamennyi ábécét alkalmazta. Ezt progresszív módszernek nevezik. 1553-ban Giovanni Battista Belasco egyszerű és biztos módszert talált arra, hogy miként jelezze az alkalmazott ábécét. Kulcsszót használt, melyre könnyen lehetett emlékezni és amelyet könnyen meg is lehetett változtatni. Az üzenet rejtjelzésekor a kulcsszót ismételten a nyílt szöveg betűi fölé írta, a kulcsszó mindegyik betűje ekkor azt a rejtjel-ábécét jelölte, amely az alatta levő nyílt szöveg betűjét rejtjelezte. A címzettnek a szöveg megoldásakor egyszerűen fordított sorrendben kellett eljárnia.

Ez a rejtjelzési módszer mintegy 300 éven át lényegében változatlan maradt. Minthogy azonban az eljárás fárasztó volt, és hibákra is alkalmat adott, a kriptográfusok ragaszkodtak a kidolgozott homofón rendszerekhez, ahol a helyettesítő jeleket használták fel kettős jelek, mássalhangzók, közönséges szavak és nevek jelölésére. A távíró feltalálása azonnali helyesbítéseket tett lehetővé, és megnövelte a változtatható rejtjelek iránti érdeklődést is. Olyan igény volt ez, amelynek kereteibe a polialfabetikus módszer bámulatosan beleillett. Bizonyára ennek eredményeként alakította ki 1863-ban Friedrich Kasiski német őrnagy a változó kulcsú polialfabetikus rejtjelek általános módszerét.

Kasiski megfejtési módszere azon a tényen alapszik, hogy azonos okok azonos hatást eredményeznek. Amikor az ismétlődő kulcsnak ugyanazt a részét arra használják, hogy az eredeti szöveg egy ismétlődő részét rejtjelezzék, a rejtjelezett szöveg mindkét esetben ugyanaz lesz. Például:

kulcs: LABLABLABLAB

szöveg: a t t a c k a t d a w n

(=támadás hajnalban)

rejtjelek: *LN*YLSV*LN*CLPW

Az „at" szó kétszer fordul elő az eredeti szövegben, és történetesen mindkét alkalommal a LA kulcsbetűk helyettesítik a rejtjel-ábécében. Az L-ábécé az „a"-t „l"-lé változtatja, az A-ábécé pedig a „t"-t „n"-né. Mivel a kulcsot több alkalommal ismételték, mielőtt segítségével a második „at"-et rejtjelezték volna, a távolság a megismételt LN-ek között arra is utal, hányszor alkalmazták a kulcsot és arra is, hogy mi a kulcs hossza – ez utóbbi nagyon értékes adat. Ha a rejtjelfejtő elegendő ismétlésre bukkan, meghatározhatja, hogy a kulcsok közti távolságnak mely szám a legkisebb közös osztója. Így pl., ha olyan ismétlésekre lel, amelyek 18, 36, 42 és 60 betű távolságra vannak, azt is felismerheti, hogy mindezek a számok a 6 többszörösei, következésképp a kulcsszó hat betű hosszúságú. Ezek után a rejtjelszöveg betűit hat csoportba sorolhatja, amelyek mindegyikét egyetlen kulcsbetűvel rejtjelzik, vagyis egyetlen rejtjel-ábécével. A rejtjelfejtő most már mindegyik csoportot a betű előfordulásának gyakorisága szerint vizsgálhatja, éppúgy, amint azt az egyszerű monoalfabetikus rejtjelzés alkalmazásakor tenné.

A Kasiski-módszer, amellyel a polialfabetikus rejtjeleket megfejtették, arra ösztönözte a kriptografusokat, hogy ötletesebb rejtjelző módszerekkel próbálkozzanak. A szakértők nem ismétlődő ún. futókulcs (running key) használatát javasolták. Ilyen lehet pl. egy adott könyv szövege. 1883-ban azonban Auguste Kerckhoffs francia nyelvtanár kidolgozta a polialfabetikus rejtjelek általános megoldásának módszerét. Eljárását egymásra illesztésnek (szuperimpozíciónak) nevezik.

A rejtjelfejtő a lehallgatott szövegben két vagy több azonos rejtjeltöredéket keres. Ez jelzi majd, hogy a futókulcsnak ugyanazzal a szakaszával rejtjelezték-e az eredeti szöveg egy ismételt töredékét. Más módon is felfedezhető, hol alkalmazták a futókulcs azonos szakaszát két vagy több közlés rejtjelzésére. Meg kell oldani az indikánsoknak azt a rendszerét, amelynek révén az egyik fél közli a másikkal, hol kell elindulni a futókulccsal a kulcskönyvben.

A rejtjelfejtő ezután a rejtjelszövegeket úgy rendezi, hogy azok a részek, amelyeket a futókulcsnak ugyanazzal a szakaszával rejtjeleztek, egymás alá kerüljenek. Ezzel a művelettel oszlopokba gyűjtik az azonos kulcsbetűvel rejtjelzett betűket, ezáltal olyan betűoszlopok keletkeznek, amelyek mindegyikét monoalfabetikusan rejtjelezték. A rejtjelfejtő minden oszlopot a betűk előfordulási gyakorisága alapján vizsgál, és ilyen módon jut az eredeti szöveghez.

Megfelelő hosszúságú adott oszlopok esetében Kerckhoffs egymásra illesztős módszere – egyet kivéve – bármilyen polialfabetikus rejtjelzést megold. És ez az egyetlen rejtjelzés, amely elméletileg megoldhatatlan.

1914 táján az Egyesült Államok hadseregének híradó iskoláján Parker Hitt százados megfigyelte, hogy az a kulcs, amely sohasem ismétlődik, ellenáll a szuperimpozíciós módszernek. Az ilyen kulcs mégis megfejthető, ha érthető szövegből áll. Ezt 1917-ben William F. Friedman bizonyította be, aki olyan rejtjeles szövegeket fejtett meg, amelyeket nem ismétlődő, de összefüggő futókulccsal alkottak.Lényegében Friedman mind a kulcsot, mind az eredeti szöveget „keresztbe fejtette", amikor az egyiket a másik ellen játszotta ki. Hitt és Friedman munkájának közös végkövetkeztetése, hogy az egyetlen megfejthetetlen rejtjelzés az, amely sohasem ismétlődő kulccsal történik, amelynek nincs értelme és nem képvisel valamilyen ábrát (idomot).

Joseph O. Mauborgne híradó hadnagy is erre a következtetésre jutott, amikor 1918-ban ábrát nem képviselő, a végtelen kulcs elvét rejtjelző gépet használt fel, amelyet az American Telephone and Telegraph Company munkatársa, Gilbert S. Vernam talált fel. A gép a távgépíró elvén alapult és a kulcsot lyukasztott távírószalag formájában készítette el. Az impulzusokat a szalagon levő lyukak képviselték, amelyeket önműködően adtak hozzá a nyílt szöveg távíróimpulzusaihoz. A vevőnél azonos kulcsszalagú gép vonta ki a kulcsimpulzusokat a rejtjelzett szöveg impulzusaiból. Vernam gépe volt az első, amely egyetlen művelettel automatikusan végezte a rejtjelzés és a leadás munkáját. Automatikus jellege bámulatosan alkalmassá tette a gépet arra, hogy a végtelen hosszú, véletlenszerű kulccsal megbirkózzék, erre volt ugyanis szükség ahhoz, hogy a kódolt szöveget ne lehessen megfejteni. Kívülálló csak úgy fejthette meg a közlést, ha maga a kulcsszalag is a kezébe került.

Képes-e a rejtjelmegfejtő arra, hogy minden lehetséges kulcsot végig próbáljon, amíg érthető közléshez nem jut? A válasz: nem. Tegyük fel, hogy négybetűs kriptogramot kap, amelyet AAAA-tól ZZZZ-ig terjedő minden lehetséges négybetűs kulcs segítségével próbál megfejteni. A végén arra a következtetésre kell jutnia, hogy valamennyi nyelv valamennyi négybetűs szavát összegyűjtötte – közötte sok zagyvalékot is –, minthogy pedig nem lenne oka arra, hogy a kulcsok bármelyikét előnyben részesítse a másikával szemben, listáiból ugyanúgy nem lenne képes kiválasztani az eredeti szöveg szavait, mint egy szótárból.

A diplomáciai és a titkos ügynöki üzenetváltásban mégis az „egyszeri" rendszernek fontos szerepet szánnak. Németország volt az első ország, amely ezt a rendszert alkalmazta, amikor a huszas években külügyminisztériuma megkezdte az „egyszeri blokkok" alkalmazását. Ezek ívekre nyomtatott, találomra kiválasztott számokból álltak, amelyeket blokkokká fűztek össze. Egyszeri használat után minden ívet letéptek és megsemmisítettek. A Szovjetunió a harmincas években vezette be az egyszeri rendszert diplomáciai levelezésében. A II. világháború idején Sorge egy német kereskedelmi statisztikai könyvből vette kulcsszámait egyszeri rendszeréhez. A háború óta az ügynökök szemmel láthatóan a tiszta egyszeri rendszert használják. Felhasználnak cigarettavég nagyságú tekercsekre írt és öngyújtóba rejtett kulcsszámokat, postabélyeg nagyságú kulcsszám-könyveket, amelyeket részben fekete, részben vörös színnel nyomtatnak feltehetőleg azért, hogy az adókulcsokat megkülönböztessék a vevőkulcsoktól. Az egyszeri rendszer használói között találjuk az amerikai külügyminisztériumot, az Egyesült Nemzetek Szervezetét és a Nemzetközi Pénzalapot. A Washington és Moszkva közötti „forró dróton" Vernam-típusú mechanizmussal biztosítják a közleményeket, és egyszeri szalagot használnak.

Mindenesetre, az egyszeri rendszer gyakorlati nehézségei arra vezették a kriptografusokat, hogy más rejtjelrendszert is alkalmazzanak. Az egyszeri rendszerek közül ma a legjobb a rotor-gép, amelyet az amerikai Edward H. Hebern talált fel, majd tőle függetlenül néhány éven belül a holland Hugo Koch, a svéd Arvid G. Damm és a német Arthur Scherbius.

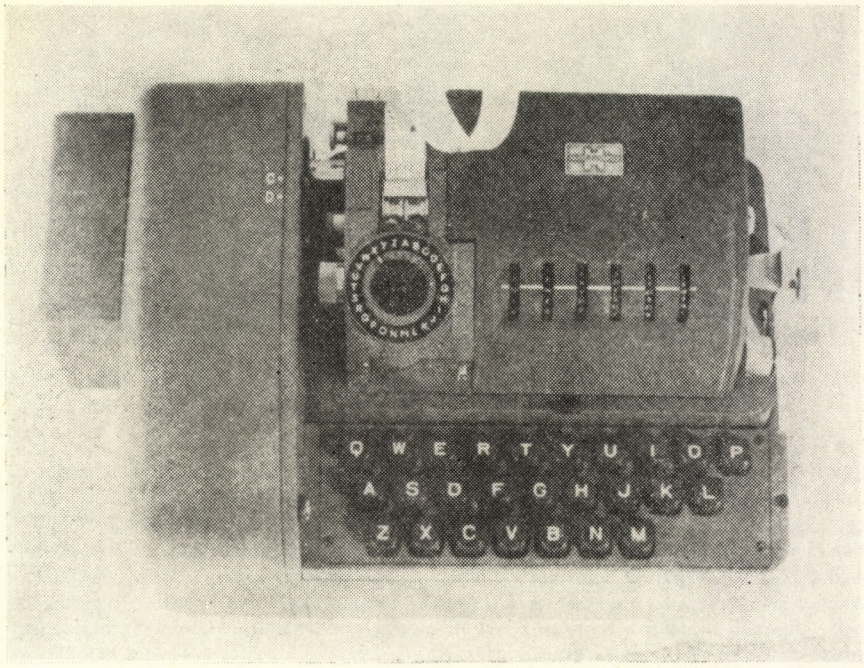
A rotor keménygumi vagy műanyag korongokból álló szerkezet. A korongok rendszerint 75 mm átmérőjűek, s az egyik oldalon elhelyezett 26 villamos érintkezőt véletlenszerű módon huzal köti össze a másik oldal 26 érintkezőjével. Ugyanazon a tengelyen több – néhány modellnél nyolc – korong is pörög. Amikor a rejtjelző a gép író-klaviatúráján lenyom egy nyílt betűt, az elektromos áram bonyolult utat jár be a korongsoron keresztül, és a rejtjelbetűnél köt ki. Minden betű rejtjelezése után egy vagy több korong egy vagy több lépéssel továbbfordul, új áramkört, s ennélfogva új helyettesítő rejtjelet is létesít.

Nyolc korong teljesítménye akkora, hogy nyolc polialfabetikus rejtjelet halmoz egymásra. Ennek eredményeként 26^8, azaz több mint 200 milliárd betű rejtjelezése válik lehetővé, mielőtt az első rejtjel-ábécé ismétlődnék. Annak a rejtjelfejtőnek, aki a Kasiski-féle megoldást kívánja alkalmazni olyan szövegekre, amelyeket egy nyolc koronggal felszerelt gép kódolt, 40-szer vagy 50-szer 26^8 betűre van szüksége ahhoz, hogy a minden ábécé szerinti megfejtéshez elegendő betűhöz jusson, s elvégezhesse a gyakorisági vizsgálatot.

A megoldáshoz megkívánt mennyiség körülbelül ugyanannyi, mint a Kerckhoffs-féle szuperimpozíciós módszerben.

Mivel a rotor-rejtjelek általános megoldásához több betűre lenne szükség, mint amennyi valaha is hozzáférhetővé válhatnék, a rejtjelfejtő kénytelen különleges megoldásokra szorítkozni. A rejtjelfejtő megbecsüli vagy valamilyen módon megszerzi az eredeti szöveg egy részét. Ez nem túlságosan nehéz feladat. A külügyminisztériumban az idegen állam követének átadott diplomáciai jegyzék szövege összehasonlítható a követség által rejtjelezett változattal, egy katonai jellegű közlés pedig – amely az előretolt harcálláspontnak szól, s amelyet támadás követ – minden bizonnyal a támadási parancsot tartalmazta. A rejtjelfejtő tehát a továbbiakban a koronghuzalozást matematikai képletekké alakítja át, amelyek száma természetesen még ismeretlen. Ezt úgy végzi el, hogy megszámolja a távközök mennyiségét a belépő és kilépő érintkezők között. A 3-as számú belépő érintkezőtől a 10-es számú kilépő érintkezőhöz vezető huzal pl. hetes eltolást eredményez. Ekkor két olyan rejtjelet választva ki, amelyek ugyanazt a rejtjelezett betűt adják eredményül, már felállítható egy szimultán egyenletrendszer, amelyben az eredeti szövegbetű (számalakban) plusz a koronggeltolás ismeretlen értékei a rejtjelbetűvel egyenlők (ugyancsak számalakban). Ha elegendő szöveg áll rendelkezésre, ezek az egyenletek megoldhatók, és a korongok kapcsolása rekonstruálható. Friedman a húszas években elsőként oldotta meg egy Hebern-gép rotorának működési elvét.

Ezek a vizsgálatok tették lehetővé Friedman és a hadsereg rejtjelfejtői számára, hogy 1940 augusztusában megfejtsék a Purple (=Bíbor) fedőnevű japán koronggrendszerű rejtjelzőgépet, amely sok információval szolgált a japánok szándékairól Pearl Harbor előtt és után. A II. világháborúban a Szovjetunió megfejtette a Scherbius-tervezte négykorongos német Enigma-gép működési elvét, s ebben bizonyára a fenti alapvető módszert alkalmazta



1. kép. A Hagelin-féle gép korszerűsített változata. Minden reitjelzett betűt eredeti szöveg-megfelelőjével együtt kettős szalagra ír. Megfejtéskor a rejtjelzett szöveget kell gépelni, s ekkor megjelenik az eredeti szöveg.

Az elmúlt húsz esztendőben a rotorgépek sokkal finomabbak lettek, mint akár a Purple, akár az Enigma. A szimultán egyenletek bonyolultsága, amellyel az új gépek által szolgáltatott rejtjelszövegek megfejtésekor kell dolgozni, olyan mértékű, hogy a rejtjelfejtőknek elektronikus számítógépeket kell használniuk. Ráadásul a rejtjelfejtő munka terjedelme is annyira megnőtt, hogy a National Security Agency állítólag több számítógéppel dolgozik, mint bármely más szervezet a világon. Nemcsak arra használják ezeket, hogy rejtjeleket fejtsenek meg, hanem arra is, hogy rejtjeleket alkossanak. Annak meghatározásához, hogy a számos kriptográfiai variáció közül melyik jelenti a legnagyobb biztonságot, a rejtjelfejtőknek el kell készíteniük e variánsok, változatok matematikai modelljeit, és számítógépekhez kell folyamodniuk, amikor kipróbálják az eredményt.

Az egyszeri rendszereken és a rotorrendszereken kívül egy harmadik polialfabetikus rendszer is nagyon népszerű, mert egyszerűbb és olcsóbb, bár kevésbé biztonságos. A rendszert Boris C. W. Hagelin svéd gépészmérnök találta fel. Lényege egy változtatható fogakkal felszerelt szerkezet, amelyben a fogak változtatható számú közökön keresztül rejtjel-ábécét hajtanak. Hagelin gépe olyan módon teremti a variációkat, hogy ismétlés nélkül rejtjelez 2,8 milliárd betűt. Hagelin gépének egyik régebbi típusát használta az amerikai hadsereg középszintű hírközlésre a II. világháborúban. A Hagelin-cég ma mintegy 60 országban árusítja gépeit.

Mindezek a rendszerek egyszerre egyetlen betűt rejtjeleznek, s ennél fogva monografikusnak nevezhetők. Olyan poligrafikus rendszerek is léteznek, amelyek egyszerre egy vagy két betűt kódolnak. A legjobb bigrafikus rendszert a múlt században Wheatstone, a neves angol fizikus alkotta meg, és barátjáról, Lyon Playfairről nevezte el.

A Playfair-gépben a rejtjelzést ötször ötös elrendezésű betűk biztosítják: egyszerre két betűt lehet kódolni. Minden egyes bigram a maga egészében felel meg az eredeti szöveg bigramjának, s elemei nem tekinthetők különálló tagoknak. Ilyenformán a „th"-t „AB"-ként lehet rejtjelezni, a „ti" pedig pl. „OK" lehet. A betűk tömbönkénti elrendezése adja a kulcsot. Az angolok a Playfairt használták az I. világháború egyik szakaszában.

A poligrafikus rendszerek nagyobb biztonságot nyújtanak, mint a monografikusok, mert jobban ellenállnak a gyakorisági (frekvencia) vizsgálatoknak. Egy bigrafikus rejtjel-ábécé 26^2, vagyis 676 betűpárt tartalmaz. Ez annyit jelent, hogy a rejtjelfejtőnek 26 helyett 676 elemmel kell számolnia, és az elemek jellegzetessége csekélyebb hangsúlyt kap.

Az egy időben több betűt rejtjelező rendszerek a bigrafikusnál még nagyobb biztonságot nyújtanak. Lester S. Hill amerikai matematikus 1929-ben olyan algebrai-poligrafikus rendszert dolgozott ki, amely egyszerre tetszés szerinti mennyiségű betűt rejtjelez.

Az eddig leírt rendszereket sifreknek szokás nevezni. A kriptográfiának azonban van egy másik fő ágazata is: a kód. A kód néhány száztól tízezrekig terjedő „eredeti szövegelem" gyűjteményből (listából) áll, amelyek lehetnek szavak, kifejezések, szótagok, számok, s ezek mindegyikéhez titkos megfelelőjét kapcsolják, rendszerint betűk vagy számok rövid csoportjának formájában.

A kódot gigászi monoalfabetikus sorozatot helyettesítő tényezőnek tekinthetjük abban az értelemben, hogy mindkettő a megfelelő értékek egyetlen sorozatát alkalmazza. A kód és a sifre közti különbség

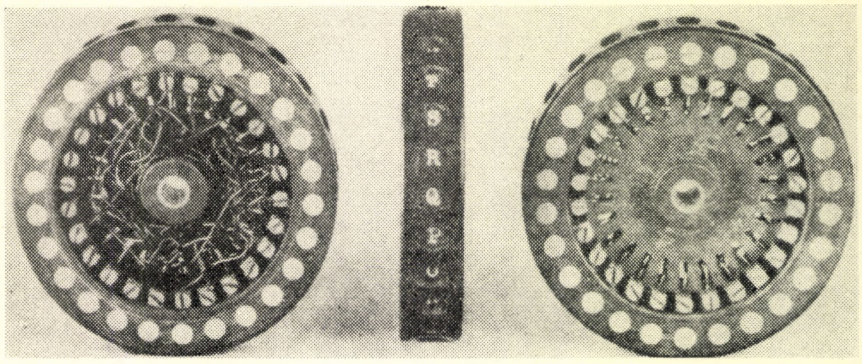
2. kép. E. H. Hebern 1917-ben szerkesztette a rotor-gépet. A kép az 1928. évi javított modellt ábrázolja.

lényegében a lista hosszától függ, elméletileg nem lehet közöttük éles határvonalat húzni. Gyakorlatban azonban nagyon is különbözők. A kriptológusok néha azt mondják, hogy a kód változtatható hosszúságú nyílt szövegelemekre, a sifre viszont állandó hosszúságú elemekre vonatkozik. Behatóbb és célszerűbb megkülönböztetés talán, ha azt mondjuk, hogy a kód nyelvi egységeket érint, a sifre pedig nem – a sifre pl. a „the" (=a, az) szóban elválasztja a „t"-t a „h"-tól. Több rejtjelfejtő intézmény külön osztályt tart fenn a kódok, illetve a sifrek megfejtésére. A kódosztályon főként nyelvszakértők, a sifreosztályon pedig matematikusok dolgoznak.

A kód megfejtése főként úgy történik, hogy a szavak tartományára kiterjesztik azokat a technikai módszereket, amelyeket a betűk tartományában a monoalfabetikus helyettesítésre használnak. Nagy szerephez jutnak az ismétlések és a sztereotip kifejezések, az első lépést gyakran azoknak a kódcsoportoknak azonosítása jelenti, amelyek a pontokat, a gondolatjeleket képviselik, s így hangsúlyozzák a közlés struktúráját.

Hogy még nehezebb legyen a dolog, a kódokat gyakran felülrejtjelzik: a kódszavakat vagy kódszámokat valamely sifre rendszerrel teszik titkosabbá, mintha csak közönséges nyílt szövegből állnának. A rejtjelfejtők mégis meg tudják fejteni a felülrejtjelzést, voltaképpen tehát olyan sifreket fejtenek meg, amelyek eredeti szövege maga is kód volt.

Az ilyen mesterfogások láttán az embernek arra kell gondolnia, hogy az egyszer használt szalag esetén kívül nem létezik megfejthetetlen rejtjelzés. Elméletben ez



3. kép. A rotor-gép villamos érintkezőit a huzalozás véletlenszerű módon köti össze a másik oldal 26 érintkezőjével.

igaz, a gyakorlatban azonban nem. A rotor-rendszerek olyan rejtjeleket termelnek, amelyeket senki sem képes megfejteni. Ehhez persze megfelelő módon kell eljárni. A kulcselemeket gyakran, talán óránként is variálni kell. Ha akár a kulcselemeket rosszul választják ki, akár a rejtjelző követ el hibát és ezért válik szükségessé ugyanannak az üzenetnek újbóli rejtjelzése, a rejtjelfejtők előtt alkalom nyílik a rendszer megfejtésére. Az ilyen emberi hibák nem ritkák a kisebb országok hírforgalmában, és főként ezek a tévedések azok, amelyek a rejtjelfejtőket napjainkban foglalkoztatják. A nagyhatalmak csaknem mindig körültekintően kezelik a titkos üzeneteket, közléseik titkosságát ritkán sértik meg.

A közlések titkossága nem szorítkozik az írásos anyagra – alkalmazható a beszédre és képekre is. A távbeszélő- vagy a rádiójelek keverőkkel torzíthatók, ezáltal a magas hangfrekvenciák alacsonyakká válnak. Megváltoztatják ezen kívül a beszéd szabályos hangerejét, a hangokat szeletekre szabdalhatják és keverhetik, vagy több ilyen módszert kombinálhatnak is. Néhány legújabb keverő impulzus–kód modulációt alkalmaz, amely a hangjeleket digitális impulzusokká alakítja át, majd az impulzusok rejtjelezhetők. A video-keverőket az előfizetéses televízióban is használják, hogy a képsugárzást azon nézők számára felismerhetetlenné tegyék, akiknek nincs keverés-elhárítójuk.

Mit rejt a jövő? Új távközlés lehetőségek nyílnak, amilyent pl. a laser nyújt, s ekkor az alapvető nyelvi nehézségekhez a technikai bonyolultság új problémája is hozzájárul. Mindez nem csökkenti majd a titkosság szükségességét. Valószínű, hogy a rejtjelzéstan tudománya még nagyon sokáig fennmarad.

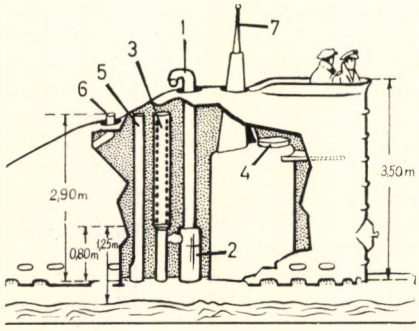
(D. Kahn cikkének kivonatos fordítása a Scientific American 1966. júliusi számából.)

Mi okozta a *Hai* tengeralattjáró katasztrófáját?

A Német Szövetségi Köztársaság államügyészsége négy álló hónapig vizsgálta azokat az okokat, amelyek a *Hai* tengeralattjáró katasztrófájához vezettek 1966. szeptember 14-én, az Északi-tengeren. Egy dolog ma már bizonyos: a beáramló tengervíz a légbevezető nyíláson át jutott a hajótérbe, tehát a katasztrófát elsősorban a levegőellátó rendszer módosítása okozta.

A nyugatnémet Haditechnikai Hivatal utasítására a hamburgi Blohm és Voss hajógyár munkatársai a *Hai* tengeralattjáróba új Diesel-motort építettek be, a hajó törzsét 1,2 méterrel meghosszabbították, és módosították a hajó légbevezető csövét s.

A szerencsétlenség körülményeinek áttekintéséhez ismernünk kell a *Hai* légbevezető rendszerét. Az átépítéskor eltávolították a Diesel-légbevezető cső légzőcső-



1. ábra. A tengeralattjáró légbevezető rendszerének átalakítása

1 — *légzőcső;* 2 — *légzőcső-akna;* 3 — *az átépítéskor eltávolított Diesel-légbevezető;* 4 — *torony-nyílás;* 5 — *Diesel-légkivezető;* 6 — *Diesel-kipufogó akna;* 7 — *periszkóp*

akna fölötti részét, és a nyílást vakkarimával zárták el (1. ábra).

Víz alatti haladáskor a kitolt légzőcsövön (Schnorchel) keresztül történt a légellátás. Ez a cső maximálisan 6 méterre tolható ki a hajótest fölé. Bevezető nyílását — mélyebb merülés alkalmával — egy úszó golyós szelep biztonságosan elzárja, az alsó végén levő profiltömítés pedig a légzőcső-akna nyílását zárja el.

Vízfelszínen való haladáskor a levegő akár a nyitott toronyfedélen, akár a légzőcső-akna nyílásán át, vagy pedig közvetlenül a Diesel-légbevezető csövön keresztül juthat a hajtóműtérbe.

Az átalakítás előtt a tengeralattjárónak két, egymástól független levegőellátó rendszere volt, az egyik a Diesel-légbevezető csövön, a másik pedig a légzőcsövön (Schnorchel) és a légzőcső-aknán át jutta-

tott levegőt a gépterembe. Ilyenformán a Diesel-légellátás funkcióját is a légzőcső-akna és az ebben mozgatható légzőcső vette át.

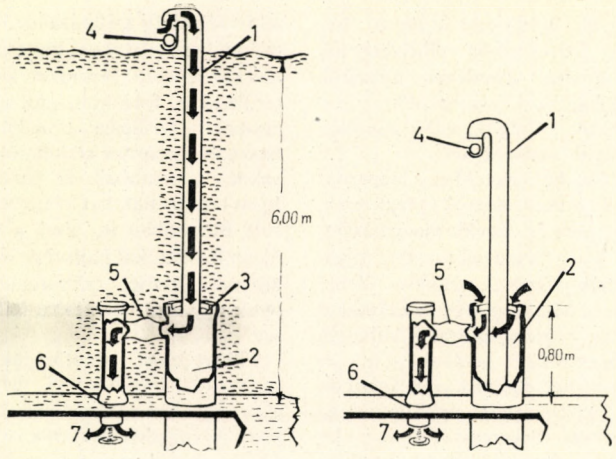
Víz alatti haladáskor a levegő a légzőcsövön, a légzőcső-aknán, a gyorszáró csappantyún és a lábszelepen át kerül a gépterembe (2. ábra). Vízfelszínen való haladáskor a légzőcsövet behúzzák, ekkor a levegő a légzőcső-akna nyílásán jut a tengeralattjáró belsejébe. De bejuthat víz is!

Ez volt az átalakított légbevezető rendszer döntő hibája. Az eredeti Diesel-légbevezető cső nyílása 2,9 méterre volt a hajótest, és 3,4 méterre a vízszint fölött. Ezzel szemben a légzőcső-akna csupán 0,7 méterrel emelkedett a fedélzet, és 1,3 méterrel a vízszint fölé.

A mindössze 232 tonnás *Hai* még nyugodt tengeren is mélyen merül a vízbe. 1966. szeptember 14-én pedig az Északi-tenger erősen hullámzott. Erős hullámzásban a víz már előző alkalmakkor is átcsapott a *Hai* kategóriájába tartozó tengeralattjárók fedélzetén, sőt a nyitott toronynyíláson is. Most, hogy a *Hai* légellátása az alacsonyan fekvő légzőcső-aknán át történt, nem csupán levegő, hanem tengervíz is került a hajótérbe.

A hullámverés okozta időszakos vízbetörést a legénység eleinte nem észlelte. Ráadásul a *Hai* légrekeszeit nem fúvatták ki egészen, s az amúgy is csekély felhajtóerő most olyan értékűre csökkent, mint víz alatti menetnél, sima tengeren.

Máig is kideritetlen, miért haladt a *Hai* azon a viharos éjszakán „alacsony légbevezetéssel". Ez az üzemmód semmiesetre



2. ábra. A tengeralattjáró átalakított légbevezető rendszere a víz alatti és a víz felszíni menetben

1 — *légzőcső;* 2 — *légzőcső-akna;* 3 — *profiltömítés;* 4 — *úszószelep;* 5 — *gyorszáró csappantyú;* 6 — *nyomásálló hajótest;* 7 — *gépterem*

sem volt megfelelő. Elegendő lett volna a levegőt a torony-nyíláson át nyerni, vagy – ha a hullámok ezen is átcsapnak – kitolni a légzőcsövet, amint azt víz alatti menetben szokták.

Az államügyészség vizsgálata és a haditengerészet szakértői arra a következtetésre jutottak, hogy a hajó parancsnoka, Wiedersheim fregatthadnagy a toronyban tartózkodott, s nem informálták arról, hogy a hajó a légzőcső-akna nyílásán át is kap levegőt – és vizet! Máskülönben aligha érthető, miért adott parancsot a *Hai* elhagyására Wiedersheim, amikor először értesült a vízbetörésről. Talán azt gondolta, hogy a tengervíz *alulról*, valami léken szivárgott a hajótestbe? A parancsnok mindenesetre még mindig megmenthette volna hajóját és legénységét. Mindössze be kellett volna záratnia valamennyi szelepet és nyílást, a betört vizet pedig nagyobb nehézség nélkül kinyomathatta volna a hajótestből.

A titok megoldása bizonyára nagyon egyszerű: a parancsnok azért nem volt képes felmérni hajója valóságos helyzetét, mert a legénység a parancsnok *tudtán kívül* üzemeltette a légzőcső-akna nyílását.

(*A Der Spiegel és a Stern közleményei alapján*)

A légpárnás siklóhajó – az angol katonai szakértő szemszögéből

A légpárnás siklóhajó, a hovercraft kiértékelési vizsgálatait vízen és többféle terepen elvégezték már, a trópusi őserdők, a dombok és a beépített területek érthető kivételével. Az új járművet alkalmazták már a tengeren és a tengerpart mentén, folyamokon és vízesések felett, partokon, mocsarakban és sivatagi terepen, végül jég- és hótakarón, —30 C°-tól 40 C°-ig terjedő hőmérsékleti határok között.

Már a kísérletek kezdetén bebizonyult, hogy ezek a járművek mire képesek és mire nem. Az tehát a kérdés, hogyan használhatók fel katonai célokra. A helyváltoztatásnak ehhez a teljesen új formájához azonban nem áll rendelkezésre olyan hadműveleti elképzelés, amelyből ki lehetne indulni, s hiányzik a megelőző hadműveleti tapasztalat is, amelyre ítélet volna alapozható.

Annak eldöntésére, hogy a mai légpárnás siklóhajók miként illeszthetők a fegyverrendszerbe, mindenekelőtt azt kell tisztázni, hogy melyek az előnyeik, s hol húzódnak korlátaik. Legkedvezőbb vonásuk persze kétéltű jellegükből ered, nevezetesen, hogy olyan terepet is átszelhetnek, amely más járművek számára járhatatlan. Vízen még viharos időben is felveszik a versenyt a leggyorsabb őrnaszádokkal, megfelelő időjárási körülmények között pedig a hagyományos vízi járművek valamennyi fajtáját felülmúlják.

Felépítményük könnyű és erős, a siklóhajók torpedóval sem sebezhetők, más fegyverek iránt is kevéssé érzékenyek; a felépítmény vagy az alváz megrongálódásakor is tovább tudnak üzemelni. Páncélzattal elláthatók, a légpárnás siklóhajók azonban „súlyérzékenyek" — túlzott páncélozásuk sokat levon teljesítményük értékéből.

Tervezésükben igen fejlett technika érvényesül, ezért költségesebbek és karbantartásuk is több figyelmet érdemel, mint a hagyományos szárazföldi és vízi járművek többsége. Mégis könnyebben tarthatók karban, mint a helikopterek. Irányításuk is egyszerűbb, s nincsen szükségük gondosan kiépített támaszpontokra vagy üzemanyagraktárakra.

El kell ismerni azonban, hogy a légpárnás siklóhajók jelenlegi nemzedéke eléggé zajos, mégis nagy terjedelmük ellenére az új járműveket könnyű álcázni, emellett nem mutatnak jó lokátor-célpontot. Száraz vagy homokos talajon ugyan porfelhőt vernek, ez azonban megfelelő vezetéstechnikával csökkenthető. Nedves terepen nem hagynak hátra nyomot. Tengeren nem vernek hullámokat, tengeralattjárókkal nehezen deríthetők fel, mert nincs sem vízbe merülő testük, sem működő hajtócsavarjuk.

Lokátorral felszerelve párában vagy köd-

ben, sőt éjszaka is egyként könnyen üzemeltethetők, fedélzetükön elhelyezhetők gépágyúk, irányított lövedékek, torpedók és aknák. A hajókkal összehasonlítva csekélyebb a hatótávolságuk, ezért azonban kárpótol nagyobb sebességük.

Szárazföldi hadműveletekben a légpárnás siklóhajók alkalmasak élőerők és fegyverek, készletek és egyéb felszerelés mozgatására, hajóról partra vagy a partok mentén, folyamokon és más járművek számára járhatatlan terepen. Mindegyik típus bevethető ilyen feladatok végrehajtására. Elláthatják automata fegyverekkel, például 7,6 mm-es vagy 0,5 hüvelykes géppuskával, valamint rakétákkal. Tűztámogatást nyújthatnak az általuk szállított lövészegységeknek; élőerőket persze csak terhelésüknek rovására vihetnek magukkal. Páncélzat is szerelhető a siklóhajóra, hogy oltalmat nyújtson az ellenséges kézifegyverek tüzével szemben.

A siklóhajók tízszerte nagyobb sebességgel haladnak vizen, mint a hagyományos kétéltű járművek. Nagy sebességük folytán kevesebb légpárnás siklóhajóra van szükség egy bizonyos mennyiségű rakománynak adott idő alatti szállításához, mint más járművek használatakor; így csökken az ellátási rendeltetésű járművek száma is. Parti területeken, folyókon, mocsarakban és jeges-havas területen a hadtáp-feladatokra használt légpárnás siklóhajók más járműveknél gyorsabbak és gazdaságosabbak. Ilyen tapasztalatokat szereztek többek között Borneóban is, ahol a siklóhajókkal olyan feladatokat hajtottak végre, amelyekhez máskülönben szállítórepülők és helikopterek együttes bevetésére lett volna szükség.

Előnyt jelent rejthetőségük is. Jól alkalmazhatók parancsnoki harcálláspontok gyors áthelyezésére. Mozgó harcálláspontként jól megfelelnek mocsaras vidékeken folytatott különleges támadó hadműveletek során. Mentési munkákban is beválnak a siklóhajók: alkalmasak sebesültek evakuálására, igen hasznosak természeti csapások idején, például árvizek alkalmával.

A tengeri hadműveletekben a közepes és a nagyobb légpárnás siklóhajók láthatnak el a jövőben új, érdekes és bonyolult feladatokat. Várakozhatnak vízen és szárazon, lesben állhatnak bármilyen partszakaszon. Ideális, gyors elfogó rohamjárművek. Lokátorral irányíthatók oly módon, hogy a lokátort a parton, magán a járművön vagy mindkét helyen helyezik el. Hatósugaruk korlátozott ugyan, de bármikor gyorsan térhetnek vissza ideiglenes támaszpontjaikra, hogy kiegészítsék fegyverzetüket vagy üzemanyagukat. Felhasználásuk nagyon is hasonlatos a helyből felszálló repülőgépekéhez.

Alkalmasak lehetnek tengeralattjáró-elhárításra és aknarakásra is. Rádiólokátorral, hidrolokátorral, híradórendszerekkel felszerelten a jövőben felhasználhatják majd a tengeralattjárók felderítésére. A siklóhajók lokátorai a vízfelszínhez közel helyezkednek el, tehát könnyen észlelik a tengeralattjárók periszkópjait, hirtelen felgyorsulásuk pedig előnyt jelent felderítő és támadó feladataik végrehajtásában. Fegyverzetük még tovább fejleszthető: vihetnek magukkal torpedót is.

(A. J. I. Poynder cikkének rövidített fordítása a New Scientist 1967. márc. 30-i számából)

A laser modulációja

A laser-sugár híradástechnikai felhasználásában a moduláció lehetőségei igen nagy fontosságúak. A modulációt külső vagy belső eljárással lehet végezni. A külső eljárásban a modulátor a laseren kívül elhelyezett, a fényhullám fázisát vagy frekvenciáját, esetleg a fény intenzitását befolyásoló berendezés. A belső modulálás magának a laser-sugárnak a fázisát, a frekvenciáját, vagy pedig a fény intenzitására ható tulajdonságát módosítja. Ez utóbbi módszer ugyan ma még nincs kidolgozva, de sokat ígérő lehetőség. Főleg a félvezető lasereken vannak távlatai. Itt a belső modulálás viszonylag egyszerűen valósítható meg.

Ma a külső modulációs módszereket alkalmazzák a leginkább, ezért ehelyütt közülük a legfontosabbakat mutatjuk be.

A modulátorok működése alapulhat magneto-optikai hatáson, piezo-elektromos hatáson, ultrahang-térben létrejövő fénysugár-diffrakción (ultrahang diffrakciós rács), a moduláló közeg abszorpciós élének villamos térrel való eltolásán, félvezetők villamos térrel indukált intenzitás-modulálásán, az elektromos tér hatására kettős törést (elektrooptikai hatást) mutató anyagok felhasználásán, a rezonátor módusainak elektrooptikai anyaggal való megváltoztatásán.

A legismertebb, legelterjedtebb módszerek az elektrooptikai hatás elvén alapulnak. A modulálás általában mikrohullámú frekvenciákkal történik, még akkor is, ha az információ hangfrekvenciás. Ilyenformán a modulátorok lényeges alkotóeleme a mikrohullámú áramkör; ez szolgáltatja a moduláló teljesítményt. A modulátorok nagy része csak impulzusüzemben működtethető, mert a moduláló közeg felmelegedése elhangolódást, torzítást és más üzemzavarokat okoz. Kis frekvencián a modulálás a kristályra felvitt elektródákkal végezhető. Mikrohullámon általában üregrezonátort vagy haladóhullámú szerkezetet alkalmaznak. A különféle haladóhullámú szerkezetekben a mikrohullámú tér párhuzamos a kristály tengelyével vagy arra merőleges. Egy vagy több mikrohullámú térrel, egy vagy több egymás után elhelyezett kristállyal lehet dolgozni. A folyadékos Kerr-modulátorokban a moduláló közeg nitrobenzol, széndiszulfid vagy más szerves folyadék lehet. Az optikai rendszer készülhet kizárólag csak polarizátorokból, vagy polarizátorokból *és* késleltető rendszerekből.

Az itt használt kristályok piezo-rezonanciája határt szab a kis frekvenciákon történő működtetésnek. A modulációt többnyire 1 GHz frekvencián végzik. Detektorokként haladóhullámú fotocsöveket, dióda-detektorokat, félvezetőket, foto-elektronsokszorozókat lehet felhasználni.

A legfontosabb módszerek az elektrooptikai, a piezoelektromos, az ultrahang, a magnetooptikai és az infravörös moduláció. Meg kell jegyeznünk, hogy az utóbb említett két eljárás az elvi kutatási szinten még nem jutott túl. A felsoroltak közül ez idő szerint az elektrooptikai kristályos moduláció látszik a legmegfelelőbbnek.

Elektrooptikai moduláció

Az elektrooptikai modulátorok működése a modulálandó fényhullám anizotróp nem lineáris közegben történő terjedése elméletén alapszik. A fényhullám viselkedése a kisfrekvenciás tér hatásától függ, de e térre visszahat. Ha a moduláló frekvencia sokkal kisebb a fény frekvenciájánál, akkor a moduláló tér fényhullám közbeni megváltozása elhanyagolható.

A modulátorok kialakításakor figyelembe kell venni az elektrooptikai állandót, a törésmutatót és a dielektromos állandót. A fényút megengedhető eltérései meghatározzák a berendezésbe belépő fénysugár nyílásszögét (apertúráját) és azt a pontosságot, amellyel az optikai tengelyt a fényúttal egybe kell ejteni.

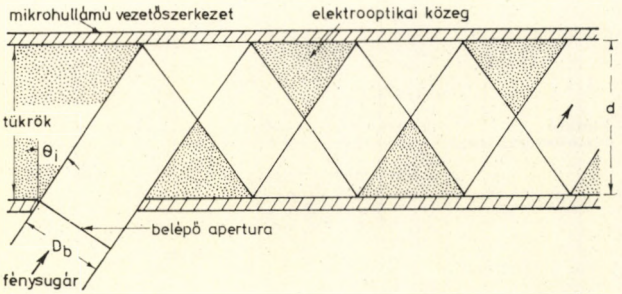
Valamennyi elektrooptikai modulátor — fázismodulátor. A moduláció kristályos és folyadékcellás rendszerekkel valósítható meg. A legismertebb kristályos rendszerek csoportjába az üregrezonátoros, valamint az egy- és kétkristályos modulátorok tar-

toznak. A folyadékcellás moduláció alapja az elektromos Kerr-cellában lejátszódó elektrooptikai hatás.

Az üregrezonátoros modulátorokban a fényhullám és a rezonáló tér kölcsönhatása a rezonáló tér összpontosított kapacitásában következik be. A kristályt a gyűrűs rezonátor kapacitív részében helyezik el; ennek az optikai tengelye megegyezik a villamos tér irányával. Ebben az irányban terjed a fény is. A fény a kristály egyik síkja mentén polarizált lévén, a rezonátor után elliptikusan polarizálttá válik. A fénykomponensek fáziseltolódása arányos a térmentes törésmutató harmadik hatványával, az elektrooptikai állandóval, a kristályra adott feszültséggel, és fordítva arányos a hullámhosszal.

Egy $5{,}5 \times 10^{-10}$ cm/V elektrooptikai állandójú kristály egységnyi moduláció mélységéhez 633 mm-es laser-sugár modulálásakor 11,6 kV feszültség szükséges.

A kristályos modulátorokon általában konstrukciós nehézséget okoz az, hogy a villamos térnek és az optikai tengelynek egyező irányúnak kell lennie a határozott elektrooptikai hatás elérése céljából. Általában minden moduláló közeg dielektromos állandója optikai frekvenciákon sokkal kisebb, mint mikrohullámú frekvencián. A szélessávú modulációhoz a fényhullám elektrooptikai közegben síktükrök között visszaverődve cikcakkos úton halad, a moduláló tér hosszirányban terjed a szerkezetben. (1. ábra.)



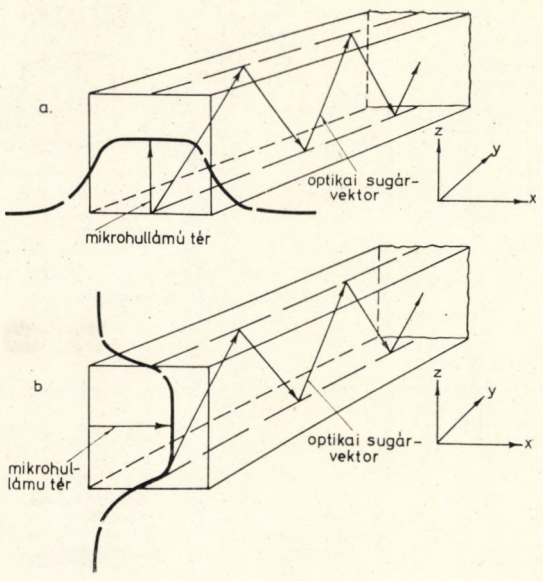
1. ábra. Cikcakkos modulátor elvi elrendezése

A ma meglevő elektrooptikai anyagok két főcsoportba sorolhatók, aszerint, hogy az anyag lineáris optikai hatást, illetve négyzetes vagy Kerr elektrooptikai hatást mutat. Az elsőbe a köbös kristályok (réz-klorid és cink-szulfid), a másodikba a térközepes köbös kristályok, a titanádok (stroncium-titanát és bárium-titanát) tartoznak.

Az elektrooptikai fázismodulációt intenzitásmodulációvá lehet átalakítani. Az átalakítás lényege a kettősen törő közeg fázismodulált módusainak lebegtetése és keverése a modulátor után elhelyezett analizátorban pl. Nicol-prizmában. Ilyen az amplitúdómodulátorok többsége. E modulátorok megbízható működését lényegesen befolyásolják a különféle veszteségek és kristályfeszültségek. Az olyan fázismodulációs rendszerre, amelyet optikai diszkriminátor és kvantumszámláló követ, a kristályfeszültségek nincsenek hatással.

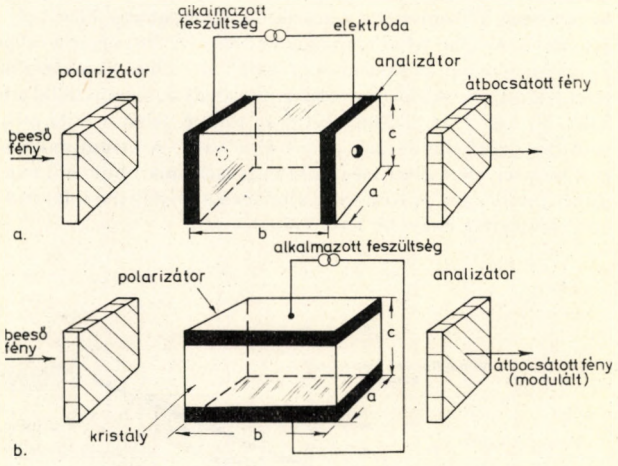
A modulátorok általános elvét a 2. ábra szemlélteti. Terjedjen a fény az *yz* síkban, az *xy* síkban elhelyezett tükrök között, és legyen villamos vektora az *yx* síkkal párhuzamosan, arra merőlegesen polarizált. A moduláló hullám *y* irányban a modulátor tengelye mentén terjed. Az *yx* sík a modulátor transzverzális síkja, az *y* tengely a terjedési irány, vagyis a modulátor tengelye. Ha a modulátortér villamos vektora a beesés optikai síkjában van, akkor 0°-os modulátorral, ha erre merőleges, 90°-os modulátorral van dolgunk. A moduláló hullám tetszőleges polaritással terjedhet, ha a tükrök nem vezető, több rétegű dielektromos bevonatok.

A modulátorok teljesítményét több gyakorlati tényező befolyásolhatja: a peremhatás okozta tértorzulás, a pontos beesési szögtől való eltérés, a diffrakció, az optikai veszteségek, a tükröző felületek párhuzamosságának hibája és a kristályfeszültségek. A felsorolt tényezők közül a kristályfeszültségek okozta



2. ábra. A moduláló villamos tér és a beesés optikai síkjának relatív orientációja cikcakkos modulátorban. a) *0°-os modulátor,* b) *90°-os modulátor*

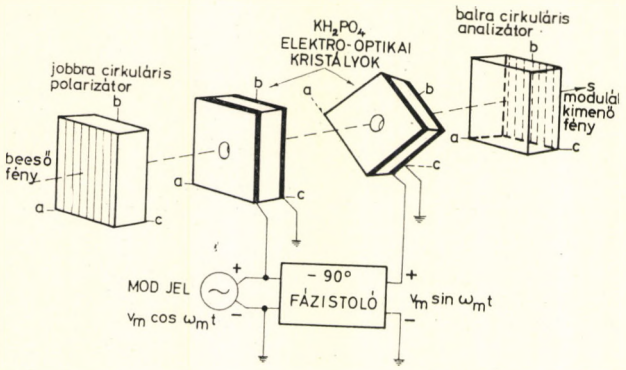
hatás a leglényegesebb, mert ez számottevő mértékben befolyásolja a modulációt. A többi tényező hatását már a tervezéskor figyelembe kell vennünk, ennélfogva gyakorlatilag kiküszöbölhetők. Az elektrooptikai kristályos modulátorok longitudinális és transzverzális térrel vezérelt típusait, elvi kialakítását a 3. ábra mutatja.



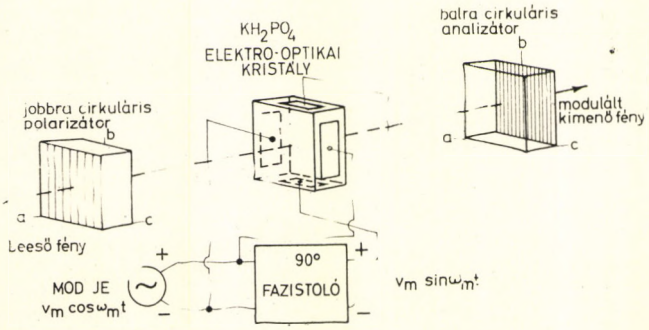
3. ábra. Elektrooptikai kristályos modulátortípusok
a) *longitudinális térrel;* b) *transzverzális térrel*

A kétkristályos modulátorban (4. ábra) a fény polarizátoron és negyedhullámú lemezen megy keresztül, ez a lemez jobbra-cirkuláris polarizátorként működik. Ezután a polarizált fény két kristály optikai tengelye (a *c* irány) mentén, majd balra-cirkuláris analizátoron halad át. Ez utóbbi kivonja a balra-cirkuláris komponenst és lezárja a jobbra-cirkulárisat. A kristályokra moduláló teret a *c* tengely irányában, elektródok segítségével adják. A kristályok orientációja 45°-kal tér el egymástól.

Az egykristályos modulátor (5. ábra) hasonló optikai elrendezésű, azzal a különbséggel, hogy a fénysugárra merőlegesen egymáshoz képest fázisban 90°-kal eltérő teret adnak a kristályra. Az így kialakított rendszerben a terek egyenletesen forgó villamosteret hoznak létre, amellyel a moduláció megvalósítható.

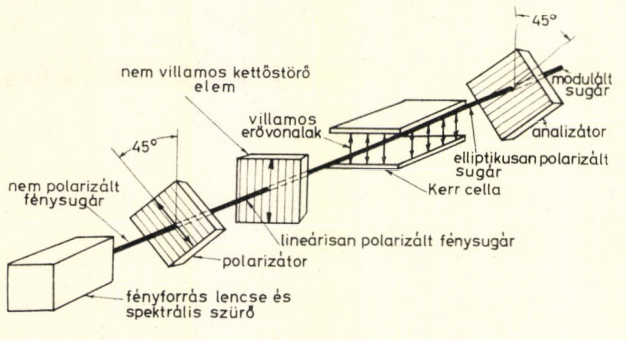


4. ábra. Kétkristályos egyoldalsávos elfojtott vivőjű modulátor, az a, b *és* c *kristálytengelyek*



5. ábra. Egykristályos modulátor

A folyadékcellás Kerr-modulátorban (6. ábra) az elektromos Kerr-effektus, a négyzetes törvényű elektrooptikai hatás a moduláció alapja. A Kerr-cellát keresztezett polarizátorok közé helyezik, tér hiányában tehát nem halad át fény. A fénysugár a cellán az elektródokkal párhuzamosan halad át, ezek transzverzális teret létesítenek. A cella folyadéka nitrobenzol, széndiszulfid stb. lehet. Ez külső tér hatására kettősen törővé, tehát a rajta áthaladó fénysugár elliptikusan polarizálttá válik. A kívánt modulációs mélység eléréséhez megfelelő nagyságú mikrohullámú teljesítmény szükséges. A Kerr-cella általában a kristálymodulátorokhoz viszonyítva nagyobb térerősséget kíván.

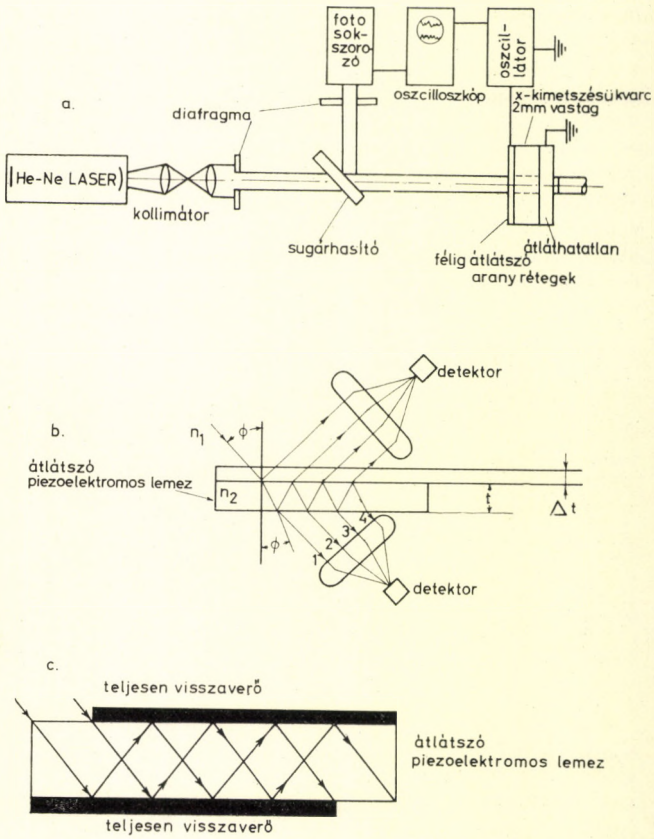


6. ábra. Optikai elrendezés Kerr-cellás fényzárhoz

Az elektrooptikai modulátorokban a fény áthaladási idejét olyan módon lehet minimálissá tenni, hogy a mikrohullám fázissebességét a fénynek a csoportsebességével szinkronizálják. Ha a mikrohullámú tér a fénysugárra merőleges, mint a Kerr-cellában, a szinkronizálás olyankor a legkönnyebb, amikor a mikrohullám vezetésére sík-párhuzamos hullámvezető szolgál. A Kerr-cellás laser-modulátorral kísérleti televíziós kép- és hangátvitelt valósítottak már meg.

Piezoelektromos moduláció

A piezoelektromos modulátorok kétfajta változata ismeretes. Az egyik az interferencia-lemezes, a másik a rácsmodulátor. Az előbb említett modulátorhoz átlátszó anyag szükséges. Működése átbocsátásban vagy visszaverésben, többszörös belső visszaverésből származó interferencián alapszik. (7. ábra.) A piezoelektromos hatás következtében a változó lemezvastagság amplitúdó-modulációt eredményez. Működtethető fázismodulátorként is. Az ábrán n_1 a beeső fény törésmutatója, n_2 pedig a piezoelektromos lemezé, Δt a lemezvastagság változása, t a lemez vastagsága.



7. ábra. a) *kísérleti piezoelektromos modulátor elrendezése,* b) *fénymodulátor piezoelektromos közeggel,* c) *fázismodulátor*

A modulátor teljesítményét növelni lehet, ha nagyobb visszaverő képességű tükröző bevonatot használnak, továbbá ha kisebb lemezvastagsággal és nagyobb sávszélességgel dolgoznak.

A rácsmodulátor működésének lényege a piezoelektromos anyagban a tér hatására kialakuló periodikus törésmutató-változás. Ezen mint diffrakciós rácson fénytörés következik be, ugyanakkor az ultrahang felületi elmozdulást hoz létre, amelynek következménye fényinterferencia. A modulátor ennek a két elvnek a kombinációján alapszik.

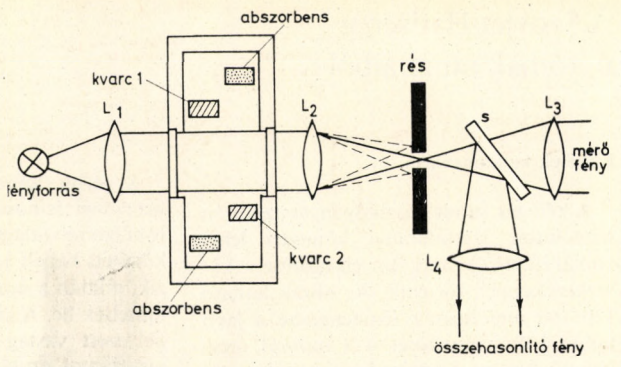
Távközlési szempontból tekintve az interferencia-lemezes modulátor lényegesen nagyobb információmennyiséget képes átvinni, mint a rácsmodulátor. (Az előbbi sávszélessége néhány száz MHz, az utóbbié 10%-os modulációnál mindössze 10 MHz.) Az interferencia-lemezes modulátor hatásfoka nagyobb, a rácsmodulátorral a diffrakció nyújtotta előnyt nem tudják hasznosítani. A rácsmodulátor előnyös vonása viszont, hogy használható visszaveréses működtetésre is, ezért nem szükséges, hogy az adott optikai hullámhosszon átlátszó legyen. A rács elsősorban ott hasznos, ahol különleges modulációra, vagyis intenzitásveszteség nélküli sugáreltérítésre van szükség. A rács gyártása egyszerű.

Ultrahang-moduláció

Az üveglemezben mechanikai feszültségek hatására kettős törés lép fel, az ilyen lemez tehát polarizációs fényképészeti zár munkaközege lehet. A kereskedelmi fényképészeti zárak egyik, kb. 1 μsec időtartamú expozícióra alkalmas típusa ezen az effektuson alapszik. Ennek a módszernek egyik változata a Debye-Sears effektust hasznosítja, tehát a piezoelektromos vagy magnetosztrikciós adóhoz kapcsolt átlátszó közegben fellépő kompressziós hullámokat. Az ilyen hullámok a közegen áthaladó fény térbeli eloszlását diffrakciós rácsként módosítják. Ha a detektort olyan módon állítják be, hogy a másodrendűen diffraktált sugarat vegye, akkor csak úgy jelzi a beeső fényt, ha a közegre kapcsolt ultrahang-adót üzembe helyezik. A kompressziós hullámok sebességét a közegben a fénysebességhez kell illeszteni. Egyszerű megoldás, ha a közegben állóhullámokat létesítenek, és a fénysugarat merőlegesen ejtik erre a „diffrakciós rácsra", hogy a diffrakciós kép irányában ne kapjanak fénysebesség-komponenst.

A 8. ábrán egy kísérleti ultrahang-cella felépítését látjuk. A fénymodulátor két gyűjtőlencséből (L_1, L_2) áll, és a forrás képét a rés síkjára ejti. Ezt lencse képezi le telecentrikusan. Ilyen módon a tengellyel megközelítőleg párhuzamos fénysugarat kapnak, amelyet a fényrekesz kb. 10 mm átmérőre szűkít le; a fénysugár ezután szén-tetrakloriddal, parafinnal vagy szilikonolajjal töltött cellán halad keresztül. A két hanghullám a kvarcdarabokból indul ki, és ezeket a szemben levő falakat borító parafa-abszorbens veszi fel. Az elhajlási spektrum az L_2 lencse gyújtósíkjában keletkezik.

Az ultrahang-cella gyakorlati kivitele sok tekintetben eltér a vázolt modelltől. A két hanghullám térbelileg egymás mögött



8. ábra. Fénymodulátorként használható ultrahang-cella. S: *sugárhasító;* $L_1 \ldots L_4$ *lencsék*

helyezkedik el. A fénysugarak az első hangtérben meggörbülnek, ezért eltérő beesési szöggel kerülnek a második hanghullámba. A hanghullámok csillapítottak, ilyenformán amplitúdójuk nem egyenlően nagy a fénysugár egész keresztmetszetében. Az álló hanghullámon kívül bizonyos hányadban haladó hanghullám is fellép. A hangtér nem ideális. A használt fény nem szigorúan monokromatikus.

Vannak még állóhullámú ultrahangos fénymodulátorok is. Ezekben a fénysugár eltérítése akusztikai módon történik. E módszerek jelenleg még csak a laboratóriumi kísérletezés stádiumában vannak.

(*Irodalmi adatok alapján összeállította Huber Gyula mk-alez.*)

Fényképezés — repülőgépről

ötven évvel ezelőtt

Már régebben is készültek légifelvételek léghajók fedélzetéről. A mostani háborúban került sor először arra, hogy repülőgépről készítsenek felderítési célokat szolgáló légi felvételeket. Ez idő szerint erre a célra léghajókat csak ritkábban használnak.

A mai repülőgépek átlagosan óránként 150 kilométeres sebességgel haladnak. Ez a körülmény nagyon megnehezíti a repülőgép fedélzetéről történő légifényképezést. A fényképezőgép zárszerkezetének az elképzelhető legnagyobb sebességgel kell ezért dolgoznia. Hasonlóképpen súlyosak a követelmények az objektív fényerőssége iránt is.

Amióta sikerült a 2-es vagy a 2,3-as fényerősségű objektívek előállítása, és azóta, hogy az 1/3000 másodperces expozíciós idő már nem kivihetetlen, az említett igen nehéz követelmények fototechnikailag kielégíthetők. Ebből a szempontból kedvező, hogy mindig a fényképezőgéptől nagy távolságban levő tárgyakról van szó. A képtávolságot a repülőgépen mindig végtelenre állítják be, más beállítások itt szóba sem kerülhetnek.

Az objektív gyújtótávolságát lehetőleg nagyra választják, a 9×12-es képmérethez legalább 18 cm-re, gyakran azonban még ennél is sokkal nagyobbra. Ezáltal a megörökítendő tárgyat a lehetőségek határain belül közelre hozzák. Értékes szolgálatot tesz a sárga színszűrő, amelyet minden fotoamatőr jól ismer. Felhasználása egyrészt a színérték viszonylag pontos visszaadása miatt szükséges, másrészt a havas vagy a magas hegyvidéki felvételek tompítása végett.

A légifényképezés szempontjából főként a szűrők rendeltetése nagy jelentőségű. A sárga színszűrő ugyanis mintegy kiszűri magát a levegőt, s a kapott felvételeken a kép sokkal tisztább, mint a természetben. Ez pedig a távoli tárgyak értékelése szempontjából igen fontos. Éppen ezért még akkor is inkább szűrőkkel dolgoznak, ha emiatt valamivel meg kell hosszabbítani az expozíciós időt, és rendkívül érzékeny lemezekre kell a felvételeket készíteni.

(*A Kriegstechnische Zeitschrift 1917. évi 3–4. számából*)

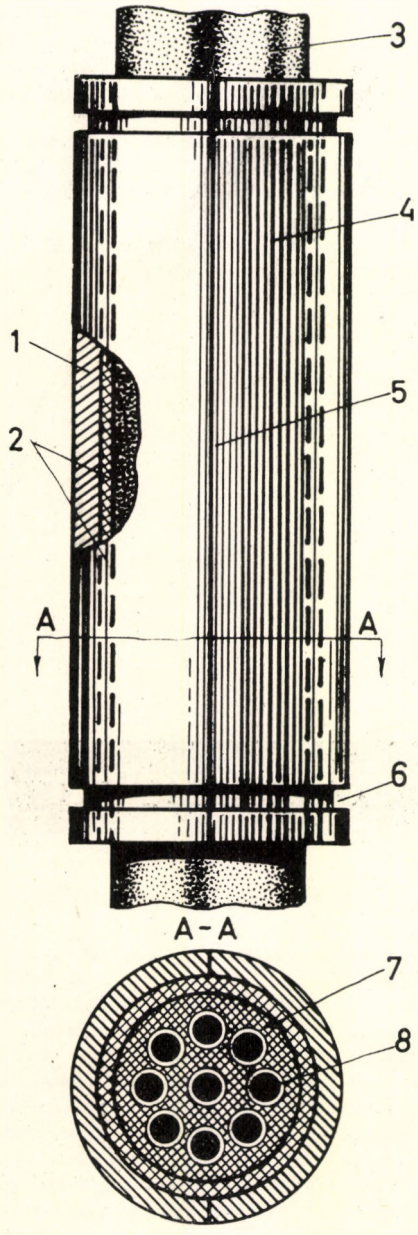
A Szovjet Hadsereg újítóinak munkáiból

újítási szemle

Kábelek vulkanizálása

A kábelek sérült gumiköpenyét az ábrán bemutatott szerszámmal könnyen lehet vulkanizálni. A szerszám elkészítése a következőképpen történik. Az ábrán látható 120–160 mm hosszú fémhengerbe a javítandó kábel átmérőjét 4–8 mm-rel meghaladó furatot fúrnak. Ezután a hengerpalástot 3–5 mm falvastagságig lemunkálják. A henger két végétől 8–12 mm-re hornyot készítenek, majd a hengert hosszirányban kettévágják.

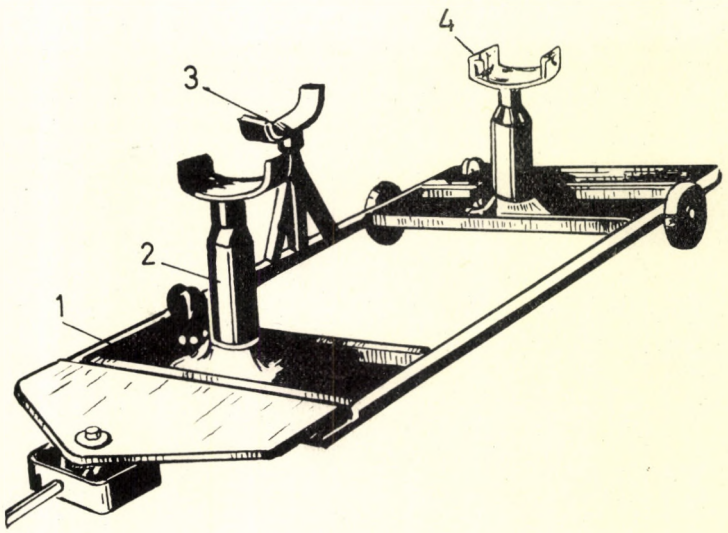
A sérült kábelrészt vulkanizálás előtt benzinnel lemossák, és benzinbe áztatott nyersgumi-szalaggal kötik át. Az így előkészített kábelt a két félhenger közé helyezik, miután a nyersgumi felületet síkporral hintették be. A két félhengert a hornyokba helyezett vastag dróttal összehúzzák. A szerszámot ezután benzinlámpával egyenletesen felmelegítik 150–180 fokra, és ezen a hőmérsékleten tartják 5–15 percig. Végül a két félhengert a kábelről eltávolítják, és a vulkanizált részt letisztítják.



1 – *a félhenger fala;* 2 – *nyersgumi réteg;* 3 – *kábel;* 4 – *félhenger test;* 5 – *hosszirányú vágás;* 6 – *horony;* 7 – *kábelköpeny;* 8 – *kábelerek*

Szerelőkocsi

A Szovjet Hadseregben újítási javaslat alapján sikerrel használják a *GAZ–63* és a *ZIL–151* gépkocsik első és hátsó hídtengelyeinek le- és felszereléséhez az ábrán látható szerelőkocsit. A kocsi vázára (1) leemelhető kengyelekkel ellátott emelőket (2, 4) és támaszt (3) erősítettek. A gépkocsit bakokra helyezik és a kerekeket leszerelik. A szerelőkocsit a megfelelő tengely alá tolják. A szerelő mindkét emelőt egyszerre használja, a kengyeleket a leszerelni kívánt tengely alá helyezi. Ezután a tengely hídját a kocsiról leszereli, az emelőket leengedi és a hídtengelyt a gépkocsi alól kihúzza. A tengelyek visszaszerelésekor a műveleteket fordított sorrendben végzik. A szerelőkocsit egy ember kezeli. A leemelő kengyelek a tengelyeket szilárdan tartják, s ezáltal a szerelőkocsi a balesetvédelmi követelményeket minden tekintetben kielégíti.

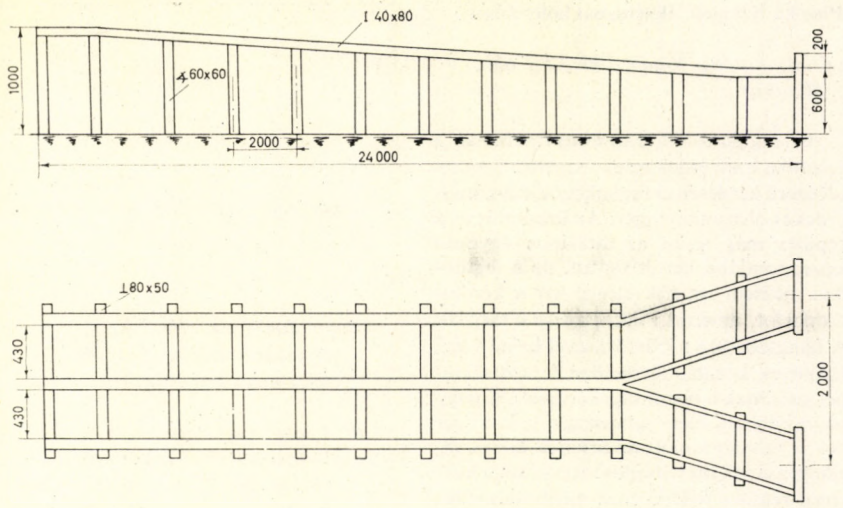


A Magyar Néphadsereg újítóinak munkáiból

Akkumulátorszállító berendezés

A gépkocsitelepeken, ahol sok gépjárművet kell gyorsan üzemképessé tenni, nagy gondot okoz, hogy telente a lehűlt akkumulátorok nehezen hozzák mozgásba a gépjárművek indítómotorját, vagy az akkumulátoroknak a tárolóhelyiségből a gépjárművekhez történő szállítása sok időbe telik. Az újítás a gépjárművek igénybevételét és a harckészültségbe helyezés idejét minimálisra csökkenti.

Az akkumulátorszállító berendezés bakokra szerelt kettős sínpálya. E pályán négykerekű kocsi fut, ezen 8 db akkumulátort szállíthatnak. A kocsira kb. 10 cm magasságban laposvas keretet szereltek, ez akadályozza meg az akkumulátorok elcsú-



szását. A szerkezetet az alakulatnál található hulladékanyagból is össze lehet állítani. A bakok 60×60 mm-es L-vasból, a pályák 40×80 mm-es I-vasból, ill. 40×40 mm-es T-vasból készülnek, az 1100×540 mm méretű kocsihoz pedig 30×30 mm-es L-vas, 30×5 mm-es laposvas és golyóscsapágy szükséges.

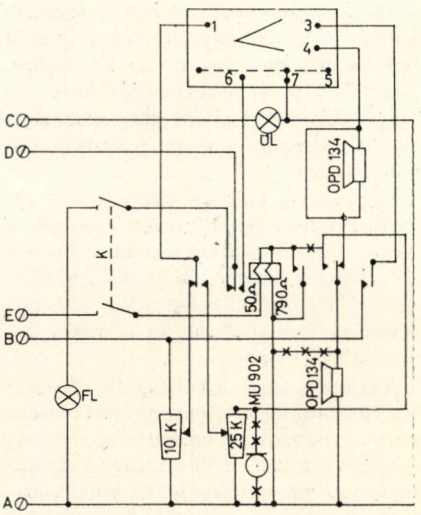
A tárolóhelyiségből az újítás alkalmazásával 10 perc alatt lehet az akkumulátorokat az alegységek szabadban tárolt gépkocsijaihoz kiszállítani. A magas építésű szerkezet hideg időben és nagy hóban is használható. A karbantartáshoz és az üzemben tartáshoz nincs szükség külön személyzetre.

Tranzisztoros hangosbeszélő készülékek dinamikus mikrofonjának hangszóróval való helyettesítése

A hangosbeszélő készülékek legdrágább és egyik legérzékenyebb alkatrésze a mikrofon. A hazai hangosbeszélőkben a *MU–902* dinamikus EAG-mikrofont használják, amely tulajdonképpen magasabb igények kielégítésére készült. A mikrofon frekvencia-átviteli tartománya ugyanis 100–10 000 Hz, a hangosbeszélő rendszer átviteli sávja azonban ennél jóval kisebb.

Az újítás lehetővé teszi a drága és kényes alkatrész kiküszöbölését. A hangosbeszélő készülékek nagy erősítése miatt ugyanis a mikrofont a készülékekben idáig is alkatrészként szereplő *OPD 134* típusú hangszóróval lehet helyettesíteni. Ez a módosítás nem csökkenti a hangfrekvenciás átviteli sáv nagyságát, ugyanakkor a készülék nem lesz olyan érzékeny a mechanikus sérülések iránt, s az egymás közelébe telepített készülékek öngerjedési lehetősége is csökken.

Az újítás a készüléket olcsóbbá teszi, mert az átalakítás anyagszükséglete minimális. A vázlaton a készülék módosított kapcsolási rajza látható. Az eredeti kapcsolásban szereplő, de az újítás alkalmazásakor eltávolítandó kötések x-jelekkel vannak törölve.



könyvszemle

Československý vojenský atlas

(*Naše Vojsko-MNO, Praha, 1965, 376 old.*)

Kivételesen magas színvonalú katonai atlasz fekszik előttünk, csehszlovák kartográfusok és hadtörténészek közös alkotása. Noha a vaskos mű címe magyarra fordítva „Csehszlovák katonai atlasz", a kötet első része (1–232. old.) általános földrajzi tárgyú, és csupán a második rész (234–376. old.) tartalmazza a szorosabb értelemben vett katonai, hadtörténeti anyagot.

A földrajzi résznek a szovjet Atlasz Mirahoz hasonló, kiváló térképei a Föld országainak nem csupán geográfiai összefoglalását nyújtják, hanem többek között részletes ipari-mezőgazdasági, geológiai, geomorfológiai áttekintéssel is szolgálnak. Az Atlasz Mira jó megoldásához hasonlóan a csehszlovák szakértők is egyesítették a hegy- és vízrajzi térképeket a politikai térképekkel. Az egyes országokat és a nagyobb földrajzi egységeket is (pl. Dél-Németország) egymilliós léptékben adják meg, az országok fontosabb tájegységeit (pl. a Balaton-vidéket) félmilliós léptékben, végül a nagyvárosokról 250 ezres léptékű mellékletet találunk. A nagyszerű földrajzi részben csupán egy dolgot hiányolunk: bizonyára terjedelmi megfontolásból nem csatoltak hozzá névmutatót. A magyar vonatkozású mappákkal kapcsolatban még kiemelhetjük a gondos ortográfiát (külföldi atlaszokban ez bizony ritka dolog, szembeötlő elírást talán csak egyet találhatunk: Dunaújváros „Dunaváros" néven szerepel.

A pontos és korszerű földrajzi részt az elképzelhető legigényesebb kartográfiai színvonal és nyomdatechnikai megformálás jellemzi.

A második, a hadtörténeti rész ugyancsak elsőrangú apparátussal készült, és egyedülállóan részletesnek mondható. Rövid általános fejezet után, amely az athéni és a makedón falanxtól az atomháború koráig grafikailag vázolja fel az általános hadtörténetből ismert harcászati elképzeléseket, az atlasz az egyes társadalmi formációk szerint csoportosítja anyagát. Az ókori Kelet hadtörténeti része ugyan kissé elnagyoltnak tűnik, a klasszikus antikvitással kezdődően azonban részletes képet kapunk az általános hadtörténet témaköréből.

Kitűnő módszerrel közelítenek az atlasz összeállítói az egyes témákhoz. Elsőként áttekintő, átfogó térképen ábrázolják egy-egy hadjárat teljes történetét, majd részlettérképeken a döntő fontosságú csaták lefolyását. Így pl. külön térképen tűntetik fel a magyarok IX–X. századi kalandozásait Bizánctól a Pireneusokig, majd a kor egy

jellegzetes csatáját részletesen is bemutatják, jelen esetben a Lech-mezőn, 955-ben vívott gyászos végű ütközetet.

A kitűnő és nagyméretű térképek sem oldhatnak meg azonban minden problémát. Így elsősorban megállapíthatjuk, hogy némelyik átfogó térképet a túlzsúfoltság jellemzi. Nehéz, majdnem lehetetlen pl. a laikusnak vagy akár szakembernek áttekintenie a százéves angol–francia háború hadműveleteit, még inkább zsúfolt a harmincéves háború svéd–francia hadjáratait (1635–48) ábrázoló térkép. Ugyanezzel a kifogással élhetünk az angol polgári forradalom hadjáratait, a hétéves háborút (1756–63), a Napóleon itáliai hadjáratait, az első világháború évenkénti alakulását ábrázoló térképekkel szemben. A legújabb korban ilyen túlzsúfoltság nehezíti meg a tanulmányozást azokon a térképeken, amelyek a fasizmus expanziós terveit, a Nagy Honvédő Háború első esztendejét vagy Csehország és Prága felszabadítását mutatják be.

Ugyanakkor kiváló és első pillantásra is jól áttekinthető Kelet-Európa népeinek a Német Lovagrenddel vívott küzdelmének ábrázolása, a huszita háborúkkal foglalkozó rész, s a nagyon helyesen egy térképen egyesített Dózsa-felkelés és a német parasztháború mappája.

Általában tehát azt hangsúlyozhatjuk, hogy a zsúfoltság az *összefoglaló* térképekre jellemző, de azoknak is csupán egy részére. A kisebb témákról nyújtott, vagy a részletanyag viszont rendkívül jól sikerült. A magyar vonatkozású anyagból külön is kiemelhetjük a Magyar Tanácsköztársaságnak a burzsoá intervencióval vívott küzdelmét ábrázoló térképet és a Délkelet-Európa felszabadítását (1944–45) összefoglaló áttekintést.

Ez a kor színvonalán álló nagyszerű alkotás egészen évtizedünk elejéig foglalja össze a hadtörténet jelentős mozzanatait. A hadtörténeti részt a nukleáris fegyverek korával, a katonai tömbök megjelenítésével zárja.

Amikor csak gratulálni tudunk csehszlovák barátainknak ehhez a monumentálisnak nevezhető munkához, fájdalommal gondolunk hazai Világatlaszunkra, amely nem csupán a kartográfiai munka terén tűnik szegényesebbnek, nem csupán fotoanyaga áll a 25–30 év előtti szinten, nem csupán botanikai és zoológiai összefoglalói kezdetlegesek, hanem olyan primitív technikai hibák teszik nehezen használhatóvá, mint az, hogy kötésekor nem gondoltak a két lapnyi terjedelmű térképek kihajthatóságára. Nos, a csehszlovák térkép kihajtható, s a cseh nyelven nem értő olvasó is azonnal kiismeri magát az egyes térképeken. Őszintén reméljük, hogy a szomszédban napvilágot látott kitűnő alkotás a mi kartográfusainkat is nemes versenyre ösztönzi.

P. E.

Pilecki, Szymon: Ikarosznál bölcsebben

(Zrínyi Katonai Kiadó, 1967, 207 old., 80 ábra)

A hangulatos című új könyv nemcsak a technika iránt érdeklődők, hanem a korunk időszerű kérdéseivel foglalkozók számára is érdekes olvasmányt ígér. Az űrkutatás és a repülés már régen az általános figyelem középpontjába került ugyan, de a legtöbben mégsem ismerik eléggé azt a kérdéscsoportot, amelyet Pilecki könyve tárgyal. A hangsebesség többszörösével haladó légi járművek korában érthetően fontos szerepet játszanak a biztonsági kérdések. A nagy magasságban, nagy sebességgel haladó gépek, s mindenekelőtt az űrhajók kényszerelhagyásának biztonságos megoldása a korszerű repülés fejlődésének egyik alapfeltétele. A szerző részletesen ismerteti a túlnyomásos kabinokat és ruhákat, az oxigénlégzőkészülékeket s a hűtési és a fűtési eljárásokat, tehát azokat a berendezéseket, amelyek a hajózó személyzet és az utasok életéhez és munkájához szükséges feltételeket biztosítják.

Pilecki leírja a kényszerleszállás különféle változatait, beszél a mentőmellényekről és a csónakokról, a katapultálás módozatairól. Kiderül a könyvből, hogy ez a sokak által egyszerűnek tartott mentési mód igen alapos felkészülést, pontosságot és gyors elhatározást igényel.

A szerző ezután a hangsebességnél gyorsabb repülőgépek üléseit, mentőberendezéseit vizsgálja. Elsőként bemutatja a leválasztható fülkét és az osztott kabinokat, majd az ejtőernyők vázlatos, de érdekes ismertetése után az űrhajózással kapcsolatos mentési problémákat tárgyalja. Hogyan reagál az ember a teljesen új életkörülményekre? Milyen érzés a súlytalanság és okoz-e elváltozásokat a szervezetben? Hogyan táplálkoznak az űrhajósok és miből áll élelmük egyáltalán? Mi a kozmikus sugárzás? Mindezekre a kérdésekre válaszol a lengyel szerző, s tegyük hozzá: könyvének egyik legnagyobb érdeme éppen az, hogy az ilyen, ma is sok fejtörést okozó technikai és élettani kérdésekre tudományos szinten, ugynakkor közérthetően képes válaszolni.

Befejezésül megismerjük az amerikai és a szovjet űrhajók különböző típusait és mentőberendezéseiket. A szerző Glenn, Carpenter, Cooper amerikai űrhajósok útjának egyes tapasztalatait elemezve rámutat, hogy ma még nagyon sok a bizonytalansági tényező az ember űrrepülésében, és számolnunk kell a tragikus balesetek lehetőségével. Sajnálatos módon Pilecki véleményét a legutóbbi űrrepülési katasztrófák túlságosan hamar igazolták.

Az Ikarosznál bölcsebben széleskörű érdeklődésre tarthat számot, erre mind tartalma, mind stílusa alkalmassá teszi. A fordítás Kaczorowski Zsigmond munkája.

N. Z.

TARTALOMJEGYZÉK

Bálint János mk-ezds.: Az integrált áramkörök a katonai elektronika fejlődésében 81

dr. Csányi Lajos mk-alez.: Harcjárművek és gépjárművek tárolása és a korrózióvédelem 87

Molich Jenő mk-alez.–*Timár János* mk-őrgy.: Légicélok elvesztésének rádiólokációs problémája 91

dr. Aujeszky László: Földünk légköre 95

Poór István mk-őrgy.: A terepjáróképesség, a kerékméret és a kerékterhelés összefüggései 98

HADITECHNIKAI TÁJÉKOZTATÓ 103

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

A modern rejtjelzéstan 109

Mi okozta a *Hai* tengeralattjáró katasztrófáját? 112

A légpárnás siklóhajó – az angol katonai szakértő szemszögéből 113

A laser modulációja 114

ÖTVEN ÉVVEL EZELŐTT 117

ÚJÍTÁSI SZEMLE 118

KÖNYVSZEMLE 119

ÚJITÁSI PÁLYÁZAT

A Magyar Néphadsereg Vezérkari Főnöke pályázatot hirdetett *csapatvezetési eszközök, kisgépek és berendezések* kidolgozására. A pályázaton akár önállóan, akár kollektív munkával részt vehet a Magyar Néphadsereg minden katona- és polgári állományú beosztottja.

A meglevő vagy a pályázatra újonnan készített eszközök mintapéldányát *1967. szeptember 30-ig* kell beküldeni a *Magyar Néphadsereg 5232 Székesfehérvár* címére. Ha az eredeti példány beküldése nehézségekbe ütköznék, helyette leírás, műszaki rajz és használati utasítás is benyújtható. A küldeményen a PÁLYÁZAT megjelölést, a beküldő nevét és alakulatát fel kell tüntetni.

A legjobb pályamunkák 2000—8000 Ft-ig terjedő díjazásban részesülnek; a díjakon kívül a bíráló bizottság 1000 Ft-os jutalmakat is kioszt a pályázók között. Részletesebb felvilágosítással az alakulatok újítási felelősei szolgálnak.

Ára: 6,— Ft
Évi előfizetés: 24,— Ft

A Zrínyi Katonai Kiadó újdonságaiból

Újdonságok a haditechnikában

A második világháború után új, hatalmas energiaforrásokat tárt fel az emberiség, olyan energiákat, amelyek pusztulását okozhatják, de paradox módon békéjének és fennmaradásának is biztosítékai. Fokról fokra, szinte szemünk előtt született meg az atomtechnika, hódított tért az automatizálás, bontakozott ki a modern rakétatechnika, s olyan nagy hatású fegyvereket hoztak létre, amelyek pusztító erejű nukleáris töltetüket a Föld minden szögletébe el tudják juttatni.

Hol tartunk ma a haditechnikában? A fényképekkel gazdagon illusztrált kötet húsz fejezetében testet ölt évtizedünk haditechnikai forradalma. Az enciklopédikus jellegű mű szerzői ismertetik a korszerű hadianyagokat, a lövészfegyverektől a repülőgépekig, a különféle hatótávolságú rakétáktól az atom-tengeralattjárókig. Nem maradt ki a kötetből a lasertechnika, a kibernetika és az űrhajózás katonai alkalmazásának számos formája és lehetősége sem.

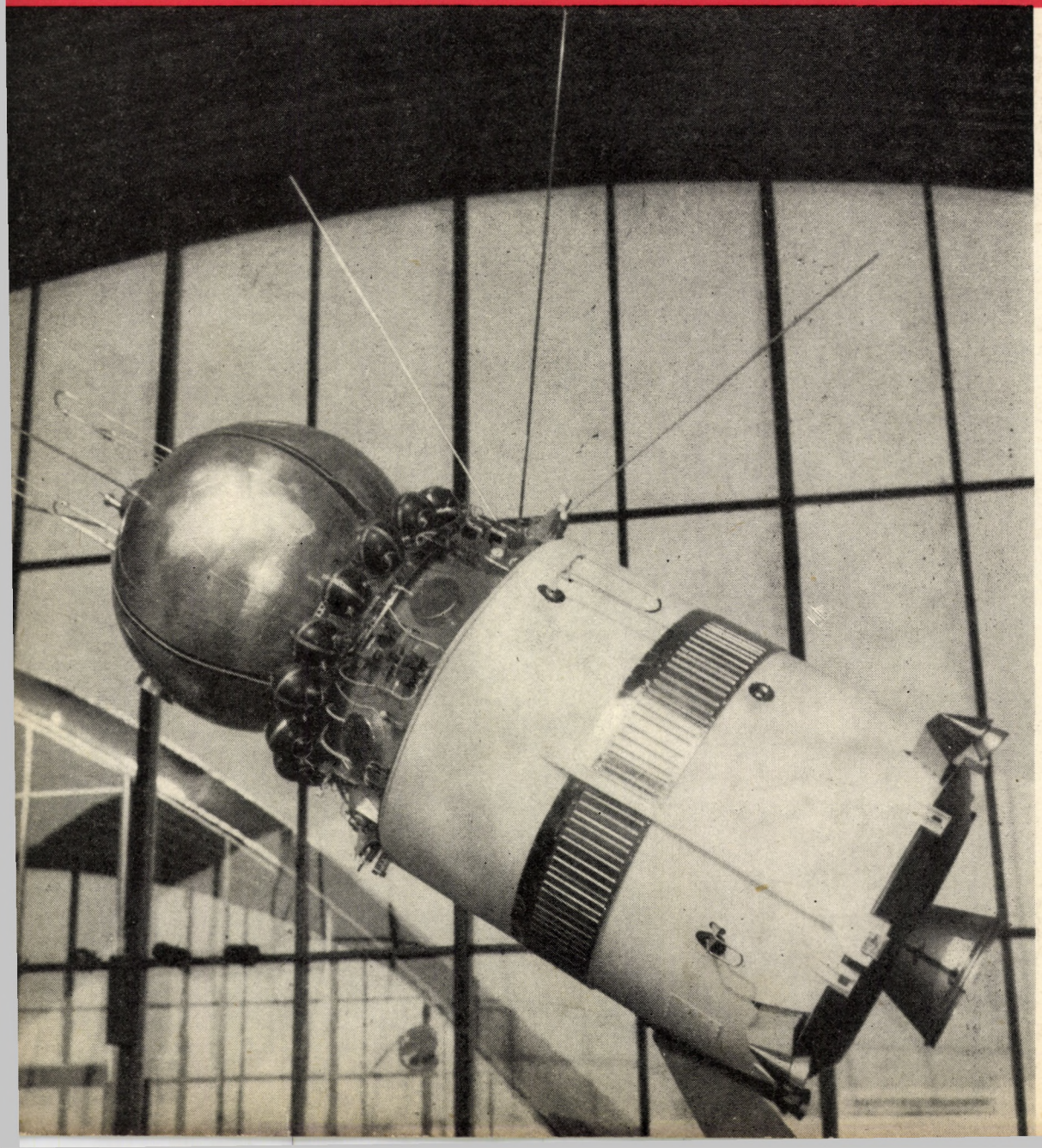
A minden tekintetben korszerű összeállítás részletesen foglalkozik a haditechnikai forradalom perspektíváival is.

Kötve kb. 384 oldal, ára kb. 30,— Ft.

haditechnikai szemle

A Magyar Néphadsereg műszaki tudományos és ismeretterjesztő folyóirata

4



ELSŐ ÉVFOLYAM 1967 OKTÓBER—DECEMBER

A Vosztok-űrhajó a szovjet tudomány és technika budapesti kiállításán. (Gyurász Béla felvétele.)

haditechnikai szemle

A Magyar Néphadsereg
műszaki tudományos
és ismeretterjesztő folyóirata

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

A szerkesztő bizottság elnöke
SÁRDY TIBOR mérnök-ezredes

Felelős szerkesztő
NAGY ISTVÁN GYÖRGY okl. gépészmérnök

A szerkesztőség címe
Budapest 114, Postafiók 26
Telefon: 164–691

Kéziratok megőrzésére
és visszaküldésére nem vállalkozunk

Kiadja
a Zrínyi Katonai Kiadó
Budapest 134, Postafiók 31
Telefon: 409–550

Felelős kiadó
BEDŐ LÁSZLÓ ezredes

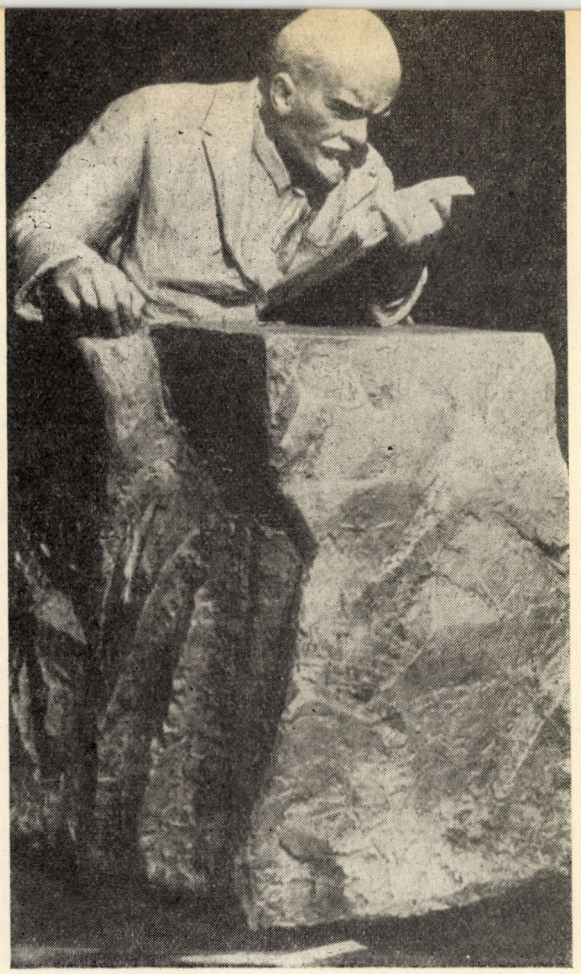
Megjelenik negyedévenként
Előfizetési ára egész évre 24,– Ft
Egyes szám ára 6,– Ft

Terjeszti a Magyar Posta
Előfizethető bármely postahivatalban,
a kézbesítők útján,
a Posta hírlapüzleteiben,
a Posta Központi Hírlap Irodánál
Budapest V., József nádor tér 1
Telefon: 180–850
Egyéni csekkszámlaszám: 61 297, közületi: 61 066
vagy átutalás az MNB 8. sz. fiókjánál vezetett
PKHI-egyszámlára

Indexszám: 25381

6703837-2 – Zrínyi Nyomda, Budapest
Felelős: Bolgár Imre

haditechnikai szemle



Az emberi haladás ünnepén

A történelem évszázadokkal méri az időt. Öt évtizeddel ezelőtt, amikor Földünk egyhatodán megszületett a szovjetek hatalma, s visszavonhatatlanul diadalmaskodott a proletariátus forradalma – *az emberiség legújabbkori története kezdődött!*

A távoli korokban is voltak forradalmak, lángjuk bevilágította a történelemnek minden olyan korszakát, amely fordulatot jelentett. Ám a múlt forradalmai meghagyták a politikai hatalmat, a termelési eszközöket a kizsákmányolók kezében. Voltaképpen a tömegek elnyomásának csak formái változtak. Az uralkodó kizsákmányoló osztályok kegyetlenül letörtek minden kísérletet, mellyel a tömegek a kizsákmányolás jármát akarták lerázni magukról. Eltiporták a Párizsi Kommünt, amely a történelemben először 72 napra emelte magasra a proletariátus diktatúrájának zászlaját, s a munkások és parasztok vérébe fojtották az 1905-ös forradalmat is.

Fél évszázada, 1917 dicsőséges őszén, az egész világot megremegtette a hír: Petrográdban a munkások és a parasztok Lenin lobogója alatt megdöntötték a tőkések és földbirtokosok uralmát, s kezükbe vették a politikai hatalmat. *Véget ért a kizsákmányolók egyeduralma. Az orosz munkásosztály olyan államot hozott létre, amelyre a világ valamennyi elnyomott népe reménységgel tekintett, mert saját érdekeinek kifejezőjét láthatta benne.*

Ezért üdvözölték a győztes forradalmat a francia tengerészek, a német és a magyar munkások, a norvég halászok, a barcelonai szövőmunkások, a kantoni teherhordók, a mexikói parasztok, a gyarmati járom alatt sínylődő népek, a földkerekség összes haladó erői és elnyomottai.

A szocialista forradalom győzelme gigászi, de nem emberfeletti feladatok elé állította Oroszország népeit és vezetőjüket, a kommunista pártot. A világ egyik legelmaradottabb országában kezdték el a történelem legfejlettebb társadalmának építését. Csupán pillanatnyi lélegzetvételt hagyott a nemzetközi imperializmus a fiatal szovjethatalomnak. A burzsoázia arra számított, képviselői cinikusan azzal fenyegetőztek, hogy az éhség „csontkezével" fojtják meg a forradalmat. Amikor ez kevésnek bizonyult, intervenció és polgárháború, majd a fehérgárdisták és az ellenforradalmi bandák kártevései bomlasztották az országot.

A történelem mindössze húsz évet adott arra, hogy a szovjethatalom gazdasági elmaradottságát évtizedes léptekkel felszámolja. Szédületes tempót diktált önmagának a szovjet nép – *létkérdés volt* számára a szocialista iparosítás. A szovjethatalom – a fasiszta hordák támadásáig – évente 17–19 százalékkal (!) emelte ipari termelését, a termelési eszközök termelése pedig évente csaknem 30 százalékkal emelkedett. *12 év alatt, 1929-től 1941 júniusáig, 9000 iparvállalatot építettek és helyeztek üzembe.* Az ipari össztermelésben a Szovjetunió már 1937-ben Európában az első, a világon a második helyre tört előre.

A szocialista iparosítás igen nagy szerepet játszott abban, hogy a szovjet nép a Nagy Honvédő Háborúban a fasiszta Németország és Japán felett győzelmet aratott. A hitlerista haderők szétzúzása 1941 decemberében Moszkva alatt, a fasiszta hadseregnek a második világháborúban elszenvedett első nagy veresége volt. Egy évvel később, a volgai csata tüzében az emberiség megpillantotta a fasizmus legyőzésének biztató hajnalát.

A háború utolsó három évében a Szovjetunióban csaknem kétszer annyi harckocsit gyártottak, mint Németországban, hatszor annyit, mint Angliában, és másfélszer annyit, mint az Egyesült Államokban. Tüzérségi lövegekből a Szovjetunió négyszer annyit állított elő, mint Németország, és hatszor annyit, mint Anglia. Nyilvánvaló, hogy az erős ipar megteremtése biztosította a megfelelő katonai potenciált a Szovjetuniónak.

A háború után a szocialista gazdaság sohasem látott ütemben fejlődött. Elég csupán arra utalni, hogy 1929–1966 időszakában az ipari termelés átlagos évi növekedése a Szovjetunióban 11,5, az Egyesült Államokban 4, Angliában és Franciaországban 2,5 százalék volt.

A szocializmus ellenségei is kénytelenek voltak meghajolni a tény előtt: *a szovjet rakéták, szputnyikok, űrhajók, a nagy pontosságú műszerek annak az országnak a gyáraiban készültek, amely a burzsoá rendszer idején a kőszenet, a kaszát, de még a tűt is külföldről hozta be.*

A XX. kongresszus után az egész gazdasági életben minőségi változások történtek. Ennek következtében a többi között hatékonyan erősödött a Szovjetunió védelmi képessége: létrejött a különleges kohászat, megteremtették a rendkívüli szabatosságú műszerek gyártását, az atom-, az elektronikus és a rakétaipart. Az SZKP XXII. kongresszusán a Központi Bizottság már azt jelenthette a küldötteknek, hogy *a Szovjet Hadsereg átállítása nukleáris fegyverekre teljesen befejeződött.* Ez a félelmetes, nagy anyagi áldozattal létrehozott elrettentő katonai erő teszi lehetővé, hogy a szocialista országok biztonságban végezzék építő munkájukat.

A Szovjetunió létrejötte óta *a béke védelmezője.* Így lépett fel már a győztes forradalom első óráiban kiadott lenini békedekrétummal. Ereje akkor még csak igazságában rejlett. Ma azonban olyan erő, amellyel az imperialisták kénytelenek számolni. A Szovjetunió népei a kommunista építő munkát internacionalista feladatnak tekintik, de eleget tesz a Szovjetunió a maga internacionalista kötelezettségeinek azzal is, hogy *minden lehető módon* támogatja a szocializmust építő népeket, a szabadságukért küzdő és azt védelmező embereket.

A dicsőséges Magyar Tanácsköztársaság, majd a magyar népi demokrácia – szintén Október gyermeke. A fél évszázados jubileum: a szocializmus útját járó magyar nép nagy nemzeti ünnepe is. Hazánk sorsa kétszeresen is összefonódik az Októberi Forradalommal. Hozzáfűzik a Nagy Október idején vívott közös harcok, az 1919-es Tanácsköztársaság dicső emléke és 1945, a társadalmi felszabadulás történelmi lehetősége.

Ezért valljuk, hogy a Nagy Októberi Szocialista Forradalom volt és maradt nemzeti megújhodásunk egyik fő forrása; ez az évforduló nemcsak a kommunisták ünnepe, hanem egész népünké.

A Szovjetunió népeit és hazánkat az eszmék és a célok közösségén alapuló mély barátság, együttműködés, jó szövetségi viszony fűzi össze. „*Ezek a kapcsolatok* – mondotta Kádár János elvtárs az SZKP XXIII. kongresszusán felszólalásában – *nem függnek az időjárástól, nem szezonjellegűek, hanem szilárdak, maradandóak, történelmiek.*" Ezt a barátságot pecsételtük meg nemrégiben újabb húsz esztendőre a barátsági, együttműködési és kölcsönös segítségnyújtási szerződés megújításával.

A magyar nép tudja, akkor szolgálja híven a Nagy Október örökségét, ha az egész nemzet latba veti tudását, szorgalmát és munkaszeretetét, hogy megvalósítsuk nemzeti összefogásunk célját, legigazabb nemzeti művünket: a szocializmus teljes felépítését hazánkban.

G. I. PETROV
a Szovjetunió Tudományos Akadémiája
rendes tagja
a Moszkvai Állami Egyetem
tanszékvezető tanára

Az ember és a világűr

Tíz esztendővel ezelőtt, 1957. október 4-én a Szovjetunió rádióállomásai rövid hírben közölték, hogy a világ első szocialista országa tudósainak, mérnökeinek és munkatársainak sikerült az emberiség történetének első mesterséges holdját elkészíteniük és fölröpíteniük. Ez a híradás, amely az egész világon példátlan érdeklődést keltett, új történelmi korszak beköszöntéséről számolt be: megkezdődött a világűr meghódításának kora.

Az űrkutatás nem tekint vissza hosszú múltra, de fejlődési üteme máris olyan méreteket öltött, hogy az asztronautika fontos szerepet vívhatott ki magának a tudományban, a technikában, s a mindennapi élet egy sereg más területén.

A világűrbe vezető úton az ember előtt hatalmas akadályok, nehézségek állnak, amelyek csupán a korszerű tudomány, technika és technológia valamennyi eszközének mozgósításával küzdhetők le, és amelyek jelentékeny anyagi erőforrásokat vesznek igénybe. E nehézségek jellemzésére elegendő megemlíteni, hogy a jelenlegi kémiai hajtóanyagú rakéták, a rakéta és a hajtóművek szerkezetétől függően az induló tömeg mintegy 2–4%-ának megfelelő terhelést tudnak az első kozmikus sebességgel pályára küldeni, a második kozmikus sebességgel (a szökési sebességgel) pedig 0,5–1%-nál is kevesebbet.

Az űrkutatás eszközeinek megbízhatósági követelményeire jellemző, hogy egy korszerű rakéta és űrlaboratórium gyakran több mint húszezer különféle szerkezeti elemből áll, és ezek közül egyetlen egynek sem szabad meghibásodnia.

Részletesen beszélhetnénk még a sokféle és rendkívüli feladatról, amelyek megoldásra várnak: a rakétahajtóművek, a hordozórakéták, az űrhajók, az irányítási-vezérlési eszközök, a híradástechnikai berendezések megalkotásáról. Szinte önként kínálkozik azonban a kérdés: mit kap ezért cserébe az emberiség? Miért van szükség az űrtechnika fejlesztésére? Ez a kérdés ugyanis gyakori beszédtéma, és mind sűrűbben foglalkozik vele a sajtó.

Az ember kilépett a világűrbe: ennek első és nyilván legnagyobb jelentőségű eredménye, hogy a tudományos kutatás új típusú eszközök birtokába jutott. Emellett arról sem feledkezhetünk meg, hogy egyre nagyobb fontosságra tesznek szert az űrkutatás közvetlenül gyakorlati célokat szolgáló alkalmazásai is.

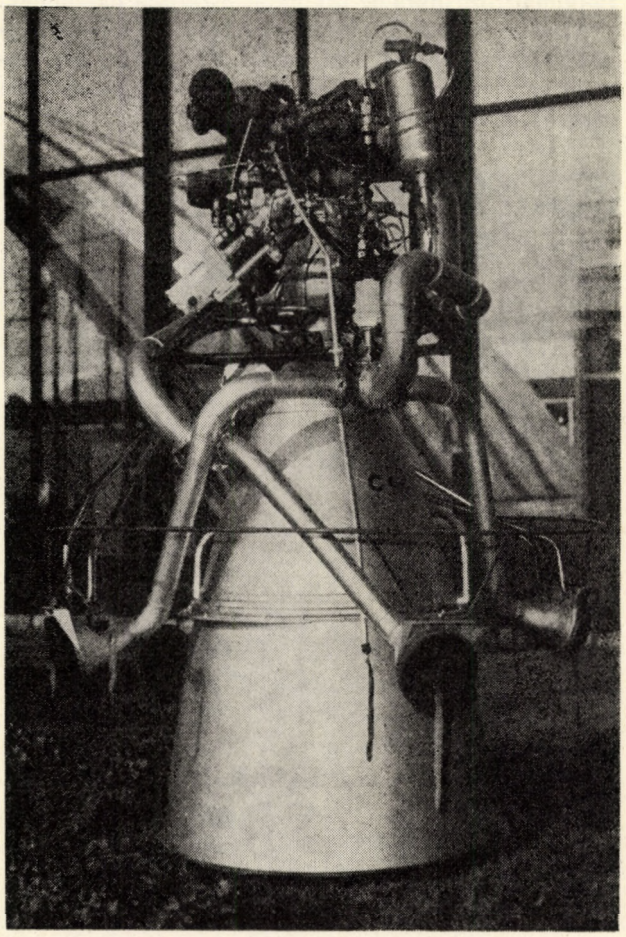
Az űrkutatás és a Föld vizsgálata

Az űrtechnika mindenekelőtt utat tör a Föld újszerű módon való tanulmányozására. Már az első mesterséges holdak alkalmat nyújtottak arra, hogy nagy pontossággal lehessen a Föld alakját meghatározni; ez a feladat a Földön telepített eszközökkel hosszú évek munkáját vette volna igénybe. Földünk légkörének felső rétegeit, a légkör sűrűségének, összetételének, ionizációs fokának változási dinamikáját, különösen pedig a naptevékenységgel való kölcsönhatásait ugyancsak kozmikus berendezésekkel figyelik meg, s ezek a kutatások előrelendítették a magaslégkör tanulmányozását is.

Az űrtechnika eszközeivel végzett kutatások többek között arra is módot adnak, hogy a naptevékenységről az időjárástól függetlenül kapjunk információt az elektromágneses spektrum rövidhullámú részén és a korpuszkuláris sugárzás területén. Tudvalevő, hogy ezek a sugárzások a Föld felszínéről közvetlenül nem vizsgálhatók.

A szovjet és az amerikai mesterséges holdakkal végzett mérések, a Hold, a Venus és a Mars felé küldött űrrakéták grandiózus képet rajzoltak arról, miként áramolja körül a Föld magnetoszféráját a lökésszerűen változó, protonokból és elektronokból álló szoláris szél.

A szoláris szélnek és az általa hordozott szoláris mágneses térnek a kölcsönhatása a Föld mágneses

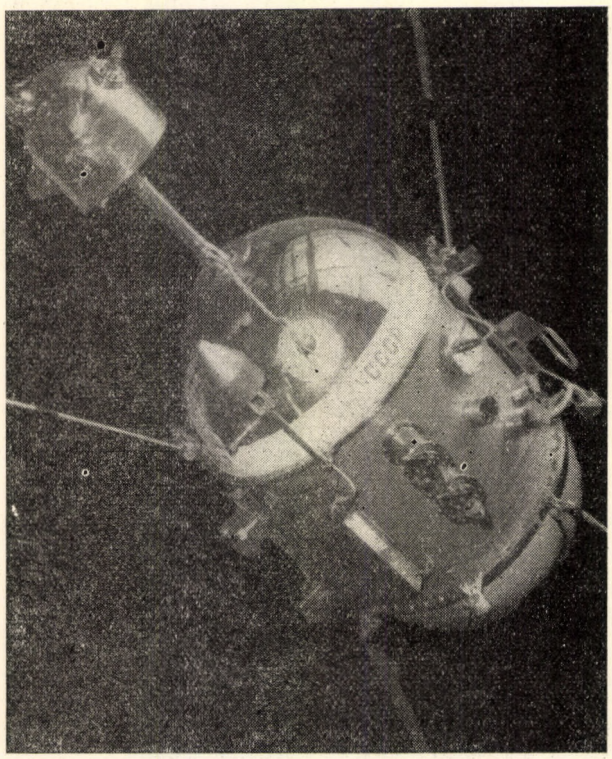


1. kép. RD–119 típusú rakétahajtómű

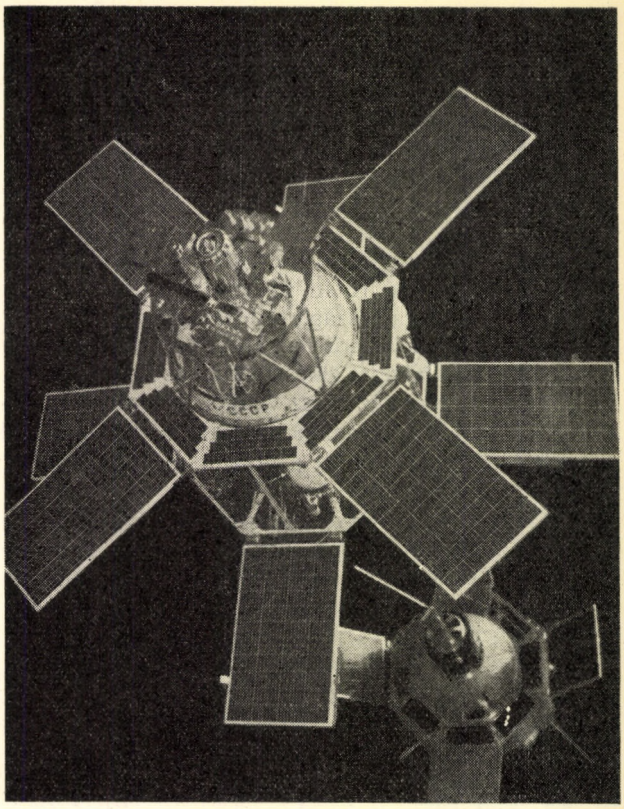
terével olyan képet mutat, amely emlékeztet a gázokban szuperszonikus sebességgel haladó, tompa végű testek körül kialakuló áramlásra; lökéshullámhoz hasonló tartomány jön létre, amelyben a részecskék koncentrációja és hőmérséklete megnő. Ez a „hullám" a Nap és a Föld középpontját összekötő egyenes mentén Földünktől 8–9 földsugárnyi távolságra van: az általa körülövezett tartomány elnyúlik a Nappal ellentétes irányban, s valósággal a Föld csóváját alkotja. Ennek teljes kiterjedését egyelőre még nem ismerjük. Annyit tudunk, hogy amint azt az egyik szovjet holdszputnyik keringése közben végzett mérések felderítették, az említett tartományt a Föld körüli keringése közben a Hold metszi.

A lökéshullám és a Föld között megnövekedett koncentrációjú, töltésű és gyors részecskéket tartalmazó zónákat fedeztek fel: ezek a sugárzási övezetek. A szoláris szél lökéseinek hatására vagy a Napból kiinduló korpuszkuláris sugárzás változásakor a magnetoszféra határai is megváltoznak, módosul a sugárzási övezetek erőssége, a földi magaslégkör összetétele és sűrűsége. Mágneses viharok keletkeznek, fellép a sarki fény és mindezekkel együtt zavarok állnak be a rádióösszeköttetésben. A korpuszkuláris áramok és az elektromágneses hullámok áramainak köcsönhatásában érvényesülő sokféle mechanizmus tanulmányozása a Nap teljes sugárzási spektrumában, valamint a földi magnetoszféra és a légkör vonatkozásában még egyáltalán nem mondható teljesnek. Ezek az összefüggések rendkívül bonyolultak, s igen kevés idő telt még el azóta, hogy tanulmányozásukra az űrkutatás eszközeit használják.

Még kevésbé érthetjük meg a magán a Napon lejátszódó jelenségek mechanizmusát. Tisztázásra vár, hogyan idézik elő ezek a jelenségek a korpuszkuláris áramok, a mágneses tér és az elektromágneses sugárzások erősségének változásait. Remélhető, hogy a nem is nagyon távoli jövőben a tudomány olyan eredményeket ér el ezen a területen, hogy évekre előre prognózist tud adni a mágneses térerősség változásaira, az éghajlati viszonyok módosulására.



2. kép. A Kozmosz–2 mesterséges hold



3. kép. A Kozmosz műhold-család újabb tagjai

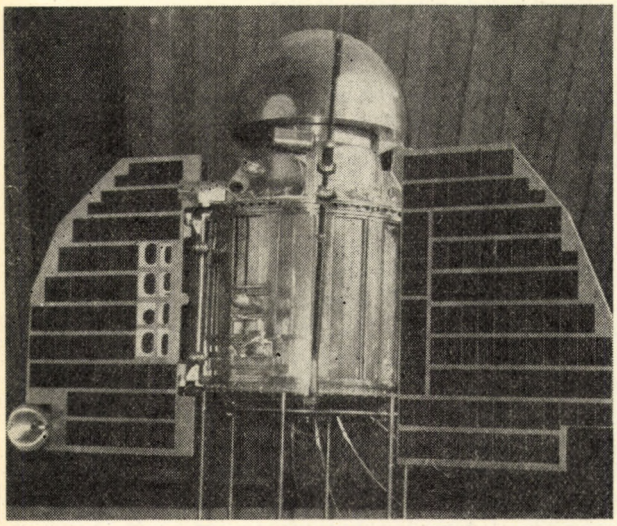
Aligha kell hangsúlyozni az effajta kutatások hatalmas gazdasági eredményeit. Csupán egyetlen aszályos év idejekorán történő prognózisa olyan megtakarítást jelent, amely lényegesen meghaladja az egész űrkutatás fejlesztésére fordított összegek nagyságát. Amerikai gazdasági szakértők számításai szerint az időjárás ötnapos megbízható előrejelzése évenként 6 milliárd dollár megtakarítással jár.

Ez idő szerint vannak már olyan űrkutatási eszközök, melyek meteorológiai célokat szolgálnak, s ha még az előbb említett, nagyobb szabású problémák tisztázására nem is alkalmasak, egyéb feladataik mellett hozzájárulnak a rövid lejáratú időjárási prognózisok pontosításához.

1960 óta az Egyesült Államokban és a Szovjetunióban számos meteorológiai mesterséges holdat készítettek és küldtek pályára. Az ezeken az űrkutató eszközökön elhelyezett kamera televíziós képet ad a Föld felületének arról a szakaszáról, amely felett a szputnyik elhalad. E mesterséges holdak a felhőzet, a hótakaró és a jégréteg képét továbbítják, információkat küldenek a hurrikánok és a tájfunok keletkezéséről és haladási irányáról. Említésre méltó, hogy az 1961. július 12-én felbocsátott *Tiros–8* amerikai műhold 18 hurrikánt, tájfunt és vihart fedezett fel, s ezekről idejekorán figyelmeztető közléseket küldött, ezek tették lehetővé a katasztrofális következmények elhárítását.

Az űrkutatás és a csillagászat

Az űrkorszak kezdete előtt a világegyetemre vonatkozó ismeretek a csillagászat több mint három évezredes története ellenére is korlátozottaknak és nemegyszer pontatlanoknak bizonyultak.



4. kép. A Vénusz–1 űrrakéta

Mielőtt például a rádiólokációs módszerekkel és a Venus felé indított űrrakétákkal megmérték volna a csillagászati egységet, más szóval a Föld és a Nap középtávolságát, addig ezt mindössze ±5000 km-es pontossággal ismertük. Ez a bizonytalanság tehát földsugárnyi nagyságrendű volt. Tudvalevő, hogy a csillagászati egység ismerete alapvető fontosságú, hiszen ennek segítségével határozzuk meg a Naprendszer égitesteinek abszolút távolságát. Jelenleg az űrnavigáció szükségletének kielégítésére ezt az állandót már sikerült mindössze néhány száz km-es pontossággal meghatározni.

Még századunk elején is lehetetlen feladatnak tűnt volna, hogy a Hold, a legközelebbi égitest túlsó oldalát megláthassuk; ezt emlegették elsőként a megoldhatatlan problémák sorában. Érthető tudományos szenzációt keltett, hogy a Luna–3 szovjet űrrakéta, amelyet 1959. október 4-én küldtek a bolygóközi térbe, néhány napra rá lefényképezte a Hold túlsó oldalát, és továbbította az első felvételeket a Földre.

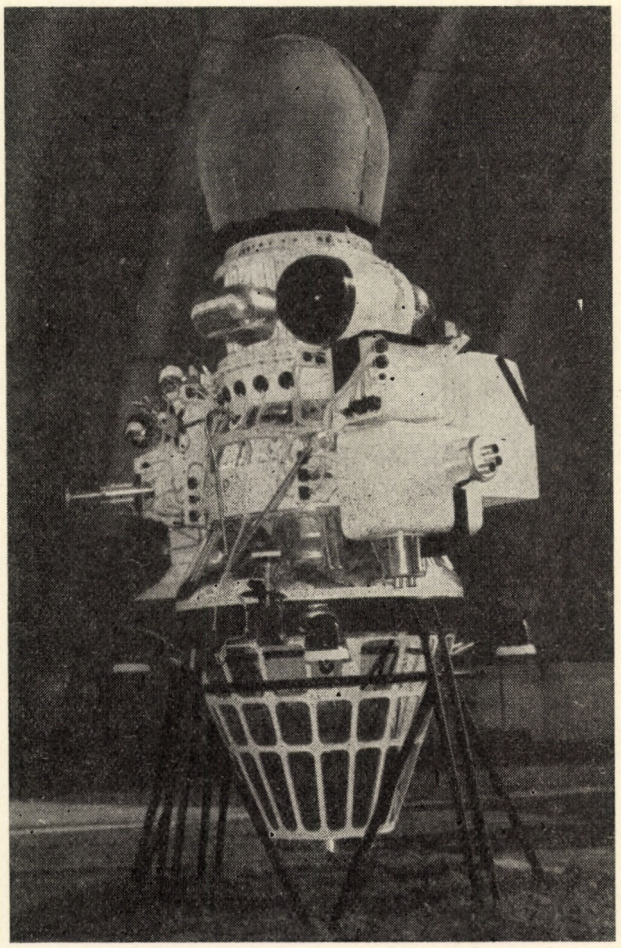
Ma már sokkal részletesebben ismerjük a Hold túlsó félgömbjét, mint amilyen megfigyelésre a földi műszerek a látható oldalon nyújtottak lehetőséget. Ezért olyan részletes holdtérképeket állíthatunk össze, amelyek szinte el sem maradnak a földi térképek mögött. Az űrtechnikában használt új műszerek lehetővé teszik, hogy hozzáfogjunk az égitestek szerkezetének részletes tanulmányozásához, elsősorban a Hold megismeréséhez, hiszen nyilvánvaló módon ez az az idegen égitest, amelyen az ember először megveti a lábát.

A szovjet *Luna–9* és *Luna–13*, valamint az amerikai *Surveyor–1* és *Surveyor–3* holdrakéták fékezett, lágy leszállást hajtottak végre a Holdon, és a holdfelszín kisebb szakaszainak fényképfelvételeit továbbították. E fényképfelvételek alapján értékelhetjük a holdfelszín szerkezetét, mert a képeken kb. 1 mm méretű képződ-

ményeket vizsgálhatunk. Kísérleteket végeztek a Hold talajmechanikai tulajdonságainak tanulmányozására is.

Megállapították, hogy a Holdnak, a Venusnak és a Marsnak nincs a földivel összehasonlítható erősségű mágneses tere. A *Mariner–4* amerikai űrrakéta a Marsról mintegy 10 000 km távolságból készült felszíni felvételeket továbbított a Földre. Ezeken a Mars felszínének korábban ismeretlen szerkezeti részleteit, a Hold felszínén látható gyűrűshegyekhez hasonló kráterek fedeztek fel. Még igen sok új felismerést említhetnénk meg, amelyek nagyon fontosak Naprendszerünk szerkezetének és evolúciójának megértéséhez, s amelyeket az eddig aránylag kisszámú űrrakéta repülésekor nyertek. Ezeket a földi megfigyelő nagyon nehezen vagy egyáltalán nem tudta volna megszerezni.

Eddig az űrkutatás még az első lépéseket tette meg csupán a Naprendszer és a világegyetem tanulmányozásában, de sokszor már meglepő eredményekre jutott. Ezek alaposabb értékelése, értelmezése még hátralevő feladat. Mindenképpen megállapíthatjuk, hogy a csillagászat ősi tudományában az űrkutatás megjelenésével fordulat következett be. A Naprendszert ma már a bolygóközi térségbe küldött űrrakétákkal, mesterséges égitestekkel tanulmányozzuk. Ezeket követik majd a szakképzett, gyakorlott kutatókat szállító űrhajók. A feladat nagyságát jellemzi, hogy a Holdtól vagy a legközelebbi bolygóktól nem csekély távolság választ



5. kép. A Luna–9 holdrakéta

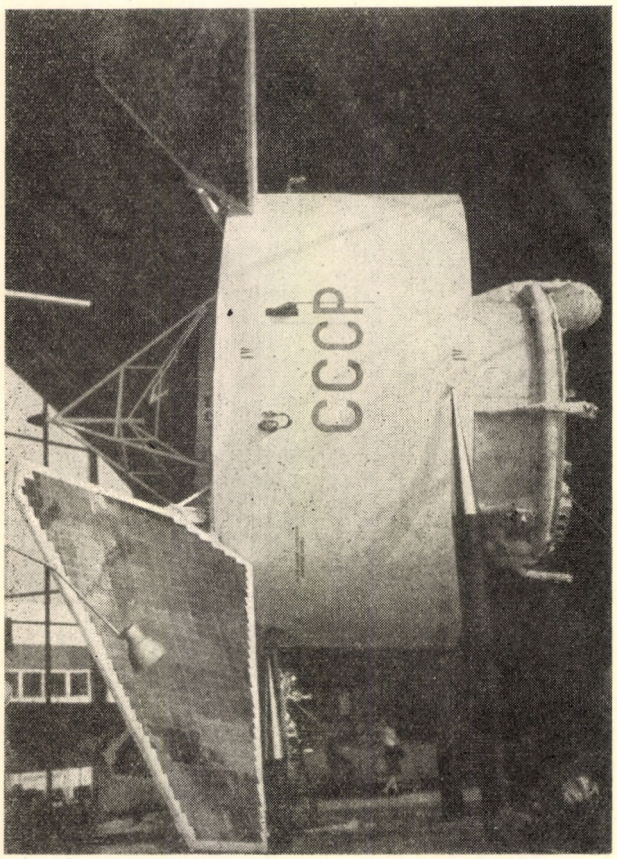
el bennünket. Földközelben a Hold 353 000 kilométerre, a Venus 40 millió kilométerre, a Mars 55 millió kilométerre, a Jupiter 1200 millió kilométerre van tőlünk.

Akár űrrakétákkal, akár űrhajókkal a Nap és a Naprendszeren kívüli világűr tanulmányozása az elektromágneses hullámok teljes spektrumában lehetővé válik. Az űrkutató eszközöket különböző távolságokban lehet Földünk körüli pályára állítani, s a Holdra telepített automatikus laboratóriumokat a kisbolygókon és más égitesteken elhelyezett hasonló berendezések fogják követni.

A világűrből és a Napból hozzánk érkező kozmikus sugárzás tanulmányozása tudományos szempontból kiemelkedő fontosságú. A kozmikus sugárzás keletkezésének problémája szorosan kapcsolódik ugyanis a világegyetem általunk ismert részének képződésére vonatkozó elméletekhez; e sugárzások vizsgálata módot ad arra, hogy megállapítsuk az anyag mágneses tulajdonságait és sűrűségét a bolygóközi és a galaktikus térben.

Különösen nagy érdeklődésre tarthat számot a kozmikus sugárzás tartalmazta nagy energiájú részecskék és az atommagok kölcsönhatása. Sokféle elemi részecskét fedeztek fel már a légkörbe behatoló, elsődleges kozmikus sugárzás vizsgálatakor; a Föld légköre és magnetoszférája azonban lényegesen meghamisítja a kozmikus sugárzás észlelési adatait. Éppen ezért már az első mesterséges holdakkal megkezdték a kozmikus sugárzás alapos tanulmányozását.

A Nap flereivel összefüggő rendkívül erős kozmikus sugárzási fluxusok vizsgálata különösen fontos az űrrepülés veszélytelensége szempontjából, hiszen az intenzívebb napflerek fellépésekor a kozmikus sugárzás erőssége a világűr egyes szakaszain oly nagy lehet, hogy már veszéllyel fenyegeti az űrhajó személyzetét és berendezését egyaránt.



6. kép. A Proton, az eddigi legnagyobb méretű mesterséges hold

Az űrkutatás és a modern fizika

Teljesen új lehetőségeket tár fel az űrtechnika a korszerű fizikai kutatásban is. A jelenlegi földi részecskegyorsítók 10^4 MeV energiájú részecskék előállítását teszik lehetővé. Ezek a gyorsítók azonban nagyon bonyolult, terjedelmes és költséges berendezések.

A világűrben 10^{12} MeV-ig terjedő energiájú részecskék figyelhetők meg. Ma már nem ütközik e részecskék regisztrálása akadályokba, de az sem, hogy bármely atom magjával való kölcsönhatásuk tanulmányozására céltárgyakat és műszereket juttassunk a világűrbe. Ehhez nagy méretű és bonyolult felszerelésű űrállomások kellenek, de amint azt a szovjet *Proton* óriás szputnyikokkal végzett első kísérletek igazolták, a feladatot a korszerű technika tökéletesen megoldja. Az effajta eszközök kifejlesztése kétségkívül jelentékenyen segíti elő a magfizikai kutatómunkát. Célravezetőbbnek látszik a kutatásnak ezt az útját választani, semmint a Földön újabb igen nagy részecskegyorsítókat megépíteni.

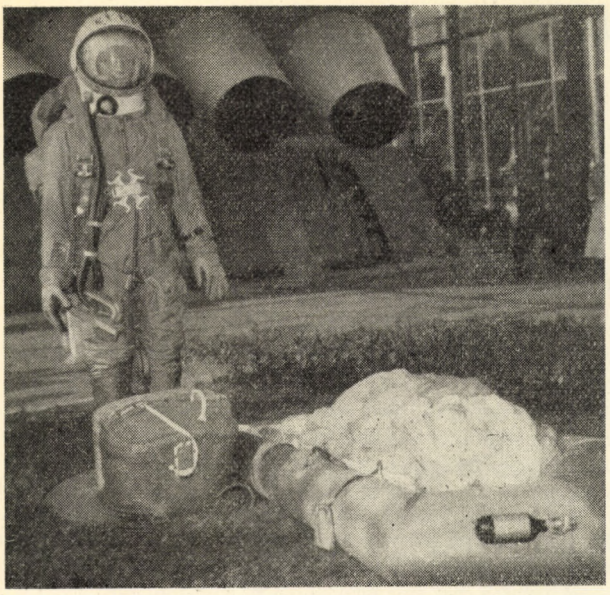
Az űrkutatás nem kis mértékben van hatással a korszerű aerodinamika fejlődésére, különösen a nagysebességű, magas hőmérsékletű gázkeverékek áramlásainak tanulmányozására. De a rakéta- és az űrtechnika igényei tették időszerűvé a ritkított gázok áramlásának kutatását, a szuperszonikus sebességgel haladó testek körüli áramlás számítására alkalmas pontos módszerek létrehozását, a sugárhajtómű fúvókájában létrejövő gázáramlásnak, nemkülönben az alacsony hőmérsékletű plazma áramlásának vizsgálatát is.

Az említett problémák új kísérleti módszerek kidolgozásához vezettek, mélyreható matematikai elemzések születtek meg, s új módszereket dolgoztak ki a folyadék és a gáz áramlását meghatározó egyenletek megoldására. Ezeket az eredményeket persze felhasználhatjuk más tudományos feladatok megoldására is.

A világűr meghódítása közelebb visz bennünket olyan alapvető kérdések megfejtéséhez, mint amilyen a világegyetem és a Naprendszer fejlődésének iránya, vagy pedig az élet egyéb formáinak létezése a Földön kívül. Az űrkutatás segítségével ismerhetjük meg a Napon és az egyéb típusú csillagok belsejében lejátszódó jelenségek fizikáját, s egyúttal a természet újabb törvényei tárulnak fel előttünk.

Az űrkutatás és a távközlés

Mint a bevezetőben rámutattunk, már ma is vannak az űrtechnika eszközeinek közvetlen gyakorlati alkalmazási területei. Megkezdődött és eredményesen fejlődik a mesterséges holdak felhasználása a távközlésben. Az Egyesült Államokban és a Szovjetunióban végzett kísérletek bizonyítják, hogy a naptelepekkel és a rádióreléállomásokkal felszerelt szinkron 24 órás és 12 órás pályára állított műholdak az egész földgömbön eredményesen megteremtik a rádiótelefóniás



7. kép. Űrhajós felszerelése

és a rádiótávírós összeköttetést, nemkülönben a televíziós műsorok közvetítését.

Ez a híradástechnikai rendszer már ma is versenyképes az óceán fenekére lebocsátott nagyfrekvenciás kábelek költséges rendszerével szemben – különösen akkor, ha figyelembe vesszük a forgalom rohamos növekedését. Avégből, hogy századunk nyolcvanas éveiben az Atlanti-óceán két partja között várható távközlési igényeket ki lehessen elégíteni, további 50 kábelvezeték megépítésére lenne szükség. Ez sokkal többe kerülne, mint a hírközlő műholdak fölröpítése.

Eredményes kísérleteket végeztek televíziós programoknak Amerikából Európába, Moszkvából a Távol-Keletre való továbbításával. A *Molnyija—1* szovjet mesterséges holdak sikeresen közvetítettek színes televíziós adásokat a Szovjetunió és Franciaország között.

A jövő távlatai

Már a közeljövőben elképzelhető, hogy néhányszor tíz kilowatt teljesítményű, viszonylag könnyű atomerőműveket alakítanak ki, amelyek mesterséges égitestekre is telepíthetők lesznek. Ilyenformán újabb alkalmazási lehetőségek nyílnak meg a távközlési rendeltetésű műholdak előtt. Megvalósítható lesz az olyan híradástechnikai rendszer, amelyben a műhold közvetlenül az egyedi vevőkészülékeknek sugározza a televíziós programot. Az ilyen rendszer jelentőségét a viszonylag gyér lakosságú hatalmas területek, a fejlődésben levő országok, az óceánon haladó hajók szempontjából aligha lehet túlértékelni.

Rendkívül érdekes lehetőségeket tár fel a navigációs mesterséges holdak most kiépülő hálózata, a szolgálati összeköttetéseket teremtő mesterséges holdak rendszerével együtt; ez a rendszer ad lehetőséget arra, hogy a hajók és a repülőgépek helyzetkoordinátáikat 100–200 m pontossággal határozzák meg. Mindez érthetően befolyásolja majd a tengeri és a légi közlekedés, valamint a tengeri halászat technikáját és gazdaságosságát.

A világűr meghódításának egyik következő lépéseként kétségkívül létrehozzák azokat a több, sőt sokszemélyes befogadóképességű űrhajókat, amelyekkel az ember huzamosabb ideig tartózkodhat a Földtől kisebb-nagyobb távolságban vezető pályán. Ezeket az űrhajókat, jobban mondva lakott űrállomásokat hajtóművekkel is felszerelik, hogy a légköri fékeződésből származó pályamódosulásokat helyesbíteni lehessen.

Az űrállomások fő feladata kezdetben nyilvánvalóan az lesz, hogy róluk végezzék a Föld és a világűr kutatását egyaránt. Az űrállomásokról fogják rendszeresen megfigyelni a légköri tüneményeket, az óceánokon lezajló jelenségeket és róluk lehet a globális felügyelet egyéb feladatköreit is ellátni. Az ilyen hálózat alkalmas a távközlési és a navigációs szolgálatra is. Az sem lehetetlen, hogy ésszerűen felhasználhatók lesznek az űrállomások egyes technológiai folyamatokra.

Megkezdődött a Hold kutatása a felszínén leszállított automatikus laboratóriumok és holdszputnyik pályára állított berendezések segítségével. A holdkutató program egyik következő lépéseként az ember először látogatja meg a Holdat, éspedig eleinte igen rövid időre. Ezután kerülhet sor arra, hogy a Holdon hosszú ideig üzemképes obszervatóriumokat létesítsenek, amelyeken megfigyelők dolgoznak és amelyek a Földdel állandó összeköttetésben vannak.

A Naprendszer bolygói kutatásának is hasonló a menetrendje. Először az űrrakéták, automatikus eszközök repülnek el az adott bolygó mellett és információt továbbítanak a Földre. Ezeket követik a bolygó felszínére leszálló készülékek, végül pedig az embert is szállító űrhajós expedíciók.

Ma még alig tudunk valamit mondani arról, hogy mikor fog minderre sor kerülni. Ismereteink nagyon fogyatékosak még akár a legközelebbi bolygókon és a bolygóközi térben uralkodó viszonyokról is. Igen nagyok a technika által leküzdendő nehézségek. Rengeteg erőfeszítést igényel, hogy a jelenlegi űrhajóknál sokkal nagyobb méretű és tömegű űrhajókat tudjunk pályára állítani, s hogy az évekig tartó űrrepülések tartamára valamennyi berendezés megbízható működését biztosíthassuk. Sok fejtörést okoz az információ sok százmillió kilométer távolságokra való megbízható közvetítése, hogy más leküzdésre váró nehézségekről ne is beszéljünk.

Mindössze tíz év telt el az első kísérlettől, amely az ember előtt megnyitotta a világűrbe vezető utat. Még hét esztendő sem választ el attól a naptól, hogy az ember első ízben repült a világűrbe. Ez a rövid időköz is azonban, amely elenyészően csekély a gondolkodó ember fejlődésének történetéhez képest, elegendő volt ahhoz, hogy az emberiség a bölcsőjétől sok millió kilométerre elérő kezekre tegyen szert és gyorsan megtanulja e kéz használatát. Az embernek új szeme támadt, amellyel megláthatja azt is, ami sok évszázadon keresztül rejtve maradt előtte, és új eszmék születtek, amelyek a földkerekség minden emberének gondolatait egyesíthetik.

Az emberiség fejlődésének új, nagyszerű korszakába lépett. A Földön született értelmes ember kilép bölcsőjéből és a Naprendszer ura lesz.

SZENTESI GYÖRGY
mérnök-százados

A hangrobbanás okai és hatásai

A hanghatárt átlépő, vagyis a hang terjedési sebességét túlszárnyaló, szuperszonikus repülőgépek elterjedésével mind gyakrabban észlelhető a hangfeletti repülésre utaló robbanásszerű zaj, közkeletű nevén a *hangrobbanás*. Ezt a hangjelenséget egyéb kellemetlen tünetek is kísérhetik. Előfordult, hogy hatására ablakok törtek be, ajtók nyíltak ki, sőt gyengébb épületek romba dőltek.

A hangrobbanás jelenségének feltűnése óta nem egy téves nézet látott napvilágot. Ezek közül leginkább az a felfogás terjedt el, amely szerint akkor keletkeznék hangrobbanás, amikor a repülőgép sebessége átlépi a hangsebességet. Ez nem felel meg a valóságnak, csakúgy, mint az az állítás, amely szerint a repülőgép vezetője hallja a saját repülőgépe keltette hangrobbanást.

A nagy sebességek aerodinamikája, a gázdinamika foglalkozik a repülőeszközök légköri nagy sebességű mozgásával. A gázdinamika által tanulmányozott mozgások olyan sebességűek, hogy a levegő összenyomhatóságának hatását a repülési jellemzőkre már nem hagyhatjuk figyelmen kívül.

Mielőtt magával a jelenséggel foglalkoznánk, röviden áttekintjük a hang és a nagysebességű áramlás néhány olyan jellemzőjét, melyek nélkül a hangrobbanás természetét nem lehet megérteni.

A hang terjedési sebessége

A hang tudvalevően a szilárd, a folyékony vagy a légnemű közeg rezgőmozgása, és a levegőben longitudinális hullámmozgással terjed. A levegőrészecskék lengései valójában kismértékű nyomás- és sűrűségváltozások, melyeket a rezgésszámtól függően az emberi fül hangként észlel.

A hang hullámszerű terjedése hasonlít ahhoz a jelenséghez, amikor a vízbe követ dobnak, s a vízfelszínen gyűrűhullámok alakulnak ki. Amíg azonban a vízfelületen csak síkban terjednek a hullámok, addig a levegőben a tér minden irányában egyenletes sebességgel, vagyis gömbfelület mentén haladnak. A hangforrásból ekként terjedő gyenge változások terjedési sebességét a levegő tulajdonságai határozzák meg, mindenek előtt a levegő hőmérséklete. Az a hangsebesség értékét az alábbi képletből kapjuk:

$$a = \sqrt{\varkappa g R T} \qquad (1)$$

ahol $\varkappa$ a fajhő viszony, értéke a levegőre $\varkappa = 1{,}4$; R az egyetemes gázállandó, értéke a levegőre $R = 29{,}27$ m/K°; g a nehézségi gyorsulás, gyakorlati közelítő értéke $g = 9{,}81$ m/sec^2; T az abszolút hőmérséklet K°-ban, melynek nagysága a repülési magasságtól függ.

Az (1) képletbe a fenti értékeket behelyettesítve, kapjuk az alábbi egyszerűbb képletet:

$$a = 20\sqrt{T} = 20\sqrt{273 + t_h} \qquad (1a)$$

ahol t_h a magasságnak megfelelő hőmérséklet.

Mint látjuk, a hangsebesség csakis a környező levegő hőmérsékletétől függ. A tengerszint magasságán $t_h = 15$ C°, vagyis 288 K°, ennélfogva $a = 341$ m/sec = 1228 km/h, 10 km magasságban $t_h = -50$ C° (223 K°); $a = 300$ m/sec = 1080 km/h.

Nyilvánvaló, hogy a repülőgépek és más repülőtestek egyszersmind hangforrások is, hiszen sárkányuknak a levegővel érintkező minden egyes pontja nyomás- és sűrűségváltozást okoz. A mozgó test az előtte elhelyezkedő levegőt összenyomja, majd az összenyomott levegő helyét foglalja el, a mögötte levő levegőt pedig ritkítja, s ez a mozgó test helyére áramlik. Ez a sűrítési-ritkítási folyamat állandóan, a repülés minden pillanatában lejátszódik.

A levegő összenyomhatósága és a Mach-szám

Az összenyomhatóság a gázoknak az a tulajdonsága, hogy a nyomás- vagy hőmérsékletváltozás hatására sűrűsége megváltozik. A levegő összenyomhatósága kis repülési sebességeken elhanyagolható, mivel a nyomáskülönbség (tehát a sűrűségváltozás is) jelentéktelen. Nagy repülési sebességeken viszont az áramlásban már tetemes nyomáskülönbségek alakulnak ki, ennélfogva számottevő sűrűségváltozás történik. A levegő összenyomhatóságát ilyenkor már nem hagyhatjuk figyelmen kívül.

A levegő összenyomhatóságát jól jellemzi az ún. *Mach-szám*, amely a repülési sebesség és a hang terjedési sebességének hányadosa, vagyis

$$M = \frac{v}{a} \qquad (2)$$

ahol v a repülőeszköz (vagy az áramlás) sebessége; a a hang terjedési sebessége.

A gyakorlatban 0,3—0,5 M-ig lehet a levegő összenyomhatóságát elhanyagolni.

A hanghullámok terjedése levegőben

Láttuk, hogy a hanghullámok gömbfelület mentén haladnak. Az álló hangforrásból kiinduló gyenge változások koncentrikus gömbökként terjednek tova, mozgó hangforrás esetén viszont a gömbök egymáshoz és a hangforráshoz viszonyított elhelyezkedése függ a hangforrás mozgási sebességétől.

Három esetet különböztetünk meg:

a) A hangforrás kisebb sebességgel mozog, mint a hang terjedési sebessége. Ekkor a hangforrás előtt álló megfigyelő előbb hallja a repülőeszköz hangját, mint hogy az felette elhalad.

b) A hangforrás mozgási sebessége megegyezik a hang terjedési sebességével. A tér ilyenkor két részre osztható, a hangforrás előtti változatlan, továbbá a hangforrás mögötti megzavart részre. A megfigyelő egyidejűleg látja és hallja a felette elhaladó repülőeszközt.

c) A hangforrás a hang terjedési sebességét meghaladó sebességgel repül: a hangforrás megelőzi az általa keltett gyenge változásokat. A megfigyelő ilyenkor előbb látja a felette elhaladó repülőeszközt, és csak később hallja az általa keltett hangot.

A tér változatlan és megzavart részét elválasztó, a gömbfelületek alkotta egyenes körkúpot *Mach-kúpnak* nevezik. A mozgási irány és a Mach-kúp alkotója által bezárt φ szöget a gyenge változások szögének vagy Mach-szögnek nevezik. A repülőgép repülésének fontos jellemzője e szög sinusa, mely a Mach-szám reciprok értéke.

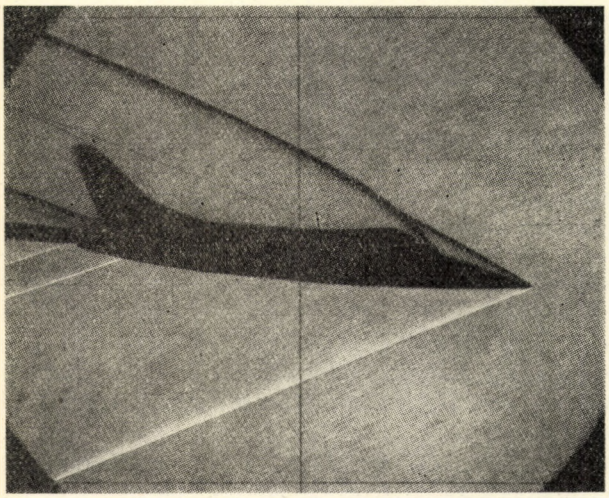
A lökéshullámok keletkezése

A levegőben ugrásszerű, hirtelen és nagymértékű nyomás- és sűrűségváltozásokat keltő, a hullámmozgás törvényei szerint terjedő változásokat *lökéshullámnak* nevezik. Az elnevezés arra utal, hogy a hullám előtt a levegő nyomása és sűrűsége számottevően különbözik a hullámfelület mögötti légnyomástól és sűrűség-

től, a változás pedig (pl. robbanáskor) gyorsan, a hullámfelület odaérkezésének pillanatában ugrásszerűen megy végbe. Ilyen folyamat történik a levegőben, amikor a repülőeszköz sebessége eléri vagy meghaladja a hang terjedési sebességét.

A hangénál kisebb (szubszonikus) sebességen a repülőeszköz keltette változások minden irányban terjednek. A hang sebességével és az azt meghaladó (transzszonikus és szuperszonikus) sebességgel végzett repüléskor a repülőeszköz előtti légtömeg változatlan, és csak a mögötte elhelyezkedő légtömegben vannak változások. Ezért a repülőeszköz előtti levegőben a változások nem fokozatosan, hanem hirtelen módon, ugrásszerűen mennek végbe. Tehát a szuperszonikus sebességű repülőeszköz is okoz lökéshullámot, mégpedig a lencse alakú szárnyprofil két pontján, a be- és a kilépő élen keletkeznek lökéshullámok. A belső élből kiinduló lökéshullámot *fejhullámnak*, a kilépő élből kiindulót pedig *farokhullámnak* nevezik.

Ha a repülőeszköz szuperszonikus sebességgel halad, akkor felületének minden éles és lekerekített be- és kilépő részéről, valamint az élesen változó felületekből lökéshullámok indulnak ki. Az 1. ábra egy szuperszonikus szélcsatornában elhelyezett repülőgépmodell ún. schlieren-módszerrel készült fényképe, amelyen a felületből kilépő valamennyi lökéshullámot meg lehet figyelni.



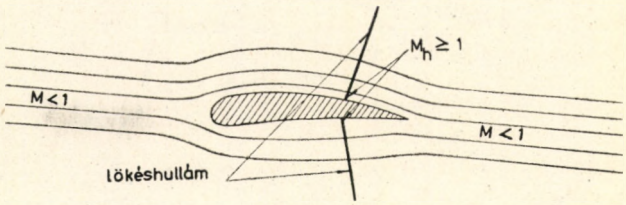
1. ábra. Szuperszonikus szélcsatornában elhelyezett repülőgépmodellből kiinduló lökéshullámok

Ez a bonyolult lökéshullám-rendszer a repülőeszköztől távolodva az említett fej- és farokhullámmá alakul. A repülőeszköztől való távolodás mértékében csökken a lökéshullám keltette nyomás- és sűrűségváltozás, a lökéshullám terjedési sebessége pedig a hangsebesség felé tart. A lökéshullám-front folyamatosan, a határhullámhoz hasonló kúpos felületté alakul át.

Jóllehet lökéshullámot csak olyan repülőeszköz okozhat, melynek repülési sebessége eléri vagy meghaladja a hang terjedési sebességét, kisebb lökéshullámok keletkezhetnek a szubszonikus sebességű repülőeszközöknek azokon a pontjain, ahol a helyi áramlási sebesség eléri vagy meghaladja a hang terjedési sebességét (2. ábra).

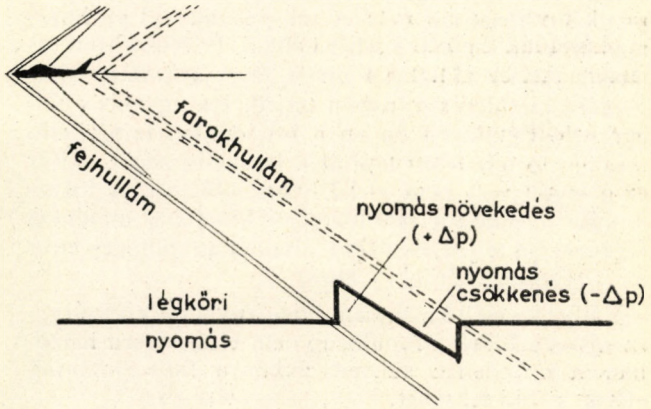
A hangrobbanás

Látjuk, hogy a szuperszonikus sebességű repülőeszköz két fő lökéshullám-kúpot alakít ki. A lökéshullám együtt mozog a lökéshullámot okozó repülőeszközzel, annak mintegy állandó kísérője.



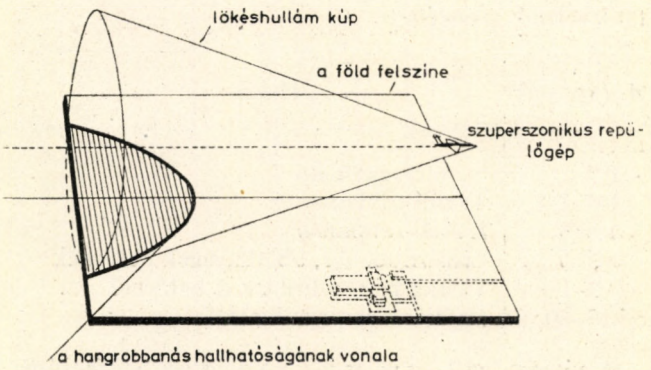
2. ábra. Lökéshullám kialakulása szubszonikus sebességű áramlásban levő szárnyon

Az említett ugrásszerű nyomás- és sűrűségváltozás kelti a robbanásszerű hangjelenséget is. A fejhullám mögött a levegő mozgása ugrásszerűen megnő, és Δ_p értékkel haladja meg a légköri nyomást. Ezután a nyomás fokozatosan csökken, kisebb lesz a légköri nyomásnál, majd a farokhullám Δ_p értékkel ismét ugrásszerűen megnöveli a légnyomást, s így áll vissza a légnyomás eredeti értéke. (3. ábra.)



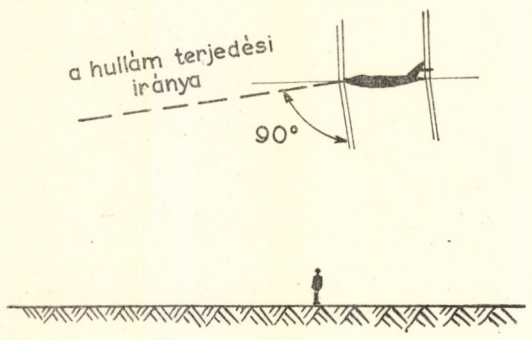
3. ábra. A légnyomás változása hangrobbanáskor

A földön álló megfigyelő kedvező esetben kettős hangrobbanást észlel. A kísérletek és a számítások szerint ez olyankor fordul elő, amikor a repülőeszköz magasan halad, vagy amikor a repülőeszköz hosszú.



4. ábra. A hangrobbanás egyidejű hallhatóságának vonala

Vízszintesen haladó repülőgép keltette hangrobbanást a talajszint több pontján egyidejűleg lehet észlelni. Az ilyen pontokat összekötő görbe – hiperbola, amely lényegében a föld felszínének és a lökéshullámkúp áthatásának a vonala (4. ábra).



5. ábra. Kis szuperszonikus sebességű repülőgép keltette lökéshullám terjedése

A lökéshullám-kúp és a hiperbola egyaránt követi a hangrobbanást keltő repülőeszközt, vagyis egyenes vonalú vízszintes repülést feltételezve, a hangrobbanást minden pillanatban más és más, egymással párhuzamos hiperbola mentén lehet hallani. Fontos következtetésre jutunk abból a tényből, hogy a hullám sajátmagára merőleges irányban terjed. Ha ugyanis a felgyorsuló repülőgép éppen a talajszinten tartózkodó megfigyelő feje felett lépi át a hangsebességet, akkor ez a megfigyelő nem észlel hangrobbanást. A lökéshullám ilyenkor a repülőgépből kiindulva majdnem vízszintesen terjed, és a föld felszínét a repülőgép előtt nagy távolságra éri el (5. ábra).

Említésre méltó azonban, hogy amikor a kis szuperszonikus sebességű repülőgép nem vízszintesen halad, hanem meredeken süllyed, akkor a lökéshullámok elérik a föld felszínét.

A hangrobbanás hallhatósága

A hangrobbanás hallhatósága attól függ, hogy a szuperszonikus sebességű repülőgép keltette lökéshullám a föld felszínébe ütközve mekkora Δ_p nyomásváltozást okoz. A nyomásváltozás nagyságát számos tényező határozza meg. Ezek közül elsősorban a repülési sebesség, a repülési magasság, valamint a repülőeszköz több jellemzője jön tekintetbe.

A különböző nagyságú nyomásváltozások hatását táblázatunk szemlélteti.

Δp (kp/dm²)	Hatás
<0,5	Nem érzékelhető
0,5–1,5	Távoli robbanás
1,5–3	Közeli robbanás
3–5	Erős robbanás, ablaküvegek betörnek
5–10	Vastag kirakatüvegek is betörnek
10–80	Épületek romosodnak

A viszonylag *könnyű szuperszonikus repülőgépekkel* keltett lökéshullámot a repülési sebesség nagyságán kívül a repülőgéptörzs jellemző adatai határozzák meg.

A föld felszínén fellépő nyomásváltozás értéke olyankor, amikor a repülőgép állandó szuperszonikus sebességgel, vízszintesen repül, a (3) képletből határozható meg.

$$\Delta p = k_o k_f \frac{\sqrt{p_o p_h}}{\sqrt[4]{h^3}} \sqrt[8]{v_M^2 - 1} \sqrt{\frac{100\, f}{l}} \qquad (3)$$

ahol k_f a repülőgép külső formáját jellemző ún. formatényező; k_o a lökéshullámnak a földfelszínről való visszaverődését jellemző visszaverődési tényező; p_o a föld felszínén mért légnyomás (kp/dm²); p_h a repülési magasságon mért légnyomás (kp/dm²); h a repülési magasság; v_M a repülési sebesség (M-szám); f a repülőgépszárny és a törzs együttes legnagyobb keresztmetszete (dm²); l a repülőgéptörzs hossza (m).

A k_f formatényező értéke a repülőgép aerodinamikai kialakításától függ, éspedig annál kisebb, minél jobban áramvonalazott, minél hegyesebb belépőélei vannak a repülőgépnek. Kevésbé nyilazott szárnyú, tompa orr-részű, felfüggesztett póttartályú, lógó hajtómű-gondolájú repülőgépre a k_f értéke nagyobb. Általában $k_f = 0{,}7—0{,}85$.

A k_o visszaverődési tényező meghatározza, hogy hányszorosára növekszik a nyomásváltozás, amikor a lökéshullám a föld felszínébe ütközik. Értéke elsősorban a föld felszínének minőségétől, nemkülönben a lökéshullám-front és a felszín bezárta szög nagyságától függ. Minél egyenletesebb a talaj, annál nagyobb e tényező értéke. Általában $k_o = 1{,}6—2$.

Így pl. a $h = 6000$ m magasan $v_M = 1{,}5$ M sebességgel repülő $k_f = 0{,}8$ formatényezőjű, $l = 15$ m hosszú, $f = 250$ dm² legnagyobb keresztmetszetű repülőgép lökéshulláma által okozott nyomásváltozás $k_o = 1{,}8$ visszaverődési tényezőjű talajszinten a (3) képlet alapján mintegy $\Delta p = 8$ kp/dm². Az előbbi táblázatból látjuk, hogy ez meglehetősen nagy érték.

A nagy magasságban haladó *nehéz szuperszonikus repülőgépek* keltette lökéshullámot a repülési értéken kívül a repülőgépszárny jellemző adatai határozzák meg.

Az ilyen repülőgép lökéshulláma által létrehozott nyomásváltozás állandó szuperszonikus sebességű vízszintes repülés esetére az alábbi képlet segítségével határozható meg:

$$\Delta p = k_o k_\alpha \frac{\sqrt{p_o}}{\sqrt[4]{h^3}} \cdot \frac{\sqrt[8]{(v_M^2 - 1)^3}}{2\, v_M} \cdot \frac{\sqrt{100\, G}}{\sqrt[4]{l_{sz}}} \qquad (4)$$

ahol (az előbb használt jelöléseken kívül) k_α az állásszögtényező, amely meghatározza a repülőgép állásszögének hatását a lökéshullám kialakulására (értéke általában 0,67); G a repülőgép súlya (kp); l_{sz} a repülőgép hossztengelye mentén mérhető legnagyobb szárnyhossz (m).

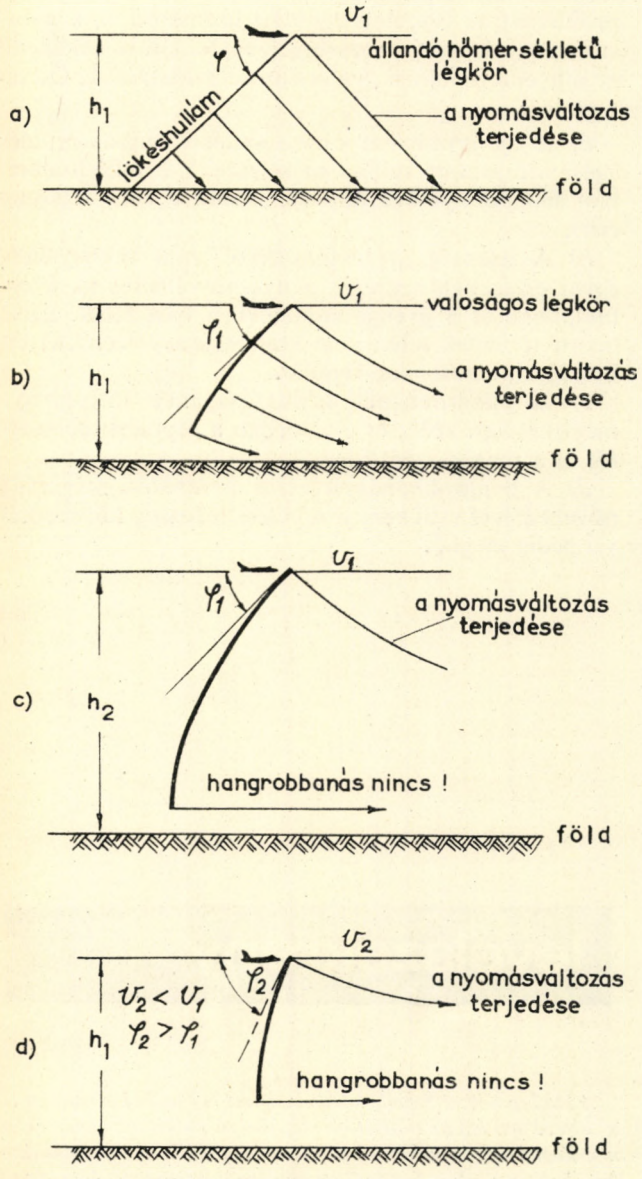
Így pl. a $v_M = 2$ M sebességgel, $h = 20\,000$ m magasan repülő, $G = 70\,000$ kp súlyú, $l_{sz} = 10$ m legnagyobb szárnyhosszú repülőgép által okozott nyomásváltozás $k_\alpha = 0{,}67$ és $k_o = 1{,}8$ tényezőkkel mintegy $\Delta p = 4$ kp/dm².

A hangrobbanás hallhatóságának tartománya

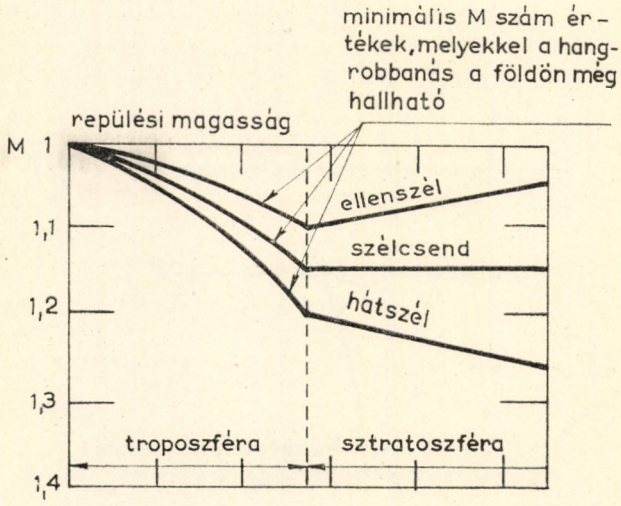
Az eddigiekben a levegőt állandó sűrűségű és nyomású közegnek tekintettük, melyben a hang terjedési sebessége is állandó. Ezenkívül a repülőgépet mindig egyenes vonalú vízszintes repülési üzemmódban vizsgáltuk. A valóság azonban ezektől a feltételezésektől meglehetősen eltér, és ez az eltérés jelentősen befolyásolja a hangrobbanás hallhatóságának tartományát. Nézzük meg, hogy a valóságos légkör és a valóságos repülési üzemmódok mennyire térnek el az eddig tárgyaltaktól.

Nyilvánvaló, hogy a korszerű szuperszonikus repülőgépek nemcsak vízszintes, hanem még számos más repülési üzemmódban (emelkedésben, süllyedésben, fordulásban stb.) is képesek a hangét meghaladó sebességget repülni. Emellett szuperszonikus sebességük sem állandó, hanem növelhető vagy csökkenthető.

Tudvalevően a troposzféra a valóságban egyáltalán nem állandó sűrűségű és nyomású közeg, hanem a föld felszínétől távolodva a légnyomás, a levegő sűrűsége és hőmérséklete számottevően csökken. Ilyenformán a magasság növekedtével a hang terjedési sebessége is csökken az (1a) képlet szerint.



6. ábra. A magasság és az M-szám befolyása a hangrobbanás észlelhetőségére



7. ábra. A szélsebesség és a magasság hatása a hangrobbanás hallhatóságára

A számítások megkönnyítésére a technikában az ún. *nemzetközi normál atmoszférát* használják. Eszerint a levegő hőmérséklete 11 km magasságban (a sztratoszféra és a troposzféra határán) —56,5 C°, felette állandó, e magasságtól lefelé pedig kilométerenként 6,5 C°-kal növekszik. Ennek megfelelően 11 km-en és ennél nagyobb magasságban a hang terjedési sebessége is állandó, a magasság csökkenésével pedig a hangsebesség növekszik.

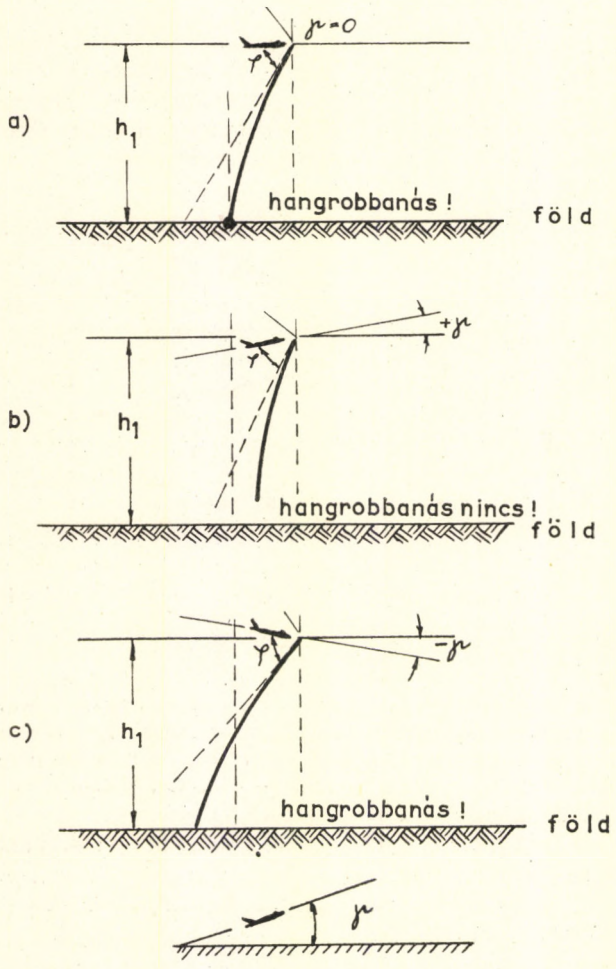
Könnyen belátható, hogy a h_1 magasságon a szuperszonikus egyenes vonalú vízszintes repülést végző repülőgép lökéshullám-kúpja, ill. függőleges síkmetszete nem a 6. ábra *b* szerinti elhajló vonal lesz, mivel a lökéshullám terjedési sebessége a magasság csökkenésével megnő.

A hangrobbanás a 6. ábrán *a* és *b* alatt feltüntetett esetekben egyaránt észlelhető. A repülési magasság növelésekor az is előfordulhat, hogy h_2 magasságon a lökéshullám-görbe annyira elhajlik, hogy a nyomásváltozás sebességének függőleges összetevője a föld felszínén zérus értékre csökken (6. ábra *c*),. hangrobbanás tehát nem történik. Ugyanez a helyzet akkor is, amikor a repülési sebesség v_2 értékre csökken (6. ábra *d*). A nyomásváltozás sebességének függőleges összetevője ekkor a földfelszínen szintén zérus.

Minden magasságon van tehát olyan minimális M-szám (hangrobbanás hallhatósági küszöb), amelyen a hangrobbanás még éppen hallható, s ennek értéke (a troposzférában) a magasság növekedésével állandóan növekszik. Vízszintes repüléskor és szélcsendben ez a minimális M-szám a troposzféra és a sztratoszféra határán 1,15.

A sztratoszférában a levegő hőmérséklete megközelítőleg állandó, ezért a hangsebesség és a nyomásváltozás sebessége, következésképpen a hangrobbanás hallhatósági küszöbértéke is állandó.

A 7. ábrán látható, hogy vízszintes repüléskor miként változik a hangrobbanás hallhatósági küszöbértéke. Az ábra azt szemlélteti, hogy ez a küszöbérték ellenszélben csökken, hátszélben pedig megnő. Az emelkedés vagy a süllyedés ugyancsak jelentősen befolyásolja a hangrobbanás észlelhetőségét.



8. ábra. Az emelkedő repülés és a süllyedés hatása a hangrobbanás hallhatóságára; h_1 repülési magasság; φ a lökéshullám-kúp csúcsszögének fele; γ a vízszintessel bezárt szög

A 8. ábrán olyan esetet látunk (*a*), amikor h_1 magasságon végzett vízszintes repüléskor még éppen észlelhető a hangrobbanás. Az ábra (*b*) azt is szemlélteti, hogy a gép emelkedése közben a föld felszínén a nyomásváltozás sebességének nem lesz függőleges összetevője, tehát hangrobbanás nem lép fel. Mindez azt jelenti, hogy emelkedő repüléskor ugyanazon a magasságon nagyobb M-számmal kell a gépnek haladnia, hogy a föld felszínén a hangrobbanás hallható legyen.

A 8. ábrán a süllyedés esetét is látjuk (*c*). Nyilvánvaló, hogy a süllyedés az emelkedő repüléssel ellentétes hatást idéz elő. Ilyenkor – a vízszintes repüléssel összehasonlítva – adott magasságon kisebb M-szám is elegendő ahhoz, hogy a hangrobbanás a föld felszínén hallható legyen.

Az előbbiekben vizsgált egyszerűbb esetekből is kitűnik, hogy a hangrobbanás hallhatósága számos szerteágazó feltételtől függ. Lényegesen bonyolítják a problémát az összetett repülési üzemmódok, a gyorsuló vagy lassuló sebességgel végrehajtott emelkedő és süllyedő repülések, valamint a fordulózások. Összefoglalva:

a) A hangrobbanás oka a szuperszonikus repülés egész időtartama folyamán keletkező, a lökéshullámban fellépő nyomásváltozás, amely a föld felszínét eléri.

b) A jelenség „robbanásszerű" zaja veszélytelen, egyes esetekben azonban a nyomásváltozás az üvegtáblákban és a gyenge épületekben kárt tehet. Ezért lakott területek felett nem szabad szuperszonikus sebességgel, alacsonyan repülni.

c) A hangrobbanás hallhatóságának tartománya meglehetősen szűk, és elsősorban a repülési sebességtől és a magasságtól függ.

d) A hangrobbanás erőssége a repülési magasság növekedtével csökken, a repülési sebesség növekedtével pedig megnő.

levélszekrény

Az utóbbi időben nem egyszer előfordult, hogy egyes olvasóink a szerkesztőségnél reklamálták elmaradt lappéldányaikat. Bár a szerkesztőség minden reklamációt továbbít a postához, a panaszok elintézését meggyorsítja, ha a reklamáló előfizető közvetlenül a Posta Központi Hírlap Irodához fordul. A PKHI címe: Budapest V., József nádor tér 1., telefonszáma: 180–850.

A Haditechnikai Szemle minden naptári negyedév közepén jut el az olvasóhoz. Ha az előfizető a megjelenést követő tíz napon belül nem kapná meg lapunkat, sürgősen reklamálja, különben előfordulhat, hogy a szóban forgó szám példányai elfogynak, és a posta a pótlásról nem tud gondoskodni.

TÖRÖK GÁBOR
mérnök-százados

Kútfúrás vagy víztisztítás?

Talán nem is szükséges hangsúlyozni, hogy a hadsereg vízellátása a műszaki csapatok fontos feladata. Mint bármely más technikai probléma megoldásában, itt is több út kínálkozik. A következőkben a vízellátás két fő módszerét: egyfelől a szennyezetlen felszín alatti vizek kitermelését, másfelől a szennyezett felszíni vizek tisztítását vetve össze, adjuk ezek rövid értékelését. Ennek alapján szándékozunk állást foglalni a véleményünk szerint a harcászati-műszaki szempontokat jobban kielégítő módszer mellett.

Mindkét módszer mellé a tetszetős és látszólag egyenértékű érvek sorát állíthatjuk olyannyira, hogy felületes vizsgálódással semmilyen döntést sem lehetne hozni, vagy csak elhamarkodottan ítélhetnénk. Az új kutak fúrása mellett szól, hogy már viszonylag kis mélységből teljesen tiszta, szennyező és fertőző anyagoktól mentes vizet lehet kitermelni; a már megépített kút kezelése szakértelmet nem igényel, és csekély munkával jár. Az is kedvező, hogy a kutat elméletileg ott fúrhatjuk, ahol az a tárolás és a szállítás szempontjából a felhasználó alakulat számára a legcélszerűbb.

A szennyezett felszíni vizek tisztításának előnye, hogy rövid telepítési idő után már termelhető ivóvíz; a berendezések mozgékonyak, és percek alatt eldönthető a víztisztítási technológia, ennek eredményeként a további tényked\u00e9sek rutinmunkává egyszerűsödnek.

Látjuk tehát, hogy a felületes érvek valóban egyenlő súllyal szólnak e módszerek bármelyike mellett. A vízellátás jelentősége, a vele kapcsolatos beruházások költségessége megköveteli azonban, hogy sokkal mélyebb, átgondoltabb érveket vegyünk figyelembe. Fel kell sorakoztatnunk mindazokat a döntő jelentőségű műszaki tényeket és a belőlük levonható következtetéseket, melyek itt megbízható támpontot adhatnak.

Hazánk területének nagy része kedvező vízföldtani tulajdonságú, ezért ivó-, használati, ipari és mezőgazdasági vízszükségletünk tetemes részét mélyfúrású kutakból fedezhetjük. Az Országos Vízkutató és Fúró Vállalat (OVIFUV) 1962. évi felmérése szerint az ország területén több mint harmincezer fúrt kutat tartanak nyilván; ezeknek 75%-a működőképes. Meg kell jegyeznünk, hogy ezt a jó arányt évszázados múltra visszatekintő kútfúró iparunk jó színvonalú műszaki felkészültségének köszönhetjük.

Az utóbbi évtizedek tervszerű vízgazdálkodása napirendre tűzte a már meglevő mélyfúrású kutak helyének, vízhozamának és minőségének felmérését, nemkülönben azt is, hogy fúrás előtt szakvéleményezés alapján jelöljék ki a kutak helyét. Az OVIFUV négyéves adatgyűjtő munkájának eredményeiből néhány érdekes következtetést vonhatunk le.

A szóban forgó felmérésből kitűnik, hogy hazánkban a kutak 65%-át síkságon, 21%-át dombvidéken, 14%-át hegyvidéken fúrták. A fúrások átlagos mélysége 85 méter. A síkvidéken 1%, a dombvidéken 4%, a hegyvidéken 12% fúrás volt meddő. Ez a legutóbbi érték szinte ijesztően nagy még akkor is, ha a fúrásokat minden előzetes vizsgálat nélkül, találomra végezték volna. Ez azonban nincs így, hiszen már 1892 óta rendeletek szabályozzák a kútfúrási engedélyek kiadását.

Az OVIFUV ez idő szerint kötelező vízföldtani szakvéleménye a tudományos és gyakorlati ismeretek birtokában jelöli meg a legkedvezőbb vízbeszerzési lehetőségeket, és általában három részből áll.

Az első rész a kút pontos helyét, az igényelt víz mennyiségét, kitermelési módját, felhasználását és az esetleges különleges kívánságokat jelöli meg. A második rész a terület földtani felépítését és vízföldtani viszonyait ismerteti. Ehhez kapcsolódva taglalja az eddigi helyi kutatások eredményeit. A szakvéleménynek ez a legfontosabb része, mely az egyes vízadó rétegek mélységére, a kitermelhető vízmennyiségre és a víz várható minőségére vonatkozik. A vízföldtani viszonyok és a rendelkezésre álló adatok birtokában a legtöbbször pontosan kijelölhető az a vízadó réteg, amelynek feltárása szükséges. A harmadik rész a fúrási munkák végrehajtására és a fúrást megelőző tényked\u00e9sre utal.

Ismeretlen területre a szakvélemény előírja, hogy a fúrást szakaszosan kell végezni, és bizonyos mélységközökben rétegvizsgálatra van szükség. Ilyenkor előzetesen geoelektromos szelvényezéssel kell a víztároló rétegek helyzetéről meggyőződni. A 20–30 métert meg nem haladó fúrások kivételével a szakvélemény geofizikai szelvényezésre ad utasítást.

A kútfúrásokra előírt szakvélemény már idejekorán tájékoztatja a tervezőt és a kivitelezőt a kút pontos helyéről, szinte centiméteres pontossággal meghatározza a telepítési mélységet és közli a várható vízhozamot. Mint láttuk, a meddő fúrások aránya mégis nagyon jelentékeny. Fűzzük ehhez hozzá, hogy hazánkban nincsenek magas hegységek; a szembeötlő statisztikai tendencia szerint feltehetően az ilyen vidékeken még rosszabb a helyzet.

A kútfúró iparral összehasonlítva a hadsereg hasonló feladatot ellátó egységeinek helyzete megközelítően sem ilyen ideális. Az esetek túlnyomó többségében ismeretlen területen, minden előkészítés nélkül, szinte csak a csapatmozgásokhoz alkalmazkodva jelölik ki a telepítendő kút helyét, majd hasonló körülmények között végzik a kútfúrási munkákat. Hogy mit jelent a terep és a mélységbeli rétegek ismerete, azt legjobban egy megtörtént eset példáján mutathatjuk be.

Egy fúróberendezés próbája alkalmával, találomra kiválasztott helyen végeztek fúrást és viszonylag rövid idő alatt, 35 méter mélységben megtalálták a kitermelésre alkalmas vízadó réteget. A próba folytatásaként az előző felállási ponttól mintegy száz méterre újabb fúrásba fogtak, itt azonban még 80 méter mélyen sem találtak vizet. E példából nyilvánvalóan következik, hogy részletes vízföldtani szakvélemény nélkül, a teljes talajtani tájékozatlanság helyzetében majdnem biztos a kudarc.

Ellentétes példaként kínálkozik viszont, hogy a Góbi-sivatagban 1958–1961 között működött magyar vízkutató expedíció a területi szétszórtság, az óriási

távolságok és a változatos földtani viszonyok ellenére 23 közül 22 vízkutató fúrást termelő kúttá képezett ki. Ez az eredmény annak köszönhető, hogy a kutak helyének kijelölését minden esetben műszeres vizsgálatok előzték meg.

A mongóliai expedíció és egy katonai kútfúró-egység viszonyai között nagyfokú hasonlatosságot fedezhetünk fel. A katonai egység önállóan, magára utaltan végzi munkáját; a telepítendő kút helyét nem vízföldtani szempontok szerint és csak hozzávetőlegesen adják meg számára; a földtani viszonyok pedig ismeretlenek. Ezek ugyan a rendelkezésre álló műszerek segítségével viszonylag pontosan meghatározhatók, de a vizsgálatok időt vesznek igénybe.

Itt kell szólnunk az időről, mely a katonai kútfúrók tevékenységének másik fontos tényezője. Ezzel kapcsolatban ismét a mongóliai magyar vízkutató expedíció eredményeit kell felidéznünk. Az expedíció 1958 októberében, a Góbi-sivatag déli részén két hét alatt készített el egy 150 méter mély vízadó kutat. Az említett idő folyamán elvégezték a szállítás, a felállás, a fúrás, a csövezés, a szűrés, a kompresszorozás és a próbaszivattyúzás minden munkáját. A fúrólyuk legkedvezőbb helyének megállapítására azonban öt napon keresztül végeztek felszíni műszeres vizsgálatokat, s ilyenformán a kút teljes elkészítése 19 napig tartott.

Ha a hazai kutak 85 méteres átlagmélységével számolunk, továbbá a műszerezésre, a kompresszorozásra és a próbaszivattyúzásra fordított kilenc napos alapidőt levonjuk és a maradék tíz napot a kb. fele mélységre vonatkoztatjuk, akkor 14 napot kapunk. A Mongóliában alkalmazott klasszikus talajellenállás-mérési módszer azonban ma már elavultnak tekinthető, és az új, irányított áramterű módszerrel az előzetes mérési időt nagyjából egy napra csökkenthetjük. Nyilvánvaló ezek után, hogy a műszerezésre fordított egy nap, továbbá a kompresszorozásra és próbaszivattyúzásra fordított két-két nap semmiképpen sem takarítható meg, ennélfogva egy kút elkészítésének ideje – az effektív kútfúrási műveletek nélkül – már az indulás pillanatában is legalább öt nap.

Nem szükséges különösebb hadműveleti képzettség ahhoz, hogy eldönthessük, milyen körülmények között érdemes egyáltalán a tábori vízszerzésnek ezzel a módszerével foglalkozni. Pedig még meg sem említettük a sziklás, görgeteges talajokban való fúrás nehézségeit, amikor a hagyományos fúrófejek előrehaladási sebessége nem haladja meg az óránkénti néhány centimétert. Nem szóltunk a béléscsövek háborús utánpótlási nehézségeiről sem, mert ez már inkább szervezési kérdés, de tudomásul kell vennünk, hogy 50 méteren túl a csöveket gyakorlatilag lehetetlen visszanyerni. Ahány kutat akarunk tehát fúrni a hadműveletek alatt, annyi készlet béléscsövet kell előre legyártanunk és raktároznunk. Nem taglaltuk azt az eshetőséget sem, hogy a telepített kút vízhozama a tervezettnek vagy a szükségesnek csak töredéke lesz. Ez utóbbi ugyanis harcászati kérdés.

Le kell vonnunk tehát a végső következtetést. Részletes talajtani információk nélkül, mindössze néhány órás műszeres kutatásra támaszkodva, változatos földtani viszonyok között, hegységekben a kútfúrás előre felbecsülhető sikertelensége mintegy 50%-ra tehető. A legalább egyhetes telepítési idő figyelembevételével megállapíthatjuk, hogy harcoló alakulatoknál a kútfúrásnak csekély a létjogosultsága, jobban mondva a kútfúrás csak egészen különleges hadműveleti-harcászati helyzetekben jöhet tekintetbe. Hátországi területeken, a tömegpusztító fegyverek hatása következtében megsemmisült kutak pótlására és főleg a polgári lakosság vízellátásának biztosítására viszont célszerű kútfúró egységeket alkalmazni. Ezeket feltétlenül el kell látni a legtökéletesebb felszíni és karottázs műszerekkel, mert ilyenek nélkül a fúrópont és a vízadó rétegek helyét nem lehet pontosan és gyorsan megállapítani. A találomra végzett fúrásnak pedig semmi értelme sincsen.

A kútfúrásra vonatkozó következtetéseink tehát negatívan, de legalábbis megfontolásra késztetően zárultak, viszont annál erősebben előtérbe helyezték a víztisztító berendezések felhasználásának és fejlesztésének szükségességét.

Mind a kidolgozott, mind a fejlesztés alatt álló víztisztító berendezések konstrukciója és technológiája alkalmas arra, hogy bármilyen szennyezettségű vízből jó minőségű ivóvizet állítson elő. Vizsgálati és technológiai vegyszereik egy része a harci területeken is beszerezhető, utánpótlásuk egyébként sem okozhat nagyobb gondot. Egyet igényelnek csak: tisztításra váró felszíni vizet. Ez a feltétel persze bizonyos fokú helyhezkötöttséget jelent. Az a szempont pedig, hogy a termelt vizet nem lehet a helyszínen fogyasztani, hanem mindenképpen szállításra szorul, a telepítési hely kiválasztása szempontjából jelent nagy mozgási szabadságot.

A víztisztításnak természetesen ugyancsak vannak kedvezőtlen vonásai. Mivel azonban a kútfúrás alkalmatlannak bizonyul céljainkra, befejezésként megállapíthatjuk, hogy a harcoló csapatok tábori vízellátását megnyugtatóan csak a víz tisztításával és szállításával lehet megoldani.

CSANÁDY SÁNDOR
mérnök-százados
TŐKÉS SZABOLCS
okl. fizikus

A laseres fénytávmérők

A laserek kifejlesztésével párhuzamosan alakult az új típusú fényforrások gyakorlati felhasználási köre is. Ilyenformán vetődött fel a laseres fénytávmérő elkészítésének ötlete. A rendkívül nagy pontosságú távmérést megvalósító, az optikai mérési elv alapján működő távmérőkre főként a geodéziai és az ezeket a mérési eredményeket felhasználó katonai, pl. tüzérségi gyakorlatban van szükség.

A laser-fényforrások kialakítása előtt is voltak már elektrooptikai távmérők, a laseres rendszerrel azonban más típusokhoz viszonyítva lényegesen nagyobb teljesítőképességet és pontosságot lehet elérni. Ezt a lasersugár rendkívül jó kollimáltsága (max. 50 mikroradián) teszi lehetővé. Ilyen fokú kollimáltságot semmilyen más fényforrással sem lehet megvalósítani, még a legnagyobb teljesítmény-veszteségek árán sem.

Az új típusú fénytávmérők másik előnyös jellemzőjeként a korlátlan nappali használhatóságot kell megemlítenünk. A laser-távmérő ugyanis olyan keskeny sávban (monokromatikusan) sugároz, hogy 10^{-10} Å sávszélességű interferencia-szűrők használhatók, tehát a környezet zavaró fénye teljes mértékben kiküszöbölhető. Amíg a *NASM–6* típusú geodiméter nappal legfeljebb 4–5 km távolságon való mérést tesz lehetővé, addig a jóval kisebb elektromos teljesítményt felhasználó laseres távmérő ennek a távolságnak a tízszeresén is 10^{-6} relatív pontossággal tud mérni.

Az említett jó kollimáltság egyúttal a zavaró talajreflexiók teljes kiküszöbölését is jelenti, az elektrooptikai távmérőket eddig ugyanis erősen zavarta a környező tereptárgyakról visszavert fény, mely mint zajforrás rontotta a jel/zaj viszonyt, ezzel együtt pedig csökkentette a maximálisan lemérhető távolságot.

A lasertípusok alkalmassága a fénytávmérés szempontjából

Mielőtt a laseres fénytávmérők fizikai alapjaival foglalkoznánk, vizsgáljuk meg a két fő lasertípus, a szilárdtest- és a gázlaser alkalmasságát a távmérőbe való beépítés szempontjából. A *szilárdtest-laserek*, amelyeknek legfontosabb típusa a rubinlaser, elsősorban nagyteljesítményű, gigawatt nagyságrendű, igen rövid időtartamú, néhány nanosecundumra terjedő impulzusok formájában bocsátják ki a fényt. Az ilyen laserek fénye optikai szempontból kevéssé tökéletes: széttartásuk szögperc nagyságrendű, és gyakran a sugár nem teljes keresztmetszetében koherens. A szilárdtestek nagy erősítési tényezője miatt ugyanis nehezen lehet az egy módusú rezgési állapotot elérni. Az impulzus üzemű működés miatt az effajta laseres távmérőkben a kibocsátott impulzus visszaérkezésének idejét mérik, és ebből az időből, nemkülönben a levegőre érvényes fényterjedési sebességből az adott távolság meghatározható. Természetesen ez a mérés nem lehet pontosabb, mint a kibocsátott fényimpulzus hosszúsága, vagyis az említett néhány nanosecundumos impulzushosszúság esetén néhányszor tíz cm; ez viszont rosszabb az elektrooptikai távmérők pontosságánál. Emellett a kibocsátott impulzus felfutó élének meredeksége kisebb mértékben befolyásolja a mérési pontosságot.

A gázlasereknek a fénytávmérőben szerepet játszó szinte mindegyik tulajdonsága kedvezőbb, mint a szilárdtest-lasereké: fényük rendkívül jól kollimált (10 km-en mintegy 50 cm átmérőjű sugárképnek felel meg). Ezt pl. Cassegrain-rendszerű fókuszálással még tovább lehet javítani, továbbá teljes keresztmetszetében koherenssé lehet tenni megfelelően rövid lasercsövek beépítése által, vagy a veszteségtényező növelése révén. Az a körülmény is kedvező, hogy a gázlaserek folyamatos üzemben működtethetők, tehát alkalmat adnak a fázisdetektálásos mérési elv alkalmazására. Ezáltal jóval nagyobb lesz a pontosság, mint impulzus üzemben a futási idő mérésével.

A gázlaserek — a molekuláris lasereknek a múlt évben bekövetkezett óriási fejlődéséig — csupán milliwattos teljesítmény kisugárzására voltak alkalmasak. 1966 elején még 100 wattos teljesítmény jelentette a CO_2 molekuláris laserekkel elért csúcsteljesítményt, de a szóban forgó teljesítmény az év végére már elérte az 1 kW-ot. Ez olyan jelentékeny érték, hogy a maximálisan lemérhető távolságok elérésében tökéletesen versenyképessé teszi a gázlasereket a szilárdtest-laserekkel.

A kétféle laser-típus összehasonlító értékelése után foglaljuk össze a laserek előnyeit az optikai távmérőkben való alkalmazásuk szempontjából a hagyományos izzólámpával vagy a higanygőzös fényforrásokkal szemben:

a) a laser pontszerű, jól kollimált fényt adó fényforrás;

b) kisugárzása monokromatikus, tehát a fény törésmutatója nem függ a hullámhossztól (nincs diszperzió);

c) teljesítményigénye csekély;

d) fénysűrűsége igen nagy;

e) fénye polarizált, ez egymagában 50%-os fényveszteséget takarít meg, a polarizátor és az analizátor elmaradása miatt.

A fénytávmérés fizikai alapjai

A fénytávmérésben a mérőjelet a fény valamely tulajdonságának időbeli változtatásával, más szóval a fény modulálásával állítják elő. Elvileg a fény frekvenciájának és intenzitásának változtatása jöhet szóba, tehát frekvenciamoduláció vagy amplitúdómoduláció. A gyakorlatban csak az utóbbit alkalmazzák, ennek két lehetősége is van: az impulzusmoduláció és a folyamatos amplitúdómoduláció. Legelterjedtebb a folyamatos amplitúdómodulációnak az a módja, amikor a fényerő időbeli változtatása a harmonikus rezgőmozgás törvényeit követi, mert ez biztosítja a legnagyobb mérési pontosságot. A távmérés lényegét ilyen alapon az alábbi egyenlőség fejezi ki:

$$D = n \cdot \frac{\lambda}{2} + \frac{\varphi}{2\pi} \cdot \frac{\lambda}{2}$$

ami annyit jelent, hogy a megmérendő távolság (D) egyenlő a félhullámhossz egész számú többszörösével, valamint egy maradékhosszal, amely a félhullámhossz valamilyen tört részét teszi ki, és nagyságát a visszaérkező fényjel fázisszögéből (φ) lehet meghatározni. A távmérés feladata a φ fázisszögnek a megmérése valamilyen fázisindikáló módszerrel, továbbá az n hullámszámnak a meghatározása. Az n értékét több különböző mérőfrekvencián elvégzett mérésből lehet meghatározni, éspedig a folyamatos, továbbá az állandó mérőfrekvenciák módszerével.

A folyamatos mérőfrekvenciák módszere

Ez az eljárás valamivel kevésbé pontos, de a mérési elv megértése szempontjából nagyon egyszerű, ezért érdemes előbb tárgyalni. A mérőfrekvencia folyamatos változtatásával $\frac{\varphi}{2\pi}$ maradék tört szám tetszés szerinti értékre állítható be. Természetesen legésszerűbb zérusra állítani, mivel ilyenkor a távolság éppen egész számú többszöröse a félhullámhossznak. A frekvenciát tovább változtatva újabb olyan értékek állíthatók be, amelyekre a mérni kívánt távolság a félhullámhossz egész számú többszöröse lesz, vagyis a következő egyenletek írhatók fel:

$$2D = n\lambda_1 = (n+1)\lambda_2 = (n+2)\lambda_3 = \ldots$$

Ezekből D egyszerű számítás útján a hullámhosszakkal fejezhető ki:

$$D = \frac{\lambda_1\lambda_2}{2(\lambda_1 - \lambda_2)}$$

A változtatható mérőfrekvenciák módszerének alkalmazásakor a mérési eredmények frekvenciák, ezért az ilyen módszerű távmérők egyik legfontosabb egysége a frekvenciamérő berendezés.

Az állandó mérőfrekvenciák módszere

A távolságmérés e módszer alkalmazásakor fázismérést jelent, mivel itt általában mindig van fennmaradó töredékhullám, és ennek φ fázisszöge méréssel meghatározható. Az n hullámszámot több frekvencián végzett méréssel kell meghatározni, az egyértelmű méréshez azonban a D távolság értékét is ismerni kell.

Ha D_o az alaptávolság, amelyet a $D_o = n_o \frac{\lambda_1}{2} = (n_o - 1)\frac{\lambda_2}{2}$ egyenlőséggel fejezünk ki, akkor a D kívánt pontossága $\pm\frac{D_o}{2}$. A mérőfrekvenciák számának növelésekor nem szükséges nagyon pontosan előre ismernünk a távolság értékét; a gyakorlatban általában 3–4 különböző frekvenciával szokás mérni.

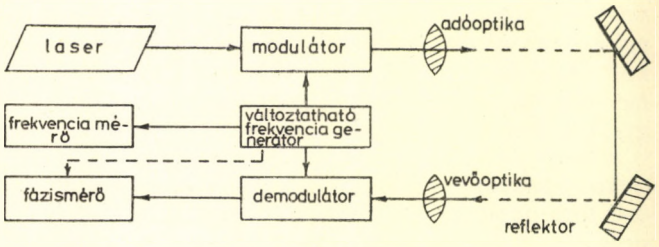
A két ismertetett módszer közül az állandó mérőfrekvenciák módszere az elterjedtebb, elsősorban nagyobb pontossága miatt. A változtatható frekvenciájú méréskor valóban nehéz olyan modulátort találni, mely teljes frekvenciaskálán egyenletesen, a frekvenciától független teljesítménnyel és minőséggel dolgozik. Ezeknek a követelményeknek egyelőre csak a Kerr-cella felel meg. Mindkét módszer közös hátránya, hogy minél nagyobb a meghatározandó távolság, annál nagyobb a mérés relatív hibája.

A laseres fénytávmérők szerkezeti felépítése

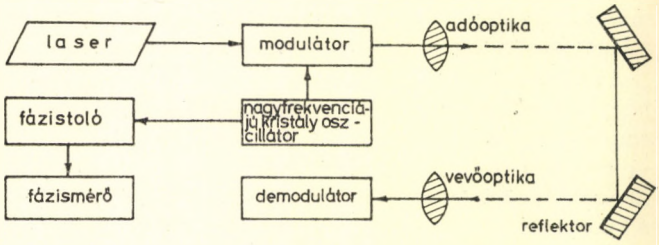
Miután megismerkedtünk a folytonos hullámú távmérés lehetséges változataival, vizsgáljuk meg a két módszer szerint működő laser-távmérők szerkezeti felépítését és legfontosabb egységeik működését.

Az 1. ábrán a változtatható frekvenciák, a 2. ábrán pedig az állandó frekvenciák módszere alapján működő fénytávmérő vázlatos felépítése látható. A kb. 10 MHz nagyságú moduláló frekvenciákat nagy frekvencia-stabilitású kvarcoszcillátor állítja elő.

A változtatható frekvenciájú távmérőben az oszcillátorhoz frekvenciamérő csatlakozik. A modulált fény a megmérendő távolságot, amelynek végpontjában reflektort állítanak fel, kétszer futja be, és végül a demodulátorra esik, amely rendszerint elektronsokszorozócső. A moduláló nagyfrekvenciát szolgáltató generátor a demodulátor érzékenységét vezérli avégből, hogy a demodulátorra érkező fény és a vétel pillanatára vonatkozó modulációs feszültség fázishelyzete közötti fázisszöget meg lehessen határozni. A sokszorozócsőben előálló váltakozó feszültség fázisa tartalmazza a távolsági információt, az oszcillátor moduláló jeleinek fázisa pedig ehhez szolgáltatja a vonatkozási alapot.



1. ábra



2. ábra

Az állandó frekvenciájú távmérőben a fázistoló elhelyezése azt mutatja, hogy célszerűbb a pontosabb fázismérés elérése végett a vonatkozási alap fázishelyzetét változtatni, mint a vett jel fázisát. A változtatható mérőfrekvenciákkal dolgozó távmérőben nincs szükség fázistolásra, mivel itt a két összehasonlító jel fáziskülönbségének megfelelő beállítása frekvenciaváltoztatással történik. Bármelyik típusú fénytávmérő ezeken az elektromos egységeken kívül adó- és vevőoptikát is tartalmaz.

A továbbiakban az egyes szerkezeti egységeket külön vizsgáljuk.

1. A fényforrás. A folytonos hullámú mérési elvet alkalmazó távmérőkben az előljáróban ismertetett okoknál fogva főképpen gázlasereket használnak fényforrásként. A fényforrás kisugárzott teljesítményétől függ a távmérő hatótávolsága, a demodulátorra jutó visszavert fénynek ugyanis elég erősnek kell lennie ahhoz, hogy az általa keltett elektromos jel kiemelkedjék a zajszintből, és mérhető legyen.

Az adóobjektív nagyítása, vagyis a kisugárzott sugárnyaláb elkerülhetetlen széttartása, továbbá a nem pontszerű fényforrás miatt a fényforrásnak a vevőobjektív-

hez visszakerülő képe nagyobb lehet az utóbbi felületénél; ez a jel egy részének elvesztését eredményezi. Helyesebb tehát minél kisebb felületű és minél nagyobb fénysűrűségű fényforrás használata; erre a gázlaser majdnem ideálisan megfelel.

A He-Ne gázlaserek kimenő teljesítménye ugyan mindössze néhány milliwatt, de a jó nyaláboltság és a rendkívül kis (a $6{,}6.10^{-11}$ Å-öt elérő) sávszélesség miatt alig jelentkezik veszteség, ezért még néhányszor tíz kilométeres távolságokon is jól használhatók. A már említett molekuláris laserek és a szintén nagy (kb. 100 watt) teljesítményű ionlaserek azonban jelentős előrelépést hozhatnak. Ezek ugyanis az időjárási viszonyoktól nagymértékben függetlenek és nagyobb távolságok mérhetők velük.

A fényforrásoktól még a kis teljesítményszükségletet is megkövetelik, hogy az eszköz akkumulátorokról is üzemeltethető, tehát a hálózattól függetlenül hordozható legyen. Az egyik ilyen példány energiaszükséglete összesen 110 joule volt, ezt egy 4,5 kp súlyú Ni-Cd akkumulátorról 100 mérés idejére lehetett kielégíteni. A távmérő teljes súlya 8,1 kp volt, tehát a hordozhatóság katonai szempontból is rendkívül fontos követelményének tökéletesen megfelelt.

2. Az adó- és a vevőoptika. A fényjel nagysága az objektívek átmérőinek négyzetével arányos. Szokásos a 300 mm-es objektívátmérő, mivel pedig ez üveglencséből meglehetősen nehéz lenne, ezért általánosan használják a csillagászati távcsövekből ismert Cassegrain-féle homorútükör rendszert (3. ábra). A modulált fénynyaláb itt a homorútükör gyújtópontjában elhelyezett tükörlencse-rendszerre esik, onnan a homorútükörre, melyről párhuzamos nyaláb alakjában halad a megmérendő tárgyig. A tükörlencse-rendszer tengelyirányú mozgatásával lehet a homorútükör fényét a különböző távolságú tereptárgyakra fókuszálni.

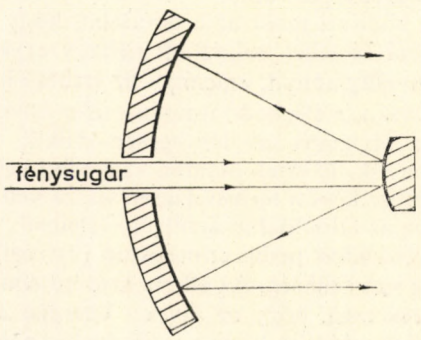
A vevőoptika felépítése nagyjából megegyezik az adóoptikáéval, azonban egy fényrekeszt is tartalmaz, amellyel a szórt fény kirekesztése végett a lehető legkisebb átmérőre lehet beállítani a felfogott fénynyalábot. Kedvező megoldás még, ha a vevőobjektív gyújtótávolsága nagy, mivel adott objektívátmérő esetén a szórt fény és a hasznos fény aránya az objektív gyújtótávolságának növelésével csökken.

3. A fénymodulátor. A modulátorok számos fajtáját használják. Ilyenek a Kerr-cella, az ultrahang modulátor, az elektrooptikai kristálymodulátor, a mechanikai modulátor és az interferencia modulátor. Ezek közül különösen az első kettő terjedt el, újabban pedig rohamosan terjednek a kristálymodulátorok.

A Kerr-cellának mint fénymodulátornak az elektromos távmérés szempontjából hátránya a viszonylag nagy teljesítményigény. Ezt a körülményt a könnyű és hordozható eszközök tervezésekor figyelembe kell venni.

Az ultrahangmodulátorok legegyszerűbb kivitelükben folyadékkal töltött planparallel falú edények, melyek egyik párhuzamos oldalát piezoelektromos anyagból készült lemez alkotja. A piezoelektromos kristály által keltett ultrahanghullámok a szemben levő falról visszaverődve a folyadékban állóhullámú teret hoznak létre. Az áthaladó fény ebben modulálódik. Az ilyen típusú modulátorok előnyei a Kerr-cellával szemben, hogy nagyobb fényerőt biztosítanak, nagyobb frekvencián képesek működni és kisebb a teljesítményszükségletük. Hátrányuk, hogy a sugár keresztmetszetének nem azonos fázishelyzete jelentősen lerontja a fázisdetektálás pontosságát, egyszersmind a távolságmérés pontosságát is.

Az elektrooptikai kristálymodulátorok kálium-dihidro-foszfát vagy réz-klorid kristállyal működnek. A moduláció alapja a Pockels-effektus, mely a Kerr-hatás megfelelője szilárd kristályos anyagokban. Valószínűleg az ilyen modulátorok lesznek a legalkalmasabbak a fénytávmérők számára. Ma még felhasználásukat gátolja, hogy a teljesen feszültségmentes kristályok előállítása nehéz és költséges.



3. ábra

4. Demodulátorok. A laseres fénytávmérőkben a demodulátor feladata a mérőjel leválasztása a vivőhullámról; erre a célra sokszorozócsöveket használnak. Tudvalevően az elektronsokszorozó igen alkalmas a rendkívül gyenge nagyfrekvenciás fényjelek indikálható elektromos jelekké való átalakítására. A használatos típusok erősítése 10^4–10^6 nagyságrendű. Az elektronsokszorozó-csövek hátránya, hogy viszonylag nagy a teljesítményigényük.

A visszaérkező jel fázisának értékelése ugyancsak a demodulátorfokozat segítségével történik. A két összehasonlítandó fázis – a modulátor és a visszavert jel fázisa – különbségével arányos mennyiséget a sokszorozócső állítja elő fotoáram formájában.

A kapcsolás lényege, hogy a moduláló frekvenciát előállító generátor párhuzamosan vezérli a modulátort, pl. a Kerr-cellát, nemkülönben a sokszorozócsövet is. A két szerkezeti elem fázishelyzete szinkron változik. Ha a visszavert jel fázisban eltér ettől, akkor éppen azért, mert az elektronsokszorozón csak a pozitív félperiódusban folyik fotoáram, ennek nagysága a két jel egymáshoz viszonyított fázishelyzetével lesz arányos. Maximális tehát akkor lesz, amikor a fényjel és a sokszorozócső érzékenységének változása között nincs fáziskülönbség. Ezzel szemben olyankor, amikor ez a különbség 180°, minimális fotoáramot kapunk.

A mérést e két szélső helyzet egyikében kell elvégezni. Evégből van szükség a fázistolásra. Ez a művelet optikai és elektromos úton történhet: az optikai fázistolóban prizmarendszer között ide-oda verődik a fény, a rendszer egyes tagjainak kiiktatásával pedig beállítható a szükséges fáziseltolás mértéke. Az elektromos elrendezésben pedig az elektromos jellé átalakított és fázisinformációt tartalmazó fényjelet késleltető művonalon vezetik.

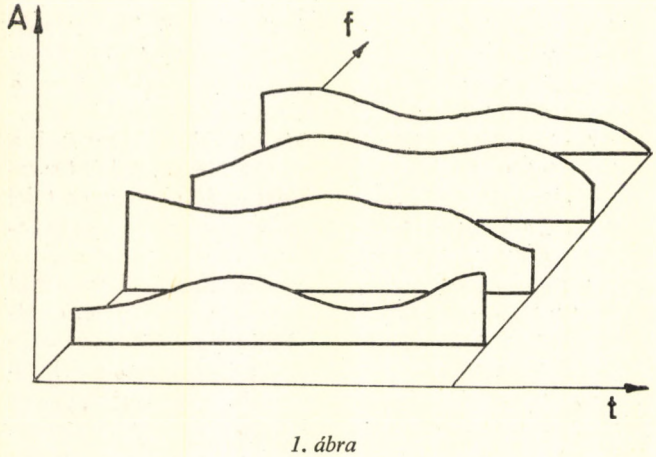
MOHR ENDRE

Beszédkompresszió — vocoderek

A világszerte hallatlan mértékben növekvő hírközlés igényeit a rendelkezésre álló távbeszélő csatornák egyre kevésbé tudják kielégíteni. Különös nehézséget okoz, hogy a távbeszélőjelek viszonylag széles frekvenciasávot foglalnak le. Emellett a beszédrezgés redundáns, más szavakkal lényegesen szélesebb a frekvenciaspektruma, mint amilyen az érthető beszédátvitelhez egyébként szükséges volna.

Önként adódott tehát az a gondolat, hogy ebből a spektrumból ki lehet választani néhány egyedi frekvenciát, éspedig annyit, amennyit az érthető beszédátvitel megkíván, s elegendő csupán ezeket továbbítani. Ezáltal az átviendő sáv lényegesen szűkül, mintegy összenyomódik. A vételi oldalon az eredeti beszédjelet a lehetőséghez képest természetesen vissza kell állítani. Mindehhez az adóoldalon analizáló (elemző, szétbontó), a vevőoldalon pedig szintetizáló (összeállító) berendezésre van szükség. Az effajta szűkítő eljárás kedvező vonása még, hogy az átviteli közegen áthaladó beszédjel – mindaddig, amíg a vevőoldalon nem szintetizálták – érthetetlen, tehát kódolt és rejtjelezhető, ez a körülmény katonai szempontból védettséget jelent.

Ezt a beszédkomprimáló eljárást, jobban mondva az eljárásra alapuló eszközt az angol *VO*ice *CODER* (= beszédkódoló) kifejezés rövidítéséből *vocodernek* nevezték el.



1. ábra

Az első ilyen berendezés megalkotója Dudley, az amerikai Bell-cég kutatója volt; a konstrukció pedig elsőként 1939-ben, a New York-i világkiállításon került a nyilvánosság elé. Ez volt az alaptípus, az ún. spektrum-vocoder. Kezdetben a vocodert nem annyira a sávszűkítés, mint inkább a nagy távolságú beszédátvitel érthetőségének fokozására használták. Az eszköz ugyanis alkalmas digitális jelek továbbítására is, ilyenkor pedig a jel/zaj viszony kedvezően alakul. A digitalizált beszéd egyébként véletlen eloszlású, ún. fátyolimpulzussorral rejtjelezhető (l. Haditechnikai Szemle 1. évf. 3. sz. 109–112. old.).

Az első vocoderek hangja még meglehetősen torzított, „hasbeszélés"-szerű volt, hiányzott belőle az egyénre jellemző hangszín. A korszerű vocoderek azonban már meglepően élethű hangvisszaadásra alkalmasak.

A vocoder-rendszerek továbbfejlesztése ez idő szerint több vonatkozásban akadályokba ütközik. Nehézséget okoz, hogy a beszédinformációról nem áll még rendelkezésre megfelelő mennyiségű olyan jellemző, amely lehetővé tenné a feladat optimális megoldását.

Maga a beszéd lényegében időfüggvény, amelynek szabálytalanul ingadozó pillanatnyi amplitúdója és pillanatnyi frekvenciája van. Az oszcilloszkópon vizsgált beszédjel néhány érdekes jellegzetességét így osztályozhatjuk:

a) az időtengely hosszában majdnem periodikus és aperiodikus szakaszok különböztethetők meg;

b) két szomszédos hangzó a határokon átmegy egymásba és ún. átmeneti tartományt alkot;

c) az alaphang periódusát majdnem periodikus hangzókon az időfüggvény kitüntetett helyei révén fel lehet ismerni.

A klasszikus híradástechnika szellemében a beszéd összetett modulációs folyamatnak is tekinthető. A hangképző folyamathoz két hordozó áll rendelkezésre, tudniillik a glottális (hangrés-) zaj és a kiáramló levegő zaja. Az előbbi amplitúdóban és frekvenciában egyaránt modulált. Fellép emellett még frekvencia-zajmoduláció is, és a mássalhangzó-képzésben ki lehet mutatni mindkét hordozórezgés amplitúdómodulációját.

Az 1. ábrán spektrumanalízissel felbontott beszéd amplitúdó-frekvenciaidő diagramja látható. Az egyes szelvények a beszéd különféle frekvenciájának amplitúdó változását ábrázolják az idő függvényében.

A vocoder működési elve

A Dudley kifejlesztette első vocoder alapelve máig sem változott, mindössze az információ-feldolgozó fokozatokat alakították ki több változatban. E változatok mindegyikének közös vonása azonban, hogy a beszédjelből valamely kiválasztó rendszer bizonyos részjeleket vesz el. Tulajdonképpen a kiválasztó rendszer összességében nem egyéb, mint az emberi hangot formáló szájüregek funkciójának műszaki leképezése. A kiválasztó rendszert komprimáló rendszer követi. A komprimáló rendszer feladata, hogy a kiválasztó berendezésből kivett jeleket tovább szűkítse, és meghatározott módon további információ-kvantálást hajtson végre.

Az analizáló kimenőjelei átvitel után a vevőoldalon a szintetizálóba jutnak. Itt adódnak hozzá ezekhez a jelekhez azok a részek, amelyeket a beszédjelből a kompresszió alkalmával kivontak. Az ilyen jelzéseket az említett spektrum-vocoderben az átvitt gerjesztési folyamatból nyerik; e folyamat egy impulzus- és egy zajforrást vezérel. A szintetizálóban ezenkívül az alaphangtól függetlenül olyan jelek is létrejönnek, amelyek

összerakva az átviendő burkológörbéhez optimálisan hasonló formájú görbét adnak.

A kiválasztás módja szerint a vocoderek három fő típusát különböztetjük meg: a spektrum-, a korrelációs és a formáns vocodert. E típusokkal egyenként foglalkozunk.

A spektrum-vocoder

A spektrum-vocoder a beszédjelet frekvencia-tartományokra bontja, tehát frekvencia-kiválasztást végez, mégpedig alulvágó, felülvágó és sávátereszto szűrők segítségével. A spektrum burkológörbéjét 10–20 jellegzetes minta képviseli, amely a frekvencia-tengely hosszában helyezkedik el. A spektrális finomszerkezetet egy további paraméter adja meg; ez utóbbi méri a zöngés hangok f_0 alapfrekvenciáját, zöngétlen hangok vagy csend esetében pedig zérussal egyenlő.

A berendezés egyfajta megoldásának vázlatát a 2. ábrán láthatjuk. A 200-tól 3200 Hz-ig terjedő távbeszélőcsatornát 14 szomszédos spektrális sávra osztják; ezek 100 és 400 Hz közötti sávszélességűek. Minden egyes szűrő egy egyenirányítóhoz és egy felülvágó szűrőhöz csatlakozik, amelyek kimenetele az egyes frekvenciasávok időben változó átlagos jelamplitúdójának felel meg. Ez a 14 csatornajel együttesen a beszédjel rövid idejű spektrumának a burkolóját képviseli. Sávszélességük egyenként 20 Hz.

A kapcsolást kiegészíti még egy zöngés-nemzöngés detektor, valamint egy csúcsérték-detektor. Ez utóbbi meghatározza a beszédjel finomszerkezetét és megfelelő keskenysávú (20 Hz szélességű) jelet állít elő. Ez a jel a 14 csatornával együtt egyetlen jelben kombinálódik, amelynek teljes sávszélessége tehát $15 \cdot 20 = 300$ Hz. Az átviteli sávszélesség ilyenformán csupán 1/10-e annak, mint amekkora az eredeti beszédjelhez szükséges.

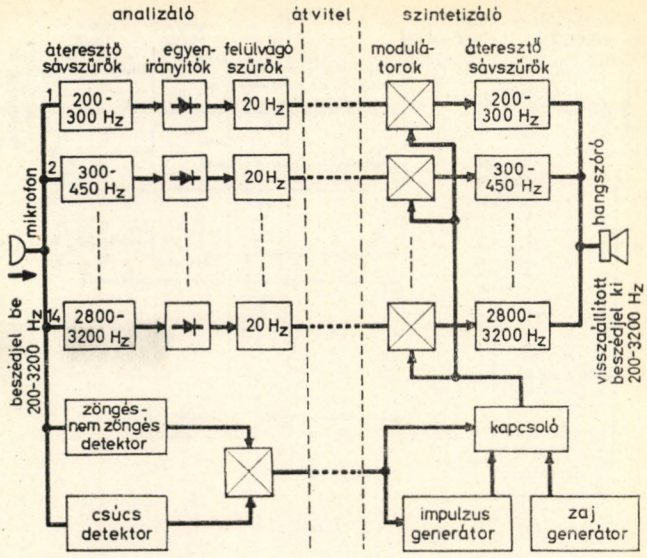
A digitális átvitelben még nagyobb megtakarítás mutatkozik. Másodpercenként 40 mintavétellel számolva, amikor 3 bit esik a 14 csatorna jeleinek és 6 bit a csúcsértékjelnek egy mintavételére, a vocoder-analizáló kimenetén a teljes információsebesség 1920 bit/sec. Ez nagyjából 1/25-nyi része az eredeti beszédjel kb. 50 000 bit/sec információsebességének, viszont az ilyen vocoderek gyenge hangminőségűek.

A korrelációs vocoder

A beszédjel nem csupán a frekvenciában választható szét, hanem egy feltételezett időtengely hosszában is; ez utóbbi eljárás alapja a $\varphi(\tau)$ korrelációs (autokorrelációs) függvény. A beszédjelet tehát időben változó rövid idejű korrelációs függvény is képviselheti a beszédjel rövid idejű spektruma helyett. Az ilyen elvű berendezések a korrelációs (autokorrelációs) vocoderek. Az autokorrelációs függvény így írható fel:

$$\varphi(\tau) = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} u_1(t) u_1(t-\tau)\, dt$$

ahol T a periódus időtartama, τ a korrelációs időkésleltetés, u_1 a vizsgálandó időfüggvény.

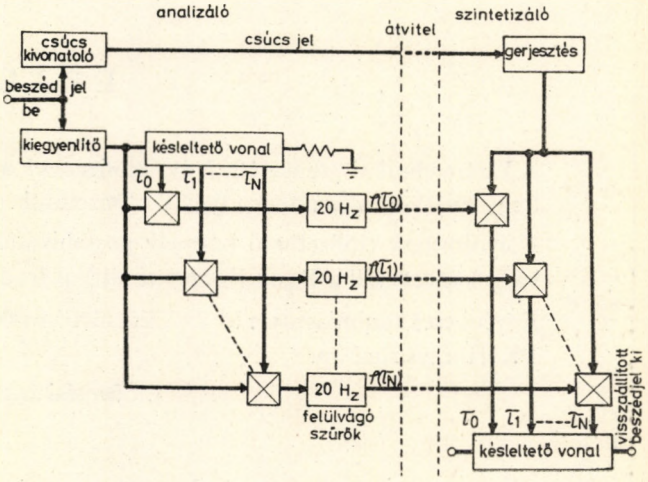


2. ábra

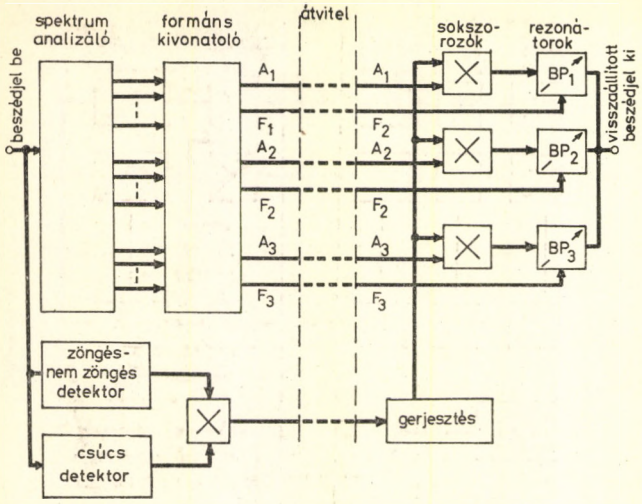
Az autokorrelációs vocoder működési vázlatát a 3. ábra tünteti fel. Az analizálóban a kiegyenlített beszédjel beszorzódik önmagával, és különböző τ_0, τ_1, ..., τ_n értékekkel késleltetett, ahol a késleltetési lépés a reciprok sávszélesség felénél kisebb. Az eredő jelek felülvágó szűrőkön haladnak keresztül, amelyek a $\varphi(\tau_0)$, $\varphi_1(\tau_1)$, ..., $\varphi(\tau_n)$ korrelációs csatornajelek kialakítása céljából az eredő jeleket mintegy 20 Hz szélességre szűkítik le.

A $\varphi(\tau_n)$ időben változó jelek rövid idejű autokorrelációs függvényt képviselnek és felhasználhatók a beszédnek időtartományban való szintetizálására. A 3. ábrán bemutatott elrendezés időben változó szimmetrikus transzverzális szűrőkből áll, amelyek impulzusmenete hasonmása a $-\tau_n$ és $+\tau_n$ közötti késések rövid idejű autokorrelációs függvényének. A szintetizálóra ráadott gerjesztőjel spektrumburkolója lapos, és megegyezik a beszédjel tényleges finomszerkezetével. A szintetikus jelnek a szintetizáló kimenetén mutatkozó spektrumburkolója ezért ugyanolyan, mint az autokorrelációs függvényé, amely viszont a bemenőjel teljesítmény-spektrumának felel meg.

A korrelációs vocoderek egyik hátránya, hogy csa-



3. ábra



4. ábra

tornajeleiknek — minthogy a beszédjelet az időtartományban írják le —, a megfelelő spektrum-vocoderekkel összehasonlítva analóg továbbítás során jobb jel/zaj viszonyra, digitális továbbítás alkalmával pedig mintánként nagyobb információtartalomra (vagyis több bitre) van szükségük.

Másik kedvezőtlen vonásuk, hogy e vocoderek nem teszik lehetővé az analizáló szűrők sávszélességének progresszív növelését növekvő frekvenciával, holott ez a módszer a spektrum-vocoderen módot ad viszonylag kevés sávval az átviendő frekvenciatartomány teljes átfogására. Összemérhető minőség elérése céljából a korrelációs vocoderek lényegesen nagyobb mennyiségű csatornajelet igényelnek a spektrum-vocoderekhez képest.

Formáns-vocoder

A legtöbb beszédhang spektrumburkolóját néhány kiemelkedő maximum jellemzi. Ezek a hangképző szájüregek rezonanciáit, az úgynevezett formánsokat képviselik. A felnőtt ember beszédében 3 kHz alatt tipikusan három formáns található.

A formáns-vocoderben az analizáló megkísérli meghatározni a főbb formánsok frekvenciáját. A formánsfrekvenciáknak megfelelő jeleket kell továbbítaniuk, és ezek vezérlik a három vagy több közösen hangolható rezonanciakörből álló formáns-szintetizálót. A magánhangzókat tudvalevően kizárólag a hangszálak állítják elő; itt a formáns-frekvenciák (és a sávszélességek) elegendők a teljes burkológörbe meghatározására. Evégből a szintetizáláshoz főként az ún. időfüggvényben sorosan szintetizáló kapcsolást használják.

Egy másik megoldás, az idő függvényében párhuzamosan szintetizáló látható a 4. ábrán. Ez az elrendezés a mássalhangzók szintézisére válik be. A formánsok amplitúdóit is, frekvenciáit is kivonatolja a beszédjelből, és a szintetizálóban modulátorok és hangolható rezonátorok vezérlésére használja fel. A rendszerbe bemenő jel a spektrum-vocoderekével azonos lehet.

A megfelelően kialakított vezérlőjelekkel működő formáns-vocoderek meglepően természetes beszédvisszaadásra képesek. Fennáll azonban az a nehézség, hogy az elegendően pontos vezérlő-jelek önműködő kivonatolása meglehetősen körülményes.

A vocoderek a híradástechnika számos területén tért hódítottak már. A jelenlegi fejlődési tendencia arra mutat, hogy a szintetikus beszéd minősége tovább fog javulni, s a beszédkomprimáló rendszereket egyre általánosabban használják majd fel a modern hírközlésben.

ÉRTESÍTÉS

A Haditechnikai Szemle 1967. évi előfizetései a mostani számmal lejárnak. Kérjük olvasóinkat, hogy idejekorán gondoskodjanak előfizetésük megújításáról.

Folyóiratunk előfizethető bármely postahivatalban, a kézbesítők útján, a Posta hírlapüzleteiben vagy közvetlenül a Posta Központi Hírlap Irodánál: Budapest V., József nádor tér 1.

Egyéni csekkszámlaszám: 61 297, közületi: 61 066 vagy átutalás az MNB 8. sz. fiókjánál vezetett PKHI-egyszámlára.

Előfizetési ár egész évre 24,– Ft.

Húszéves a Haditechnikai Intézet

A Magyar Néphadsereg Haditechnikai Intézete ezekben a napokban ünnepli fennállásának huszadik évfordulóját. Aligha lehetne minden részletében átfogni azt a tevékenységet, amellyel az intézet hozzájárult a hadsereg haditechnikai felszereléséhez. Nem is áll szándékunkban az eredmények ismertetését adni. Erre annál kevésbé van szükség, hiszen az intézet kollektívájának munkáit megtaláljuk néphadseregünk minden egyes harcosának a kezében.

A fejlett ipari államok hadseregeiben már a múlt század második felében létrehozták a haditechnikai intézeteket. Az első világháború utáni években ilyen intézetek más országokban is megalakultak; a Horthy-hadseregé 1924-től 1944-ig működött.

A régi magyar hadsereg haditechnikai felszerelése az akkori világszínvonalhoz képest általánosságban véve elmaradt volt, beleértve a gépesítés fokát is, mely nem érte el az annak idején korszerűnek számító hadseregek szintjét. Az 1945-ben létrehozott demokratikus magyar hadsereg úgyszólván még ebből a haditechnikából sem örökölt semmit. A régi hadsereg felszerelésének jelentékeny része megsemmisült a hadműveletek során, és igen tekintélyes mennyiségű volt az a hadianyag is, melyet a menekülő fasiszták nyugatra hurcoltak. Részben elpusztult, részben nyugatra került a régi haditechnikai intézet felszerelése is. Új hadseregünk technikai fejlesztését gyakorlatilag a semmiből kellett tehát megkezdeni, s csakis a Szovjetunió támogatása tette lehetővé, hogy az 1945-ben felállított magyar katonai egységek felfegyverezhetők lehettek. 1945-ben csak az új hadsereg első alakulatainak megszervezéséről és felszereléséről lehetett szó, ugyanis a hadsereg lényegesebb fejlesztésének sem politikai, sem anyagi alapja nem volt meg. A Haditechnikai Intézet felállítása is csak később válhatott időszerűvé, amikor a hároméves terv végrehajtása során megkezdődött az ipar rekonstrukciója, majd kialakult haditechnikánk bázisa: a fejlődő magyar nehézipar.

Az intézet hosszabb előkészítő munka után 1947. október 20-án kezdte meg működését. Néphadseregünk fejlődésében fordulópontot jelent a Párt egyesülési kongresszusa. Az itt elfogadott program határozta el a hadsereg korszerű felszerelését. A Párt által kitűzött cél megvalósításában fontos szerep várt a röviddel azelőtt megalakult intézetre.

Az intézet s egyszersmind a hadsereg technikai felszerelésének első időszaka a megalakulástól 1951 végéig tartott. Ebben az időben látták el néphadseregünket a második világháború korszerű fegyvereivel. A Haditechnikai Intézetre nagy feladat hárult: ki kellett dolgozni az újonnan honosított hadianyagok műszaki dokumentációit, gondoskodni kellett az anyagok gyártásának bevezetéséről. Ez idő tájt az intézet saját műszaki fejlesztéssel még csak kisebb mértékben foglalkozhatott. A Haditechnikai Intézet fejlődésében újabb szakasz kezdődött 1952-ben. A legfőbb feladat az volt, hogy részint import, részint hazai sorozatgyártás útján nagy mennyiségben biztosítható legyen a néphadsereg ellátása az alapvető fegyverzettel és haditechnikai anyagokkal. A magyar nehézipar ekkor már komoly fejlődésnek indult, s a korszerű hadianyaggyártás követelményeit fokozottabb mértékben kielégítette.

Az egyetemekről és a főiskolákról újonnan kikerült, politikailag szilárd, jól képzett értelmiséget mind nagyobb számban lehetett a haditechnika fejlesztésébe bevonni. Az intézet jelenlegi vezető kollektívája is nagyobbrészt ebben az időben kezdte meg itteni tevékenységét.

1955 folyamán indult meg hadseregünk korszerűbb fegyverzettel való ellátása. Kialakult a haditechnika tervezésével, fejlesztésével, gyártásával, üzemeltetésével kapcsolatos egységes módszer. A Varsói Szerződés megkötése után nagyobb arányú nemzetközi együttműködés jött létre a szocialista országok hadseregei között. A Haditechnikai Intézet fejlődésének ismét újabb szakaszába lépett. A hadsereg átfegyverzésének folyamatát, s vele együtt az intézet munkáját az ellenforradalom 1956-ban csak átmenetileg vetette vissza, s 1957 óta a fejlődés töretlen.

Az eredmények elérését igen nagy mértékben mozdította elő Néphadseregünk vezetőinek, a fegyvernemek és a szolgálati ágak parancsnokainak segítsége. Gyümölcsöző együttműködés alakult ki a társ fegyveres testületekkel is. A legutóbbi évekre különösen jellemző a Haditechnikai Intézet nemzetközi kapcsolatainak kiszélesedése.

Az első két évtizedben elért sikerek adnak erőt a Haditechnikai Intézet előtt álló újabb feladatok elvégzéséhez.

A szovjet tudomány és technika ötven éve

Jubileumi kiállítás Budapesten

A szovjet tudomány és technika ötven esztendejének eredményeit nyolcezer négyetzméteres területen bemutatni – reménytelen feladatnak tűnik. Amit Budapesten láttunk, nem is volt egyéb néhány szemelvénynél, válogatásnál. Válogatásként azonban a maga nemében egyedülálló volt a jubileumi kiállítás, mert nem egymás mellé halmozva mutatott be különféle tárgyakat, hanem hét tematikai pavilon anyaga idézte fel azt a belső logikát, amely nem csupán magán a kiállításon, hanem a szovjet tudomány egész szerkezetén végigvonul.

A hét „tematikus" kiállítási csarnok közül kettő ismertette meg a magyar közönséggel a világűr meghódításának nagyszerű és izgalmas témáját, külön pavilonokban pedig a tudomány és a felsőoktatás kapcsolata, a Föld kincsei, az atommagfizika és az új anyagok – az energetika érdekességei és új eredményei öltöttek testet.

A gazdag anyagból mi sem adhatunk többet ízleítőnél, a szovjet tudomány kimagasló eredményeiről azonban más cikkeinkben már szóltunk vagy szólni fogunk. A valóságos szenzációt keltő Vosztok-hordozórakétáról már hírt adtunk folyóiratunk előző számában, a párizsi repülőszalonról írott tudósításban, a szovjet űrtechnika a kiállításon bemutatott több alkotásának képe pedig mostani számunkban illusztrálja Petrov akadémikus cikkét.

*

A kvantumelektronika fejlesztésében a szovjet tudománynak kiemelkedő szerepe volt. Bászov és Prohorov akadémikusok Charles Townes-szal megosztva éppen az e tudományágban végzett úttörő kutatásaiért nyerték el a fizikai Nobel-díjat.

A kiállításon több laser típust láthattunk, köztük a legkorszerűbb *PGSz–3* típusú félvezető lasert. A két szovjet tudós a félvezető (injekciós) laser-effektus felfedezése terén alkotott kiemelkedőt. A félvezetőkben fellépő laserhatás alapvetően eltér az egyéb szilárdtest-laserekben vagy a gázlaserekben megfigyelhető jelenségektől. A félvezető laserben az indukált emisszió ugyanis csak akkor lép fel, amikor a félvezető kristályban előidézett elektromos térerősség elért bizonyos küszöbértéket. Ez alatt az érték alatt csak nem koherens és nem túlságosan erős látható fényt vagy infravörös sugárzást bocsát ki.

Bászov és Prohorov félvezető laserjeinek jelentősége abban rejlik, hogy ezekkel másféle szilárdtest-lasereket lehet gerjeszteni, így az ún. optikai pumpálás hatásfoka, ezzel pedig az indukált emisszió energiája a sokszorosára növelhető. Láttunk a kiállításon hegesztésre, orvosi célokra, távolságmérésre alkalmas laser-típusokat is.

A szovjet energetika fejlesztése az egész hatalmas országra kiterjedő egységes energetikai rendszerre épül. Ennek a gigászi hálózatnak az alapgondolata az a felismerés, hogy a csúcsfogyasztási időszakok a Szovjetunió térben egymástól távoli területein nem esnek egybe. A sötétedés – éppen a szovjetország földrajzi kiterjedése következtében – egymás után következik be az egyes időzónákban, ennélfogva nem kell mindenütt a helyi csúcsigény fedezésére elegendő teljesítményű erőműveket létrehozni. A szovjet energiaellátás gazdaságos megoldásának kulcsa az időövezetek közötti átirányítás módszere.

Egyre növekszik a Szovjetunió energiatermelésében a nem hagyományos, vagyis az atomerőművek szerepe.

Különösen érdekes számunkra a novovoronyezsi atomerőmű, amelynek modelljét a kiállításon is bemutatták. Ezzel az erőművel nagyjából azonos rendszerű lesz a magyar atomerőmű, amelyet a hetvenes évek elején helyeznek majd üzembe. A novovoronyezsi erőmű már 1964 óta működik, villamos teljesítménye 210 MW (hőteljesítménye 700 MW), 40 tonna dúsított uránnal dolgozik. Aránylag egyszerű megoldású, biztonságos, eredő hatásfoka pedig 27,5%-os. Gazdaságosság tekintetében tehát versenyképes a hagyományos erőművekkel.

Az atomenergia gyakorlati alkalmazásának fényes sikere a *Lenin* atom-jégtörőhajó. A 16 ezer tonnás vízkiszorítású hajótest 134 m hosszú, 17,6 m széles; 44 ezer lóerős hajtóműveivel 18 csomó sebességet tud elérni. A világ legnagyobb jégtörőjét 1957-ben bocsátották vízre és 1959 óta csatolták a szovjet északi-sarki flottához. Teherkaravánokat vezet végig az Északi Úton, továbbá kutatómunkát folytat az arktikus vizeken.

Az atomerőművek gazdaságosságára visszatérve megjegyezzük, hogy a fejlődés útja itt is nyitott, ismerünk már olyan különleges körülményeket, amelyek között az atomerőművek versenyképesek. Elsősorban a nehezen hozzáférhető területek, a sivatagok és a sarkvidék energiaellátásában váltak be máris. A *TESZ–3* típusú, 1500 kW teljesítményű önjáró mozgó atomerőmű kísérleti példányát már sikerrel üzemeltetik. Súlya ugyan 310 Mp, négy hernyótalpas magánjáró szerkezetre szerelve azonban, „saját lábán" is eljut munkaterületére. Szállíthatják vasúton és hajón, sőt szétszedve a nagy teherbírású helikopterek is minden néhézség nélkül a helyszínre röpíthetik. A *TESZ–3* 235-ös uránnal működik, egyetlen 17 Mp-os töltettel 250 napig üzemel.

Világszerte nagy feltűnést keltett a szovjet atomtechnika alkotása: a *Romaska* típusú magas hőmérsékletű reaktorátalakító. Ebben nem hőcserélős gőzkörfolyamattal, hanem termoelektromos átalakítóval, közvetlenül a hasadási folyamatban felszabaduló hőből nyerik a villamos áramot. A *Romaska* 49 kp 235-ös uránnal dolgozik, hőteljesítménye 40 kW, villamos teljesítménye pedig 500–800 W. Ezt az eredményt az első kísérleti példánnyal érték el. A továbbiakban a hatásfok igen lényeges javulásával számolhatunk: a hőfejlesztő elemek hőmérséklete 1900 C°-ig növelhető.

Ízelítőt kaptunk a radioaktív izotópok széleskörű alkalmazásából is. A szovjet ipar, orvostudomány és mezőgazdaság különféle területein találkozhatunk az izotópokkal, s itt csupán egyetlen jellemző adatot ragadunk ki: a radioaktív izotópos műszerek alkalmazása 200–240 millió rubeles megtakarításban jelentkezik. Az alkalmazási terület széles skálájáról ismeretes az izotópok orvostudományi használata, feltűnnek azonban az építőipartól kezdve a vegyi-, a textil-, a nyomda- és a filmiparban is, nemkülönben a mezőgazdaság területén.

A szovjet tudomány és technika sokoldalú fejlettségét eddig sem kellett különösen hangsúlyoznunk, ezek az eredmények eljutottak laikushoz és szakemberhez egyaránt a folyóiratok hasábjain s a filmhíradó képsorain is. Mégis különleges élményt jelentett a látogatóknak, amikor ezeket az eredményeket egy grandiózus kiállítás anyagában, közelről is megcsodálhatták.

P. G. P.

Pond kilopond megapond

Kilogramm vagy kilopond, mikor az egyik és mikor a másik? – kérdezik sokan, akik gyermekeik iskolai fizikakönyvében vagy akár a Haditechnikai Szemle cikkeiben azt látják, hogy az erő egysége a kilopond, a tömegé pedig a kilogramm. Szokatlannak tűnhet, amikor arról olvasunk pl. hogy a harckocsi súlya 55 Mp, vagy a rakéta tolóereje 2500 kp. Tulajdonképpen vitának ebben a kérdésben nem is lenne helye, hiszen érvényes szabvány (MSZ 4900) határozza meg a különféle mértékegységek elnevezését és jelölését. Az újabb keletű tankönyvek és szakkönyvek egy része következetesen az érvényes szabvány szerinti mértékegységeket használja, régebbi könyvekben azonban más jelöléseket találunk. Nem érdektelen tehát a fizikai mennyiségekkel, ezek elnevezésével, jelölésével és mértékegységeivel foglalkoznunk.

Régebben, amikor az országok közötti kapcsolatok a közlekedés fejletlensége miatt még gyérek voltak, nem volt szükség közös mértékegységekre. A fejlődő kapitalizmus korában azonban a kereskedelem egyre inkább nemzetközivé vált, s emiatt zavart okozott a sok különféle rőf, hüvelyk, láb, akó, köböl, lat és font, valamint a hasonló mértékegységek. Nem véletlen, hogy a francia forradalom alatt realizálódott a mértékegységek első egységesítési törekvése. A méter a Párizst átszelő délkör hosszának negyvenmilliomod része, a kilogramm pedig az 1790-ben meghatározott gramm ezerszerese. Megjegyezzük, hogy az annak idején végrehajtott délkörmérés pontatlansága miatt a méter prototípusa (az ún. ősméter) némileg eltér a mondott hosszúságtól, de ennek a gyakorlatban nincs jelentősége. A gramm eredeti meghatározása: 1 cm^3 desztillált víz tömege az olvadó jég hőfokán (=0 C°). Később ezt a hőmérsékletet +4 C°-ra módosították, a víznek ugyanis ezen a hőfokon legnagyobb a sűrűsége.

Az új mértékegységek lassan terjedtek el. A méterrendszert először 1840-ben Franciaországban írták elő egyedüli mértékegységként. Hazánk 1876-ban iktatta törvénybe a méterrendszert, de a kataszteri hold mint területmérték máig is használatos. Mint ismeretes, az angolszász országok a mai napig sem tértek át a méterrendszerre, s a bonyolult régi egységekkel számolnak. Az idő azonban haladt, bebizonyosodott a tízes számrendszerre alapozott méter és kilogramm előnye minden egyéb mértékrendszerrel szemben. Végül 1889-ben 17 ország küldötteiből összeült az első általános mérték-meghatározó konferencia. Az őskilogrammot 90% platina és 10% iridium ötvözetéből állították elő, ezt jelenleg a Párizs melletti Sèvres-ben őrzik. A meghatározás is így hangzik: a kilogramm a Sèvres-ben őrzött nemzetközi kilogramm-prototípus tömegével egyenlő.

Egy test tömege a földön bárhol, az egyenlítőtől a sarkokig azonos, a tengerszinten vagy a hegytetőn egyaránt. Amikor a háziasszony a bevásárláskor azt mondja, hogy egy kilogramm cukorra van szüksége, akkor nem a cukor súlyára, hanem annak mennyiségére, tömegére gondol, hiszen arra van szüksége. Nagy-Britanniát és az arab államokat kivéve a kereskedelmi forgalomban az egész világon a tízes váltószámokon alapuló méter-kilogramm rendszert tették kötelezővé. Ezek az Egyesült Államokban is 1866 óta hivatalosan elfogadott mértékegységek.

Ezután rátérhetünk a fizikában nemzetközileg elfogadott mértékrendszerekre, azok egységeire és elnevezéseire. A fizika a *hosszúság*, a *tömeg*, az *idő* egységeiből kiindulva építi fel mértékrendszerét, melyekből háromféle használatos:

1. a centiméter–gramm–másodperc rendszer (c–g–s, ill. CGS rendszer),
2. a méter–kilogramm–másodperc rendszer (m–kg–s, ill. MKS rendszer),
3. a méter–tonna–másodperc rendszer (m–t–s, ill. MTS rendszer).

Ezekben a rendszerekben tehát az erő egysége nem alap-, hanem levezetett egység: erő=tömeg.gyorsulás, vagyis:

1. a CGS rendszerben:
   1 g cm/s^2=1 dyn
2. a MKS rendszerben:
   1 kg m/s^2=1 N (Newton)
3. a MTS rendszerben: 1
   1 t m/s^2=1 sn (sthène).

Idősebb olvasóink bizonyára emlékeznek arra, hogy annak idején a fizika tanulásában milyen nehézséget okozott számukra az, hogy a tömegnek és a súlynak azonos elnevezésű mértékegysége volt. Az előzőkből is kitűnik, hogy a súly egységét az erőéből lehet levezetni. A súly esetében ugyanis a gyorsulás a föld nehézségi gyorsulása g=981 cm/s^2=9,81 m/s^2, ebből pl. 1 kg tömeg súlya kiszámítható: 1 kg tömeg súlya=1 kg.9,81 m/s^2=9,81 kg m/s^2= =9,81 Newton. A régi fizikai rendszerben ezt 1 kilogramm-súlynak nevezték. Ezt külön is mondták, nehogy zavar keletkezzék. Az idők folyamán aztán a tudományos cikkekben meghonosodott néhány megkülönböztető jelölés. A tömegegységet pl. így jelölték: kg_m vagy kg_1, a súlyegységet pedig kg_p vagy kg_f (a latin *massa*=tömeg, ill. francia *inert*=tehetetlen és a latin *pondus*=súly, ill. az angol és francia *force*=erő rövidítése alapján).

A súly ill. az erő egységének külön elnevezése Németországban született meg 1939-ben, amikor az erőkilogramm jelzésére a kilopondot (kp) ajánlották. A meghatározás a következő volt: 1 kilopond az az erő, amellyel a nemzetközi kilogramm-prototípus 9,80665 m/s^2 nehézségi gyorsulás esetén a saját alátétét nyomja. Vagy 1 kilogramm tömeg súlyereje 1 kilopond. A kisebb, ill. a nagyobb egységek elnevezéseként a következőket ajánlották: 1 kilopond=1000 pond (p) és 1 megapond (Mp)=1000 kp=1 000 000 p. (Ez utóbbi az 1 tonna tömeg súlyának felel meg.)

A német kezdeményezés életképesnek és használhatónak bizonyult, és ma már egyre több ország fogadja el. Magyarországon az említett MSZ 4900 számú szabvány vezeti be a kilopond (kp) elnevezést, bár megjegyzi, hogy „a szabvány nem jelent állásfoglalást a kilopond szó használatát illetően". Az általános és középiskolás fizikatankönyvek azonban általánosan *leírva* használják a kilopond elnevezést, amely a diákok és a tanárok között kiejtve is kilopondként honosodott meg, az erőkilogramm elnevezést a köznyelv tehát nem fogadta be. Éppen ezért nem hibázunk, ha az erő és a súly egységét kilopondnak mondjuk.

Nem lenne teljes a kép, ha nem említenénk meg, hogy a felsorolt három fizikai mértékrendszer mellett kialakult egy ún. technikai mértékrendszer is, amelyet a mérnökök használnak. A tömeg mérése nehézkes, a gyakorlati életben az erő, ill. a súly mérése sokkal egyszerűbb eszközökkel valósítható meg. A technikai mértékrendszer alapegységei tehát a *hosszúság*, az *erő*, az *idő* egységei, s ebből épül fel a többi mennyiség mértékrendszere. Az egységek: a méter **(m)**, a kilopond **(kp)**, és a másodperc **(s)**. Ebből kifolyólag ebben a rendszerben a tömeg egysége a levezetett egység, mégpedig az erő=tömeg.gyorsulás alapján: tömeg= =erő/gyorsulás, vagyis a tömeg egysége: 1 kp s^2/m=1 kilohyl (khyl)=1 slug metric. A *kilohyl*, ill. az angol nyelvterületen szokásos *slug metric* elnevezés nem vált elfogadottá.

A fizikai és technikai erőegységek közötti átszámítás a következő: 1 kp=9,81 Newton, ill. 1 p=981 dyn.

Most már összefoglalhatjuk a fontosabb fizikai és technikai fogalmakat, azok szokásos és szabvány szerinti jelölését, mértékegységét, s annak jelölését.

Idő. Jelölése *t*, a latin *tempus* (=idő) kezdőbetűje. Mértékegységei: a másodperc, a perc és az óra. Ezek jele sorban: **s** vagy **sec**, a latin *secundum* (=másodperc szó rövidítése, **min**, a latin *minutum* (=perc) rövidítése és **h**, a latin *hora* (=óra) kezdőbetűje. (1 h=60 min, 1 min=60 s). Nem egy esetben találkozunk még a **d** és az **a** jelölésekkel is. Az előbbi a latin *dies* (=nap), az utóbbi az ugyancsak latin *annum* (= év) rövidítése.

Út, útszakasz, hossz. Jelölése *s*, a latin *spatium* (=út) kezdőbetűje. Mértékegysége a méter, ill. ennek tized-, század- és ezredrésze, valamint tíz-, száz- és ezerszerese. A gyakrabban használatos egységek, jelzéseikkel együtt a következők:

1 milliméter **(mm)**=0,001 méter **(m)**, 1 centiméter **(cm)**=0,01 m, 1 deciméter **(dm)**=0,1 m, 1 kilométer **(km)**=1000 m.

Terület, felület. A szabványban előírt jelzése *A*, az angol *area* (=terület) kezdőbetűje (nagy betűvel!). Mértékszámai a hosszmértékek négyzetei: mm^2, cm^2, dm^2, m^2, km^2. Nyilvánvalóan 1 m^2=100 dm^2, 1 dm^2=100 cm^2, 1 cm^2=100 mm^2.

Térfogat. Általános jelölése *V*, a latin *volumen* (=térfogat) szó nagy kezdőbetűje. Mértékegységei a hosszmértékek köbei, tehát mm^3, cm^3, dm^3(=liter), m^3, stb. Itt is természetesen 1 m^3=1000 dm^3, 1 dm^3=1000 cm^3, 1 cm^3=1000 mm^3.

Tömeg. A szabványban előírt jelölése a latin *massa* (=tömeg) szó kezdőbetűje, *m*. Mértékegysége a kg, ill. a kp s^2/m. Részleteiről már volt szó.

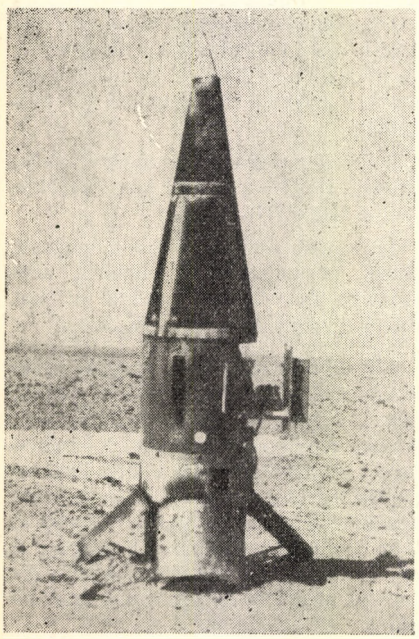
Erő és *súly.* Az erő szabvány szerint elsősorban használandó jelölése: *F*, az angol, ill. francia *force* nagy kezdőbetűje. A súly jelölése *G* a latin *gravitas* (=súly, teher) nagy kezdőbetűje. Egysége a cikkben tárgyalt pond **(p)**, kilopond **(kp)**, megapond **(Mp)**, melyek sorban a gramm **(g)**, kilogramm **(kg)**, ill. tonna **(t)** tömeg súlyát jelentik (s így egyben ugyanezeknek a régi jelöléseknek felelnek meg). A tonna elnevezést egyébként nemcsak *tömegegységként* használják. A hajótér nagyságának megjelölésére használt tonna (pontosabban: regisztertonna) *térfogategység*!

A további mértékegységeket nem részletezzük, hiszen itt nem a fizikai ismeretek terjesztését tűztük ki célul, hanem a mértékegységek területén mutatkozó „nemzedékprobléma" bizonyos mértékű feloldását. Néhány gyakoribb fizikai fogalom szokásos jelöléseit azonban befejezésül még megemlítjük. A fajsúlyt jelenleg is az eddig használt γ-val, a nyomást szintén a megszokott *p*-vel jelzik. A sebesség *v* (latinul velocitas=sebesség), valamint a gyorsulás *a* (latinul gyorsulás=accelaratio) jele, s ezzel együtt a nehézségi gyorsulás *g* jele is változatlan maradt. Ezzel szemben talán szokatlan lesz, hogy a munka, ill. az energia jelölése az angol *work* (=munka) szó nagy kezdőbetűje: *W*, a teljesítmény jele pedig a francia puissance nagy kezdőbetűje, *P* lett. Egységeik természetesen változatlanok maradtak, a munkáé **mkp**, ill. **kWh**, a teljesítményé pedig **mkp/s, W, kW, LE.**

K. Z.

új tudomány – új technika

Francia űrbiológiai kutatások



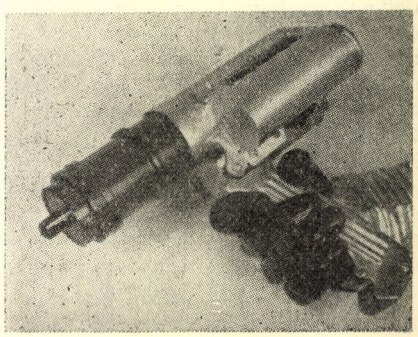
Francia repülőorvosok 1958 óta folytatnak kutatásokat az űrutazás alkalmával fellépő súlytalansági állapot tanulmányozására. A szimulátorokban végzett vizsgálatok után 1961—1962-ben kezdtek hozzá a tényleges űrbiológiai kísérletekhez a *Veronique ACI* rakétákban szállított patkányokkal. 1963-ban macskák töltötték be az űrutas szerepét. 1965-ben *Vesta* rakétával majmot juttattak 238 km magasságba. A kísérlet folyamán 10 g gyorsulás mellett 7 percig tanulmányozták a súlytalanságnak a kísérleti állatra gyakorolt hatását.

Űrhajósok rakétapisztolya

Az amerikai űrhivatal (NASA) megbízásából a Rocket Research Corporation újtípusú mikrorakétát fejlesztett ki. A pisztolyszerű szerkezet az űrséta alkalmával szükséges manőverezés eszköze.

Az először White űrpilóta által használt eredeti változat oxigéngáz hajtóanyaggal működött. Később kialakították a szerkezet javított, freongázzal működő típusát. A mostani, a legújabb típus ezzel szemben hidrazin és víz keverékét használja, s ez a hajtóanyag az eddigi teljesítmény 25-szörösére növeli az űrhajós manőverező képességét.

A hidrazin és víz keverékéből álló hajtóanyagot az űrhajós hátára erősített tartályban tárolják. A pisztoly három kis rakétahajtóműve közül kettő 0,45 kp tolóerőt képvisel, a harmadik tolóereje pedig 0,90 kp. A kézi tolóerő-szabályozó használatával az űrhajós bármelyik törpe-rakétahajtóművet működésbe hozhatja. A hajtómű gázsugarat lövell ki, amely a kívánt irányba taszítja a manőverező űrhajóst.



nemzetközi haditechnikai szemle

Fejre erősíthető tv-berendezés

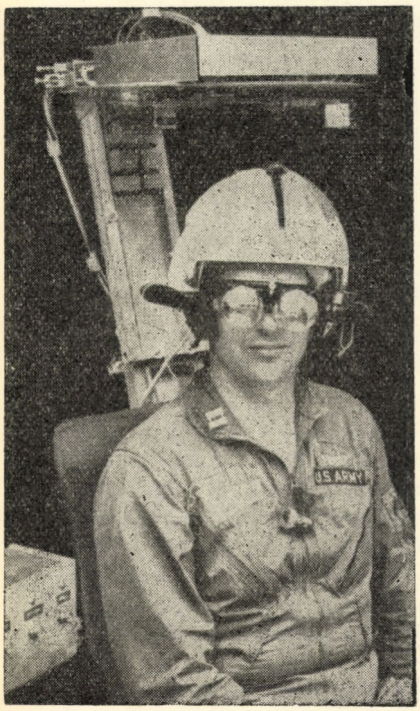
A Pentagonban nyugtalanságot keltettek azok a kiszivárgott közlemények, amelyek egy nagy fényérzékenységű tv-rendszer vietnami alkalmazásáról adtak hírt. Eddig ugyanis titkosan kezelték azt az új éjszakai figyelőberendezést, amely a *Batman* (=Denevérember) fedőnevet kapta az amerikai televízióban népszerű rémfilm-sorozat nyomán.

Az Egyesült Államok katonai elektronikai csoportja mellett külön alcsoport végez kísérleteket nagy fényérzékenységű, megfigyelő helikopterre szerelhető tv-kamerákkal. Ez a kutatócsoport, a *Night Vision Laboratory* azonban elzárkózik az információk szolgáltatása elől, s egyetlen adatot sem közöl arról, milyen természetű vizsgálatokat jelentenek a virginiai Fort Belvoirban végzett kísérletek.

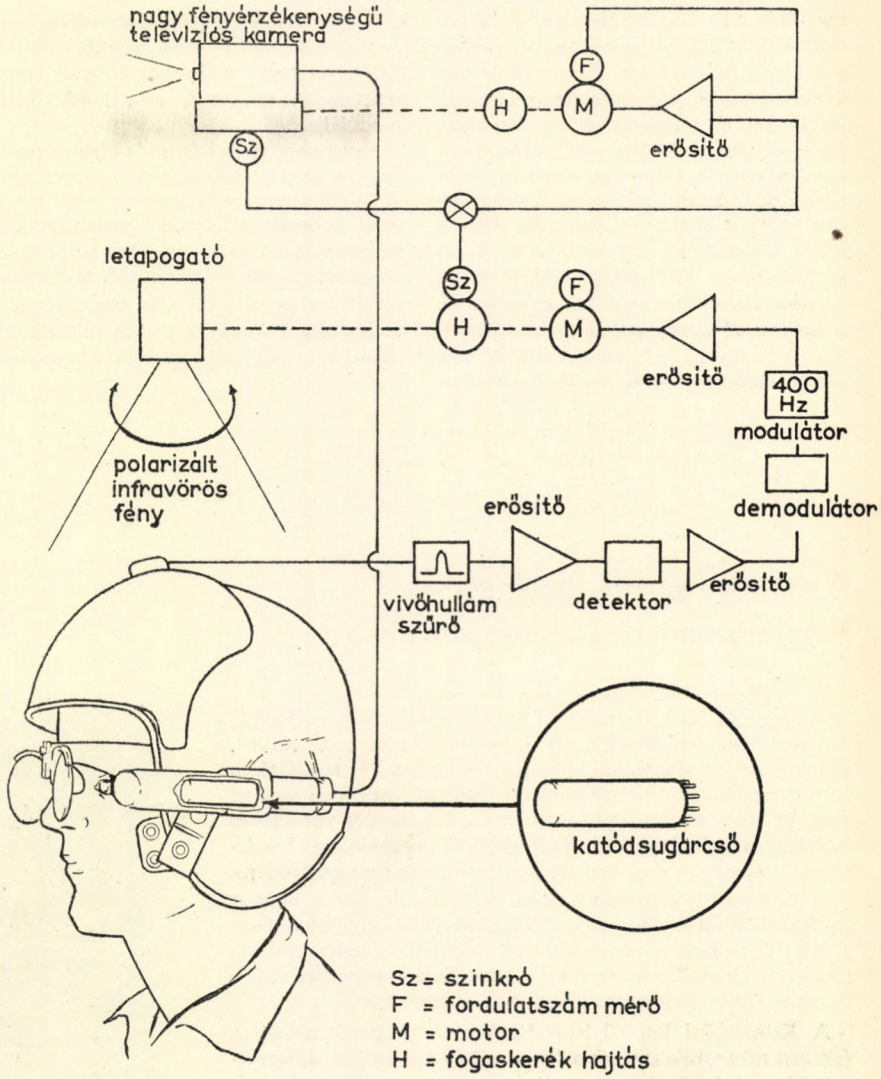
Hasonló jellegű kutatások folynak Texasban, a Bell Helicopter társaság Hurst-i telepén. Mire irányulnak ezek a fejlesztési munkák?

Valószínű, hogy a jelenlegi elektrooptikai rendszernek az a célja, hogy a pilóta az éjszakai repülés során is lásson, és azt a térrészt lássa, amerre éppen néz. Ennek megfelelően a berendezés egy nagy fényérzékenységű tv-rendszert foglal magában, továbbá olyan irányzó rendszert, amely a televíziós kamerát a pilóta fejmozdulatai (nézővonala) szerint állítja be.

A mostani rendszer előfutára olyan fejre erősíthető mechanikus követő berendezés volt, amelyet szintén a Bell-cég szakértői terveztek annak vizsgálatára, miként lehet felhasználni a pilóta fejmozdulatait egy



1. ábra



2. ábra

tv-kamera irányítására. A mechanikus rendszer több paralellogramm-kapcsolatból és kardáncsuklóból állt, ezekhez szinkroelemek csatlakoztak. Ezzel mérték a fej három, egymásra merőleges tengely szerint felbontott mozgását, vagyis bólogatás, (fej-) ingatás és fejcsóválás szerint. (Analóg a járművek bólintó, orsózó és legyező mozgásával.)

A jelenlegi kísérletek során az *UH–1B* harci helikopter orr-részébe speciális „tornyocskát" építettek be. A megfigyelő pilóta fejének felfelé, lefelé, balra és jobbra végzett mozdulataival szinkronban van egy háromirányú tengelymozgást végző tv-kamera. Ennek a televíziós rendszernek indikátor-ernyője lényegében egy különleges szemüveg, ez a képünkön jól megfigyelhető berendezés lehetővé teszi, hogy a pilóta az éjszakai terepet úgy lássa, mintha azt közvetlenül nézné (1. ábra).

Az a tény, hogy a kép leképezése nem hagyományos képernyőn, hanem „szemüveg-képernyőn" történik, kettős előnyt jelent: lényeges helymegtakarítás érhető el az amúgy is mindinkább zsúfolt műszerfalon, továbbá a rendszer a „természetes" látásnak megfelelő megfigyelési lehetőséget ad. A szemüvegnek „képernyőként" való felhasználása ugyanis természetesebb perspektívákat nyújt a pilótának: a megfigyelt terepet valóban abban az irányban látja, amerre néz, s nem egy, a tereptől „elvonatkoztatott" indikátor-ernyőn.

A pilóta sisakjára mindkét oldalon egy-egy miniatürizált katódsugárcsövet szerel-

tek. Egy-egy katódsugárcső átmérője 2,5 cm, a kibocsátott elektronsugár keresztmetszet-átmérője 0,025 mm. A képfelbontás 3:4-es képméretarányban 450 vízszintes képsor 2,5 cm-enként (vagyis angol hüvelykenként). A csövek és üvegtartóik súlya 425 p. Az optikai rendszer 40°·40°-os látómezőt biztosít.

A katódsugárcső képernyőjének képét egy tükör egy közvetítőlencsén vetíti keresztül, mely a fénysugarakat ismét valóságos képpé állítja össze. Ezt a képet egy második tükör egy visszaverő lencsére vetíti (ez a pilóta-szemüveg lencséje), amely egyúttal a fénysugarak párhuzamosítására szolgál. Mindezek eredményeként a televíziós kép a pilóta normális látómezejébe kerül. A pilóta fejmozdulatai irányítják a kamerát. Ez egy opto-elektronikus szervorendszer közbeiktatásával történik. A pilótafülke tetején monitort helyeztek el. A monitor érzékeli a pilóta felmozdulatait. Az adó a közeli infravörös tartományba eső, megközelítőleg 0,9 μ hullámhosszú láthatatlan fénysugarat bocsát ki, méghozzá kúpalakú nyalábban, melynek energiája 50 mW (2. ábra).

A sugárzó egy 3–10 kHz vivőfrekvenciával gerjesztett gallium-arzenid dióda. Mindhárom tengely irányába eső mozgás – a bólogatás, fejingatás, fejcsóválás – részére külön-külön vivőfrekvencia szolgál, az egymásrahatás kiküszöbölésére.

A fény lineáris polarizátoron halad keresztül, ezt torziós – elforgatható – letapogatóra szerelik. A letapogató 100 Hz-es frekvencián működik, s a hordozójelet modulálja.

Egy másik polarizátort is elhelyeztek a sisakra szerelt elektrooptikai vevő felett. A vevő kimenete ugyancsak 100 Hz-es jellel modulált. A modulált jel amplitúdója és fázisa az adó és a vevő közti távolság és szögérték szerint változik. Az amplitúdó fordítva arányos a távolság négyzetével, a fázis pedig a szögérték szerint változik, az infravörös fény polarizációja következtében.

A vett hordozójelet szűrik; így küszöbölik ki a szórt jeleket. Például bólintás mérésekor a fejingatás és a fejcsóválás vivőfrekvenciáját kiiktatják. A detektált kimenő egyenfeszültségű szinttel vezérlik az ábrán látható szervoáramkört. Így az erősítés a szervorendszerben független az adó és a vevő közti távolságtól. Eközben egy fázisérzékeny demodulátor hibajelet hoz létre; ez egy 400 Hz-es modulátort, erősítőt és szervomotort vezérel. A szervomotor a referencia polarizátort elmozgatja a letapogatóban a fény intenzitásának csökkenése irányában, és megszünteti a hibajelet. Egy szinkro-transzformátor méri a szervohelyzetet, amely arányos a fej helyzetével.

A pilóta sisakjához mindössze egy hajlékony többeres kábel csatlakozik, amely a vevőhöz vezet. Veszély esetén a kábelt egyetlen mozdulattal el lehet távolítani.

(Rövidített fordítás az Electronics 1966. szeptember 5-i számából)

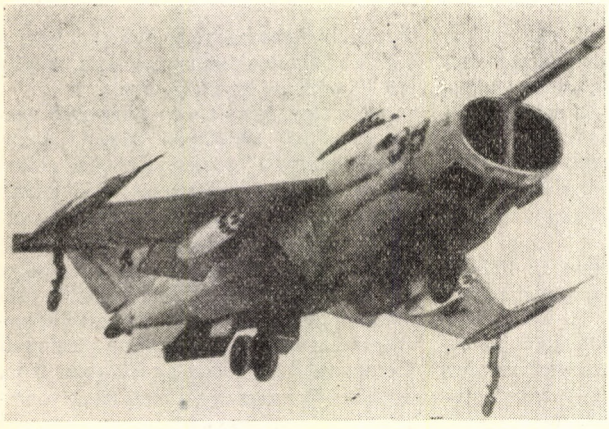
A szovjet légierők újabb gépeiből

Repülőbemutató Domogyedovóban

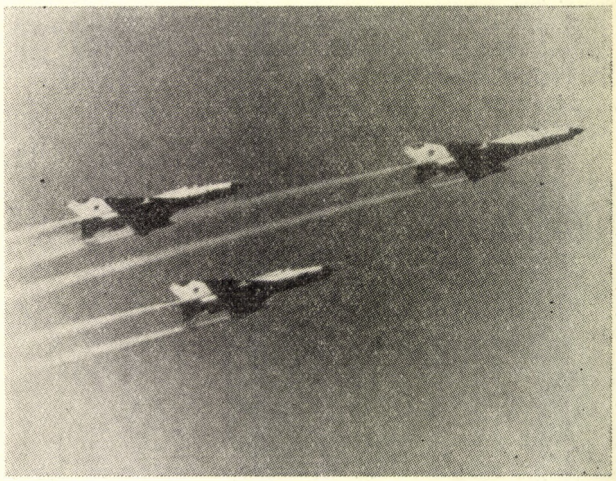
A Nagy Októberi Forradalom ötvenedik évfordulója alkalmából rendezett események egyik megnyitó aktusa volt az 1967. július 8-án és 9-én Moszkvában, a domogyedovói repülőtéren tartott bemutató, amelyet csaknem félmillió moszkvai csodált meg, de számos országból hívtak meg a bemutatóra vendégeket is. A légi parádéval egy időben sok géptípust a repülőtéren is kiállítottak, és ezeket még hetekig megtekinthette a nagyközönség.

A bemutató elsősorban katonai jellegű volt, bár a polgári légiforgalom jól bevált gépei is felsorakoztak Domogyedovóban. Ezenkívül láthattunk olyan, katonai gépekből fejlesztett rekordgépeket is, amelyek a nemzetközi csúcseredmények megjavítására irányuló békés versenyben jutnak fontos szerephez.

A Nemzetközi Repülő Szövetséghez, mint sporthatósághoz érkezett rekordbejelentések sokszor váltak különböző találgatások forrásaivá. Most bemutatták az *E–166* típusú gépet, amely 1962-ben felállította az abszolút sebességi és magassági világ-



1. kép. A Muhin ezredes vezette emelő hajtóműves, helyből felszálló kísérleti gép



2. kép. Korábban nem látott típusú irányított rakétalövedékekkel felfegyverzett MiG–21-es vadászgépek köteléke

csúcsot, és amelyet egy 10 Mp tolóerejű *TRD–R–166* típusú hajtóművel szereltek fel. A gép a *MiG–21* vadászgép továbbfejlesztésének tekinthető, szárnya és vezérsíkja kétségkívül azonos, a törzset pedig a feladatnak megfelelően módosították. Említsük meg, hogy közvetlen elődje az *E–66* típus volt, amelyhez a közelmúltban az ugyancsak *MiG–21*-es eredetű *E–76* is csatlakozott, amikor Ligyija Zajceva 1000 km-es zárt távolságon óránként 1310 kilométerrel felállította az abszolút női sebességi világcsúcsot.

A szolgálati gépek csoportjában elsősorban a *MiG–21* és a *Szuhoj Szu–7B* együléses, deltaszárnyú vadászgépek kötelékei mutattak be nagyszerű műrepülést.

A korszerű repüléstechnika szakértőit azonban sokkal inkább érdekelték az állítható nyilazású – „változtatható geometriájú" – kísérleti repülőgépek; ezek elsősorban a vadászrepülés jövője szempontjából nagy jelentőségűek. Ilyenfajta gépet eddig csak az amerikaiak mutattak be, egy hasonló típus elkészült – de e sorok megírásakor még nem repült – Franciaországban. Az angol és a nyugat-német típusok pénzügyi nehézségek áldozataivá váltak.

A dolog lényege: a szárny nyilazási szöge a csaknem egyenes szárnyú (10–15°-os nyilazású) helyzettől egészen hátra, a csaknem teljes záródási (55–60°-os nyilazású) helyzetig változtatható, mégpedig repülés közben, folytonosan.

Megjegyezzük, hogy általában csak a két szélső helyzet használatának van értelme: fel- és leszálláshoz, valamint kisebb magasságban való szubszonikus repüléshez egyenes szárnyállást alkalmaznak, a teljes repülősebességnek — a hangsebesség 2,5—3-szorosa körül — nagyobb magasságban való kirepüléséhez pedig teljesen hátranyilazottat. Az aerodinamikai nehézségeken kívül,

3. kép. Szuperszonikus Tupoljev-bombázó MiG–21F vadászgépek kíséretében

amelyek a nyomásközéppontnak a súlyponthoz képest változó helyzetéből adódnak, a forgócsap és a hidraulikus állítómű nehéz üzemviszonyok közötti maximális megbízhatóságának feladatát is kielégítően meg kell oldani. A szemtanúk véleménye szerint ez kitűnően sikerült.

Két különböző nagyságú, változtatható geometriájú gépet mutattak be. Mindkét gép a jól bevált merev szárnyú sorozatgépek felépítéséből indul ki. Az egyik gép valószínűleg Szuhoj tervezése, mert a *Szu–7* vadászgéppel mutat szerkezeti rokonságot, a másik gép pedig a *MiG–21* géppel. A *Szu*-típusú gép a szokásos központi, terelőkúpos beömlésű, a *MiG*-gép pedig osztott kétoldali beömlésű, ezzel a törzs orra is felhasználható az elektronikus és egyéb berendezések elhelyezésére. Mindkét gép a teljes nyilazási szögtartományban mutatta be repülőképességeit, a *Szu*-típusú gép fel- és leszállt.

A merev szárnyú, klasszikusnak tekinthető harcigépek csoportjában feltűnést keltett egy osztott vezérsíkú, rendkívül gyors *MiG*-típus, amely az ismert, jól bevált vadászgép-család csatarepülő feladatokra is továbbfejlesztett, nagy vezérsíkfelülete folytán pedig kedvező repülőtulajdonságú tökéletesítésének tekinthető.

Az aerodinamikus számára érdekes és tanulságos a hajtóművek belépő nyílásainak kialakítása. Általában megfigyelhető, hogy az ún. belső aerodinamikai problémáknak, vagyis a gázjáratok kedvező kialakításának legalább annyi figyelmet szentelnek, mint a szárny és a vezérsíkok jórészt szabványosított elemekből való felépítésének. A különféle, elkerülhetetlenül szükséges szerkezeti részeknek a rendkívül vékony, késeles belépőélű szárnyban való elhelyezése és a nyílások kellően tömített lezárása azért döntő jelentőségű, mert a gondos és a gondatlan szerkesztés és kivitelezés közötti teljesítménykülönbség néhány kilométer magasságot és óránkénti néhány száz kilométer sebességet jelent.

4. kép. A változtatható geometriájú MiG-gép nyilazás nélküli szárnnyal

Említsük még meg Jakovlev új harcigépeit, amelyek a *Jak–25* és a *Jak–28* különféle változatai. (A kiállított gépek egyike *Jak–28P* jelölésű volt.) Ezek az aránylag kis méretű, két nagy teljesítményű hajtóművel felszerelt gépek nem csupán nagy sebességet érhetnek el, hanem eléggé mozgékonyak is, ezért a megfelelő elektronikus berendezésekkel a legkülönfélébb csatarepülői feladatok betöltésére alkalmasak.

A már korábban ismert gépek közül ki kell emelnünk a *Mjasziscsev Mja–4* nehéz bombázógépet, amelyet most teljesen átépített orral, légi hajtóanyagfelvételre alkalmas kivitelben szemlélhettek meg a látogatók. Ez a négy hajtóműves bombázó-távolfelderítő gép szerepelt még a Tupoljev-bombázók mellett, amelyek között a már régebben bemutatott, a törzsvégre szerelt két hajtóműves (*Blinder* NATO-fedőnevű) típus nagyobb számban is volt látható, részben *MiG–21*-es gépek kíséretében.

A bemutató másik nagy szenzációja a változtatható geometriájú gépeken kívül a helyből vagy kis nekifutással felszálló, emelő sugárhajtóműves gépek néhány új típusa volt.

A helyből felszálló sugárhajtóműves (VTOL) géptípus egyetlen „tiszta" képviselője valószínűleg Jakovlev tervezőkollektívájától került ki. A két hajtóműves, a tolóerővektor irányát változtatni tudó gépet Muhin ezredes, a Jakovlev-iroda vezető berepülő pilótája mutatta be. A gép két hajtóművét nagyjából a súlypontban helyezték el, mert természetesen ez a megoldás jelenti a legkisebb egyensúlyi változásokat. A törzs orrában középső terelőfallal osztott nagy belépőnyílást találunk. A gép lebegő repülésre is képes. Sem a felvételek, sem a beszámolók nem árulnak el túlságosan sok részletet a kormányú kétségkívül érdekes megoldásáról és a stabilitás biztosításáról.

Szerepelt még egy kis nekifutású (STOL) vadászgép Szuhoj tervezőirodájából, a *Szu–9* egyik változata, osztott szívótorokkal, két gép pedig a Mikojan és Gurjevics vezette tervezőirodából származott. Valamennyi típus emelő hajtóműveket hasznosít a felszállási nekifutás rövidítésére, lebegő repülésre azonban nem képes. Mindenesetre ez a megoldás a repülőtértől való függetlenítés előnyeit egyesíti a nagy vízszintes és emelkedési sebességgel.

E gépek bemutatása bizonyítja, hogy a szovjet hajtóműtervezők sikerrel oldották meg az emelő hajtóművek különféle műszaki nehézségeit.

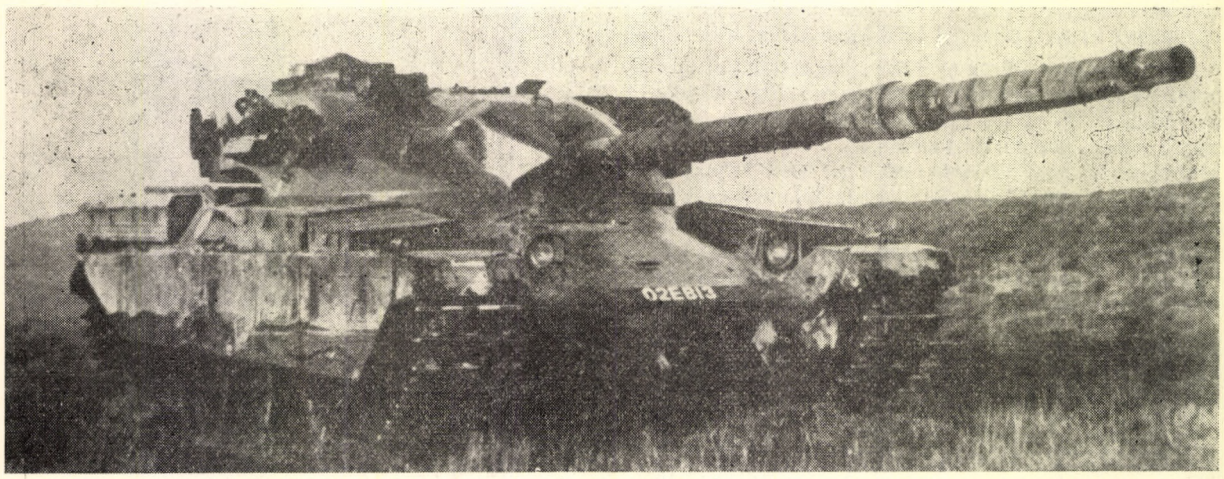
Ugyanitt, az STOL-típusok sorában említjük meg a *Szu–7* és a *MiG–21* szilárd hajtóműves, felszálló segédrakétával felszerelt *R*-jelű változatait. Ezek nekifutási távolságát a kis égésidejű, de nagy tolóerejű segédrakéta lényegesen lerövidíti.

Szükségképpen rövidre fogott beszámolónkban végül szeretnénk megemlíteni a nagy számban bemutatott *An–22*-es szállítógépeket, amelyek többféle önjáró rakétaszállító és -indító járművet juttattak a repülőtérre, egyebek között légvédelmi rakétákat szállító lánctalpas járműveket.

A lenyűgöző hatású bemutató meggyőző erővel domborította ki a szovjet légierők technikai és harci felkészültségét, a sokoldalú haditechnikai fejlesztés eredményeit.

N. E.

Milyennek látják nyugati szakértők az 1975—80-as évek harckocsiját?



A harckocsi létjogosultságát a jelenkori és a jövőbeni háborúban mindenekelőtt tűzereje, mozgékonysága és az atomfegyverek hatásaitól is bizonyos védettséget nyújtó felépítése igazolja. Általános vélemény szerint azonban a harckocsik fejlesztése nem tart ott, ahol tarthatna, s a jelenlegi helyzettel sem lehetünk elégedettek.

Jó lenne, ha olyan harckocsit építhetnénk, amely minden cél megfigyelésére, azonosítására és sikeres leküzdésére alkalmas, akár helyben állva, akár menetközben, s a napnak mind a huszonnégy órájában bevethető. Zajtalan, sem a levegőben, sem a földön nem hagy nyomot, megbízható, javítási és karbantartási ideje minimális. Mindenféle terepen, a legkülönfélébb időjárási körülmények között nagy sebességgel halad. Nagy hatótávolság és ritka lőszerfelvétel jellemzik, ugyanakkor az ellenség tüzével szemben védett. Hírközlő berendezése megbízható, zavarásmentes és nagy hatótávolságú. Vegyi- és sugárjelző műszerekkel el van látva, tengeri- légi- és földi utakon egyaránt könnyen szállítható, s továbbfejlesztése nem igényel nagyobb konstrukciós átalakítást.

A fenti követelmények valamiféle „csodapáncélosra" utalnak, holott további igényeket is felsorolhatnánk. Tény azonban, hogy ma még az elmondottakból is nagyon keveset valósítottak meg. Rendszerben lévő harckocsijainkat valósággal túlzsúfolták a sokféle felszereléssel, küzdőterük mégis pazarlóan túlméretezett. Ennek következtében a harckocsinak a páncélzat és a hajtómű kedvezőtlen súlytöbbletét kell vonszolnia. Elsőként tehát arra lenne szükség, hogy a hagyományos megoldásokat elvetve úgy közeledjünk a főbb alkatrészek kialakításának kérdéscsoportjához, hogy a harckocsi harcértéke fokozódjék. Érdemes megemlíteni például, hogy a harckocsik elektronikus berendezései nem követik az egyéb területeken, így a miniatürizálásban elért eredményeket.

A különféle berendezésekhez, tartályokhoz, védő- és felfüggesztő szerkezetekhez nincs mindig szükség súlyos acélvázakra, s ezek egyike vagy másika feleslegesnek mondható. Az összsúly jelentős részét a hajtó- és a futómű, továbbá az üzemanyagtartály és maga az üzemanyag teszik ki. Ebből a szempontból az eddig épített harckocsik kevés közös vonást árulnak el a repülőgépekkel és a versenyautókkal, ahol a súlymegtakarítást nagyon is szem előtt tartják.

Röviden: a harckocsifejlesztés területén – a fegyverzetet kivéve – a helyzetet visszamaradottnak mondhatjuk. Ennek több oka van, és ezek nem csupán technikai vonatkozásúak. Az okok javarészben olyan fejlesztési rendszerre vezethetők vissza, amely ma is uralkodó helyzetet foglal el.

Itt kizárólag a jövő évtized második felének várható harckocsijaival foglalkozunk. Ebben az évtizedben a légpárnás járművek és a felderítő mesterséges holdak nyomják rá bélyegüket a katonai gondolkodásra. Milyen követelményeket támaszt ez a korszak a harckocsikkal szemben?

Kiindulásként a fegyverzettel kell foglalkoznunk. Ettől ugyanis számottevő mértékben függ a harckocsi alakja, mérete és berendezése. A harckocsi fegyverzetének három alapkövetelményt kell kielégítenie: el kell találnia az ellenséges célt, továbbá át kell törnie, szét kell rombolnia a cél páncélzatát, végül az okozott roncsolásoknak a cél harcképtelenségét kell eredményeznie.

A közelmúltban 2 km volt az a távolság, amelyen a harckocsik a célt sikeresen leküzdötték. Napjaink követelménye, hogy a harckocsi 2,5–3 km távolságról is eleget tudjon tenni harcfeladatának.

A páncélelhárítás legújabb megoldását jelentik az irányított lövedékek és a rakéták. Irányított páncélelhárító lövedékekkel szerelték fel az angol *Hornet* lövészpáncélost, egyes szovjet páncélozott járműveket és a nyugat-német rohamlöveget. Ezek a rakétákkal felszerelt járművek rendkívül mozgékonyak és ellenséges nehéz harckocsikat is leküzdenek. Az újabb irányított páncélelhárító rakéták, pl. az angol *Swingfire*, könnyebben kezelhetők és gyorsabban repülnek, mint elődeik. Egyes rakéták, mint az amerikai *Shillelagh* és a *Tow*, ágyúcsőből lőhetők ki, tehát közeli célpontok leküzdésére is alkalmasak.

Minden valószínűség szerint mégis az ágyú marad a harckocsi főfegyverzete, mivel a páncéltörő lőszerek nagy hatékonysága és sokoldalúsága láttán – a laseres távmérésre gondolunk – az irányított lövedékeket kiegészítő fegyverzetnek kell tekintenünk. El kell kerülnünk tehát, hogy mindkettőt egy harckocsira szereljük fel, mert ez nem csupán mechanikai bonyodalmat idézne elő, hanem egymást átfedő harcászati célkitűzésekhez vezetne. Ha ilyen összetett fegyverzet mellett döntenénk, ez egyet jelentene a *Shillelagh*-rendszer újrafeltalálásával, és csupán magasabb költségeket eredményezne egy kevéssé meggyőző kompromisszumos megoldás kapcsán.

A fenti követelmények teljesítése terén Angliában kielégítő eredményeket értek el. Az angol páncéltörő ágyúk űrméretének növelése és a wolfram-karbid magvas űrméret-alatti lövedékek alkalmazása lehetővé teszi az ellenséges harckocsik nagy távolságról való leküzdését. Jó példa erre a *Chieftain* harckocsi 12 cmes lövege. A nagy űrméretű lövegek alkalmazásának hátrányai is vannak, a legkellemetlenebb a harckocsi súlyának növekedése, jobban mondva az ebből származó mozgékonyság-csökkenés.

Joggal vetődik fel tehát a kérdés: forgótoronyban kell-e elhelyeznünk a löveget és gondoskodnunk kell-e automatikus lőszerellátásról? A forgótornyos löveg terjedelmes jármű kialakítását eredményezi – gondoljunk csak ellentétére, a svéd „*S*" harc-

kocsira –, az automatikus lőszerellátás pedig minden bizonnyal bonyolult és nagy teret igényel.

Tegyük fel, hogy az adogató rendszerben a soron következő lövedék egy szétlapuló, páncélrepesztő gránát, holott páncéltörő gránátra lenne szükségünk. Lőszerkiválasztó szerkezetet kell alkalmaznunk, ha el akarjuk kerülni a tűzerő csökkenését, ez egyébként a lőszer-takarékosság miatt is szükséges lenne.

A löveg merev beépítésekor a lövegnek a célra való elfordítása csak a járműtest megfelelő oldalirányú elfordításával valósítható meg. Ez áll az „S" harckocsira is. Ilyen harcjármű menetközben nem tüzelhet, sőt alacsony lőszögeken a lövegcső a talaj fölött túlságosan alacsonyan helyezkedik el, s a beszorultan álló harckocsit néha lehetetlen elfordítani.

Mindkét fajta löveg-elhelyezéskor azzal is számolni kell, hogy a korlátozott mértékű oldalirányzási lehetőség csökkentheti a beépítési hátrányokat.

Az alacsony tüzelőmagasságú harckocsi az ellenség számára mégis nagyobb célt mutat, mint egy harckocsi-torony. Másrészről az is fennáll, hogy a torony – ha egy irányzó és egy töltő tüzérnek is helyet akarunk szorítani – nagyobb méretű, s ennek megfelelően súlyosabb is.

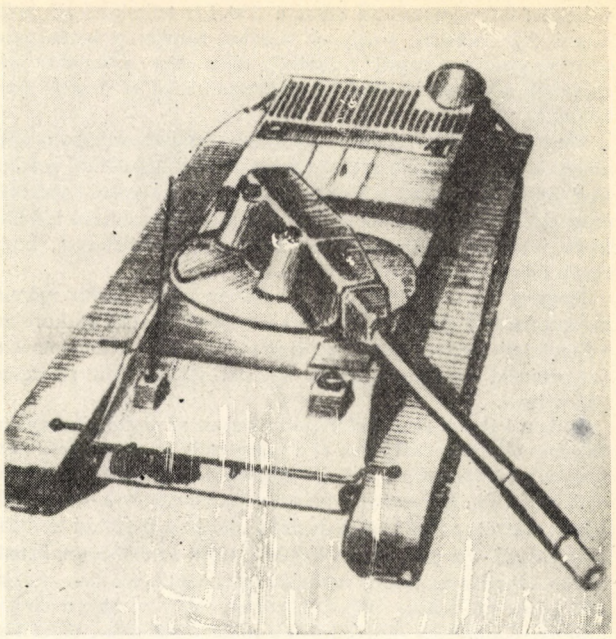
Az egyik lehetséges megoldás egy forgókoszorúra szerelt löveg, amelyet alulról töltenek, s amely körkörösen forgatható. A parancsnok és az irányzó, valamint a töltő a löveg mellett kétoldalt, a löveggel együtt elfordítható alaplapon ül. Ezt úgy képzeljük el, hogy a személyzet feje a test felső éle alatt marad. A gránátkiemelő szerkezetet és a töltőberendezést kézzel vezérlik, a harckocsi parancsnoka és az irányzó a megfigyelésre és a célzásra periszkópokat használ; ezek objektívjei szükség szerint változtathatók. Ilyenformán a négy főből álló legénység számára szükséges küzdő- és vezetőtér nem lenne sokkal nagyobb, mint a *BMC Mini-Minor* kiskocsi belső tere.

Így viszonylag kis súlyú, mozgékony és menetközben is tűzképes harckocsinkat a terep kevésbé korlátozná manőverezésében, ráadásul alacsony tüzelőmagassága miatt optimálisan kis célt mutatna. Ezzel az elrendezéssel a lövegtorony és a zármozgásra szolgáló tér alul és felül rendkívül szűk és hosszúkás lesz, emiatt a szerkezeti súly kedvezően alakul. Ha a harckocsi hasmagasságát nagyjából 45 cm-ben állapítjuk meg, akkor a kocsitest felső éle csupán 1,5 m magasságban van a talaj felett, figyelembe véve, hogy egy ember ülőmagassága kereken 90 cm-re tehető. A lövegtorony magasságára további 60 cm-t kell számítanunk.

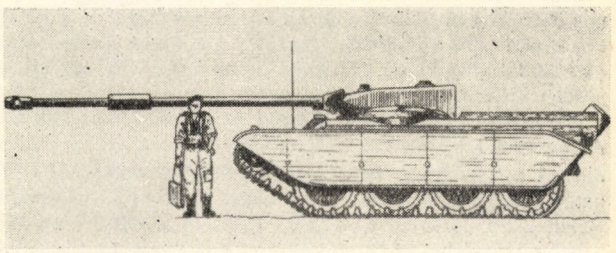
A nagysebességű páncéltörő gránátokkal kapcsolatban fellépő nehézségek miatt az egyes hadseregek más és más utakon próbálják továbbfejleszteni a páncéltörő lövegeket. Az amerikai és a nyugat-német irányzat az üreges töltetű gránátokat helyezi előtérbe, a francia hadsereg pedig kizárólag a kumulatív gránátokban látja a megoldást.

A kumulatív gránátok használata folytán elegendőnek látszik egy 10,5 cm-es löveg beépítése. A francia *AMX–30* harckocsi lövege egyedülálló típusú, eredeti megoldású kumulatív lövedékek tüzelésére alkalmas: a gránátokban a kumulatív töltetet golyóscsapágyba ágyazták, kilövés közben tehát nem forog együtt a lövedék köpenyével. Ennek eredményeként átütő ereje nem csökken annyira, mint a hagyományos, hossztengelye körül forgómozgást végző lövedéké. A stabilizáló szárnyakkal ellátott 10,5 cm-es amerikai kumulatív gránát átütő képességére vonatkozóan nem állnak rendelkezésünkre adatok, a francia gránát azonban a közzétett adatok szerint állítólag 400 mm vastag páncéllemezt is átüt.

Milyen lehet egy ilyen jármű hajtási rendszere, és hogyan lehet bármilyen terepen továbbítanunk anélkül, hogy nyomot hagyna maga után? Minthogy ma még semmiféle használható módszer sem ismeretes, a követelményeket részben csökkentenünk kell. Sem a légpárnának, sem a sugárhajtásnak az elve nem jelent megoldást. Mindkét változat nagy teljesítményű hajtóművet igényel, ezenkívül rendkívüli mennyiségű üzemanyagot fogyaszt, a nagy hőmennyiség kisugárzása folytán pedig az a veszély is növekszik, hogy a harckocsi igen jó infravörös célpontot mutat. Mindezeken kívül a keletkező légáramlat porfelhőt verne fel. Mit tehetünk hát? A hagyományos futóművet célszerűtlen lenne a normális terepen, a vízszintes haladáshoz szükséges fel-



1. ábra. Hordern ezredes így képzeli el az 1975–80-as évek harckocsiját. Szembeötlő a lapos, hosszúkás, keskeny homlokú torony



2. ábra. A „jövő harckocsija" oldalnézetben. Hasmagassága 46 cm lenne, a harckocsitest magassága pedig a harckocsiteknő felső éléig 150 cm. A torony magassága sem haladná meg a 60 cm-t, az elképzelt jármű tehát feltűnően alacsony sziluettet adna

hajtóerőt előállító rendszerrel kombinálni az akadályok leküzdésére. Ez azt jelentené, hogy mindkét említett rendszer bonyolultságát vállalnánk anélkül, hogy előnyeiket kiaknázhatnánk.

A tények tehát arra kényszerítenek, hogy a lehetőségeket felmérve, a hagyományos futómű-felfüggesztés és futómű-megoldás tökéletesítésének útjait kutassuk. Ez nem tűnik reménytelennek, hiszen a légi közlekedésben vannak már olyan futóművek, amelyek egy harckocsi két- háromszoros súlyát is nagy sebességgel hordozzák, kemény, sík talajon. A harckocsikon hasznosítani lehetne az elmúlt tíz évben a hidraulikus futómű-felfüggesztés fejlődésében elért eredményeket.

Ezzel együtt tovább kell fejleszteni a harckocsik lánctalpát, mert a kizárólag kerekekkel mozgó jármű nem érheti el a kívánt korlátlan terepjáróképességet. Igaz, hogy a lánctalpnak is vannak hátrányai, hiszen a legkönnyebb tagos lánc is mindig túlságosan súlyos. A futómű hidraulikus felfüggesztése, a csekély fajlagos talajnyomást eredményező lánctalp, egymástól függetlenül hajtott, és lehetőleg nagy átmérőjű légtömlős kerekekből álló kombináció alkotna egy futóművet, ez pedig minden rendelkezésre álló hajtóerőt jó hatásfokú mozgássá alakítana át.

A hidraulikus rugózás különféle menetviszonyok között is megteremti a megfigyelés és a tűztevékenység feltételeinek összehangolását. A kerékmeghajtásban el kell hagyni a hajtóműszekrényeket, a tengelyeket, a csuklókat, a kúpfogaskerekeket stb., hiszen ezek összességükben nehezek és nagy terjedelműek. Helyettük villamos vagy hidraulikus távhajtás jöhet tekintetbe. Itt említjük meg, hogy már húsz évvel ezelőtt egy vezető amerikai

vállalat földmegmozgatási célokra 500 LE teljesítményű bulldozert fejlesztett ki, amelynek minden kerekét a kerékagyra erősített elektromotorral hajtották meg. Ezt a kerekes járműveken alkalmazott elvet Nagy-Britanniában is sikerrel próbálták ki.

Ma már technikailag érett hidraulikus rendszereket ismerünk, amelyek a hajtómű elhelyezését a futóműtől függetlenül is lehetővé teszik. A hajtómű és a kerekek közötti mechanikai kapcsolat ezzel kiiktatható lenne. Az acélból készült nagynyomású hidraulikus vezetékek kialakítása olyanformán is lehetséges, hogy egyéb feladatokat is elláthassanak.

Nagyon fontos lenne, ha a harckocsikhoz kisebb méretű motorokat tudnánk gyártani, mert ez is pozitív hatást gyakorolna a harckocsi súlyára. Ezen a téren jó reményekkel kecsegtetnek a gázturbinák, amelyeket egyes katonai járműveken sikeresen használnak.

A nem katonai rendeltetésű járműveken az elmúlt évtizedben lényeges előrehaladást értek el a regeneratív munkaciklusú gázturbinák bevezetésével, s itt kétségtelenül még további eredmények várhatók. A dugattyús motorral összehasonlítva – amelynek teljesítményéhez képest a gázturbina csupán a beépítési térfogat felét igényli –, a gázturbinás hajtómű súlya az előbbinek hetedrésze. Előnyös még, hogy e hajtómű rezgésmentes, emellett mozgó alkatrészeinek száma 80%-kal kisebb, mint a hagyományos motoré. Különleges fagyvédelemre nincsen szüksége, teljes terheléses üzemben is egyenletes járású, nem érzékeny az üzemanyag szennyezettségére és szabályozó berendezései egyszerűek. Ilyen körülmények között továbbfejlesztésétől sokat várhatunk.

Szóba jöhet még a bolygódugattyús Wankel-motor is, amelynek üzemanyagfogyasztása ugyan kedvező, a motor és a motorház között azonban hatékony és tartós dinamikus tömítést eddig nem tudtak kialakítani. Mielőtt mellette döntenénk, lényegesen jobban kellene ismerni tulajdonságait.

A sebezhetetlenség foka minden harckocsi fontos ismérve. A járműnek legalább a harcövezet normális veszélyei iránt ellenállónak kell lennie. A kézi páncélelhárító fegyverekkel, a rövid hatótávolságú ballisztikus lövedékekkel, a tábori ágyúk gránátjaival, a kis űrméretű páncéltörő robbanó lövedékekkel, és a nehéz géppuskából tüzelt páncéltörő lőszerrel szemben védettséget kell nyújtania. Az említett tüzérségi fegyverekkel szembeni elégséges védelem minimális követelménynek számít. Amikor tehát egy harckocsi az ellenség összpontosított tüzének van kitéve, s viszonylag nem marad sértetlen, akkor alkalmatlannak kell tartanunk. Viszonylagosságon azt értjük, hogy a repeszek vagy a lökéshullám megkárosíthatja a harckocsin kívül elhelyezett optikai és villamos berendezéseket, ezek azonban pótolhatók. A lövegcső is megsérülhet, noha ez ritkán fordul elő.

Számos katonai szakértőnek az a véleménye, hogy a belátható jövőben kifejlesztendő irányított lövedékek és a páncéltörő lőszerek a legerősebb páncéllal védett járműveket is megsemmisíthetik. Mire való hát egyáltalán a különlegesen erős páncélzat? A válasz attól függ, hogy milyen eszközök állnak az ellenség rendelkezésére. Ha a harckocsi páncélvédettsége csupán „normális" – akkor az ellenség megelégedhet csekély hatékonyságú páncéltörő fegyverekkel.

Amikor harckocsink az ellenséges fegyverek hatótávolságán kívül marad és saját fegyvereivel mégis eredményesen tüzel, akkor a helyzet ideálisnak mondható. Ha viszont lövegének csekély lőtávolsága miatt az ellenség tűzerejének hatókörébe kerül, akkor könnyű célt jelenthet bármilyen ellenséges löveg számára. Átlagos körülmények között azonban a harckocsi eléggé megközelíti az ellenséget. Ilyenkor azután kifi etődő a fölösnek tűnő páncélzat. Mindenesetre ez nem csorbíthatja lényegesen a jármű dinamikai tulajdonságait. Logikusnak tűnik tehát a két követelmény, vagyis a védettség és mozgékonyság közötti kompromisszum.

A megengedhető maximális járműsúly kapcsán végül is el kell döntenünk, hogy a szükséges tömegen kívül mekkora többletsúlyt építhetünk be a páncélzatba, szem előtt tartva, hogy a többletsúly minden megapondja mintegy 30 LE hajtóteljesítmény-többletet igényel.

A jelenlegi katonai követelmények nagy mennyiségű elektronikai és segédberendezés beépítését írják elő. Emiatt a kiegészítő páncélzatra alig jut többletsúly, s kénytelenek vagyunk nem acélból készült páncélzatot használni. Ez a páncélzat valószínűleg terjedelmesebb és bonyolultabb kialakítást igényel, mint az önjáró hegesztett acélkonstrukció. Az ilyen megoldás tehát költséges, s maga a harckocsi nagyobb.

El kell érnünk, hogy a jövőben a közepes súlycsoportba tartozó harckocsik tűzerő, mozgékonyság és védettség tekintetében komplex módon, és külön-külön is felülmúlják a jelenlegieket.

(D.H. Chaddock prof. és P.H. Hordern ezds. cikkei alapján az Interavia 1966. évi 5. és 11. számaiból)

---

házunktája

Köszönetet mondunk G. I. Petrov akadémikusnak, hogy a Magyar Tudományos Akadémián 1967. szeptember 13-án tartott előadását folyóiratunknak közlésre átengedte.

*

Szokolov és *Visnjakov* ezredes elvtársak, a *Sztarsina-Szerzsant* szerkesztői meglátogatták folyóiratunkat. A baráti látogatás sikeresen járult hozzá a szovjet és a magyar katonai sajtó közötti kapcsolatok elmélyítéséhez.

*

Szerkesztőségünk kiküldöttei tanulmányúton voltak a Német Nemzeti Néphadsereg lapja, a *Militärtechnik* szerkesztőségében. Testvérlapunk főszerkesztője, *Strohbach* mérnök-őrnagy, valamint főszerkesztőhelyettese, *Hasse* mérnök-alezredes tájékoztatott a folyóirat munkájáról. Reméljük, hogy a szerzett értékes tapasztalatok és a két folyóirat további, rendszeres együttműködésének eredményei hozzájárulnak a Haditechnikai Szemle szerkesztésének, a lap színvonalának megjavításához. Ezúton is megköszönjük Strohbach és Hasse elvtársaknak és a Militärtechnik szerkesztő kollektívájának azt a baráti fogadtatást, amelyben munkatársainkat részesítették.

*

A Haditechnikai Intézet 20 esztendős évfordulója alkalmából készített plakett, amelynek képét 141. oldalunkon közöljük, *Lendvai Zsigmond* iparművész alkotása.

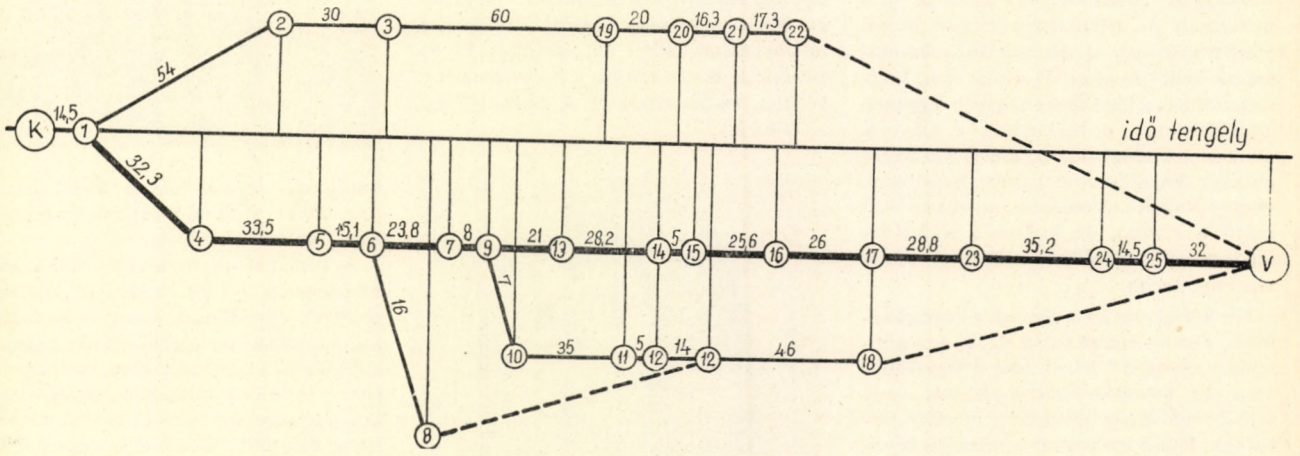
Hálótervezés és gépkocsijavítás

A gépkocsik javításának legfontosabb okmánya a technológiai lap (munkalap, hibafelvételi lap), amelyen a gépkocsi szétszerelésétől kezdve a javítás befejezéséig minden műveletet feltüntetnek, az időszükséglet és a szakmunkásigény részletes megjelölésével együtt. A technológiai lap azonban pusztán csak felsorolja az egyes műveleteket, így nem bontakozik ki adataiból a munkafolyamat egésze. Egyes esetekben például a gépkocsinak vagy egységeinek javításához a tervezettől eltérő munkaidőre van szükség.

A technológiai lap a javítási műveletek optimális sorrendjét sem határozza meg, s ezért nem kapunk világos képet a párhuzamosan elvégezhető művelet-csoportokról. A javítás időtartama az adott munkára irányított dolgozók létszámától és bizonyos

A hálóábrán így egymás mellett szerepel az egész munkafolyamat, valamint az egyes műveletek egymástól való függősége és sorrendje. Nyilvánvaló, hogy ezek után sokkal könnyebben oldhatjuk meg a munkások irányítását, elsősorban azokét, akiket nem köt le állandóan az adott gépkocsi javítása.

A hálóábra összeállításakor ügyeljünk a megfelelő méretarányra. Így pontosabban meghatározható az időszükséglet, könnyebben irányíthatók a dolgozók az egyes feladatokra. Kiderül pl., hogy villanyszerelőnk csak azután láthat munkához, ha a javító brigád 16 órai munkával befejezte már a hatodik műveletet. A villanyszerelőt ezután más munkára irányíthatjuk, s a szállítókocsihoz csupán a 12. művelet végrehajtása után kell visszatérnie (46 óra múltán). Most már könnyen megállapít-



A lánctalpas szállítókocsi nagyjavításának hálóábrája. (A köröcskékben a műveletek számát, a körocskék között pedig az egyes műveletek elvégzéséhez szükséges időt tüntettük fel.)
1. *A kocsit megmossák, beviszik a műhelybe és bakra állítják.* 2. *Leszerelik a futóművet (a lánctalpakat, a támgörgőket, a torziós tengelyeket).* 3. *Leszerelik a fedélzeti kapcsolókat, az erőátviteli rendszert és a kormányberendezéseket.* 4. *Leszerelik a kormány és a hűtőrendszer vezetékeit.* 5. *Leszerelik a motort.* 6. *Leszerelik a sebességváltóművet.* 7. *Leszerelik a közlőművet a tengelykapcsolóval.* 8. *Leszerelik a villamos berendezést.* 9. *Leszerelik a vonócsörlőt.* 10. *Elvégzik a kocsitest belső lemosását.* 11. *Kijavítják és egyengetik a kocsitestet.* 12. *Elvégzik a kocsitest belsejének festését.* 13. *Eltávolítják a konzerváló anyagokat a motorblokkból, a gépegységekből és a közlőműből.* 14. *Felszerelik a közlőművet a tengelykapcsolóval együtt.* 15. *Felszerelik a motort, a főtengelykapcsolót és a sebességváltó szekrényt.* 16. *Felszerelik az elosztószekrényt.* 17. *Felszerelik a hűtőrendszert.* 18. *Felszerelik a villamos berendezést.* 19. *Felszerelik a futóművet (a leszereléssel ellentétes sorrendben).* 20. *Felszerelik az erőátviteli szerkezetet és a kormányokat.* 21. *Felszerelik a közlőműveket.* 22. *Felszerelik a vonócsörlőt.* 23. *Felszerelik a kormányvezetékeket.* 24. *Kipróbálják a kijavított kocsit.* 25. *Végrehajtják a gépkocsi javítás utáni bejáratását és beszabályozását.*
K = a munka kezdete; V = a munka befejezése

főműveletektől függ, a technológiai lap ebben a kérdésben sem jelent megoldást.

A fentiekben vázolt hiányosságokat csupán a hálótervezés küszöbölheti ki. Vegyük példaként a *K–61* típusú lánctalpas úszószállító gépkocsi esetét. A tervezés az időszükséglet meghatározásával és a technológiai lap összeállításával kezdődik. Ezután következik az egyes, egymással összefüggő vagy egymástól független műveletek meghatározása után a hálóábra kidolgozása.

Ezzel a módszerrel könnyen megállapítható, hogy mint az ábra mutatja, a harmadik műveletet nem végezhetjük el az első és a második művelet előtt, a negyedik művelet azonban végrehajtható az első után. Így az egész folyamatot több, egymást követő műveletsorra bonthatjuk, amelyek párhuzamosan végezhetők el. Ugyanakkor szem előtt tarthatjuk az egész javítási időre vonatkozó feladatokat.

Ilyen jellegű elemzést követően az egyes műveleteket a megfelelő összefüggések szerint feltüntetjük a hálóábrán. Az egyes műveleteket jelképező karikákban feljegyezzük a megfelelő műveletnek a technológiai lap szerinti számát, a karikákat összekötő egyenesek pedig a műveletek végrehajtásához szükséges időt adják meg.

ható az az időtartam, amikor a kérdéses jármű szerelésében a brigád szakemberei nem vesznek részt.

Ami a kiragadott példánkat illeti, a gépkocsitest belső festése után a szerelők hozzálátnak a villamos berendezés felszereléséhez. A hálóábrán kétszeresen szerepel a 12. művelet, vagyis az említett festés. Az ott feltüntetett 14 óra a festékszáradási idő.

A javítás befejezése a leginkább munkaigényes művelet időtartamától függ. Ezért különösen kell ügyelnünk a tervezésre is, a hálóábra szerinti munka elvégzésekor is. Nagyon fontos szem előtt tartani a javításhoz szükséges felszerelés elosztását, az anyaggal és a tartalék-alkatrészekkel való ellátást.

Azonos típusú gépkocsik javításakor a hálóábrát pontosítják, s arra törekszenek, hogy meghatározzák a legkedvezőbb értékeket. Ha az ismertetett módszert alkalmazzuk, a *K–61*-es típusú szállítókocsi hálóábra szerinti javításához 118 000 munkaórával kevesebb időre van szükségünk, mint azelőtt.

(Ju. Klimenko cikkének rövidített fordítása a Technika i Vooruzsenie 1966. évi 3. számából)

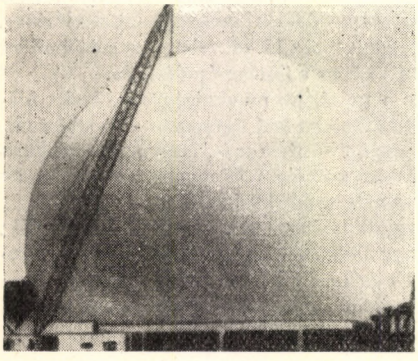
Felfújható csarnokok katonai célokra

A modern hadseregek technikailag bonyolult és sokoldalú felszerelésében olyan könnyű, hordozható berendezéseket is találhatunk, amelyeket felfújható csarnokoknak, raktáraknak és egyéb helyiségeknek nevezhetnénk, s amelyek használata tábori körülmények között gyors és egyszerű. Az említett berendezések olcsók, egyszerűen összeállíthatók, az időjárás hatásaival szemben pedig ellenállók.

A felsorolt követelményeknek jól megfelelnek a vékonyfalú, nagy belső terjedelmű, rugalmas, levegővel telíthető, felfújható tárolóhelyiségek, sátrak és raktárak. Burkolatuk ellenállóképes, könnyű, hermetikusan zár, tehát sem a levegőt, sem a vizet nem ereszti át. Mechanikai tulajdonságaik kialakításakor ügyelnek arra, hogy széles hőmérsékleti tartományban legyenek alkalmazhatók, s burkolatuk a fényt is áteressze, kivéve azokat, amelyeket szándékosan fényszigeteltté tesznek. Készítenek olyan felfújható tárolókat is, amelyek külső borítása saválló, de különféle sókkal és lúgos vegyi anyagokkal szemben is védettséget nyújtanak.

Ha a burkolat iránt ilyenek a követelmények, akkor céljainknak a textil- és a szintetikus anyagok felelnek meg a leginkább. Ezek az anyagok műszál-alakban vagy fólia-formában is egyaránt szerephez juthatnak. Külső felületüket különleges bevonattal látják el. A nylon-anyagot például neoprénnel, szintetikus kaucsukkal, polivinil-kloriddal vagy poliuretánnal is borítják. Az ilyen módon előállított burkolóanyag átlagos súlya a védőbevonattal együtt 0,2–1,5 kp/m². A védőréteget nem csupán kívülről, hanem szükség szerint belülről is felvihetik, a védőréteg vastagsága mindössze 0,03–0,125 mm.

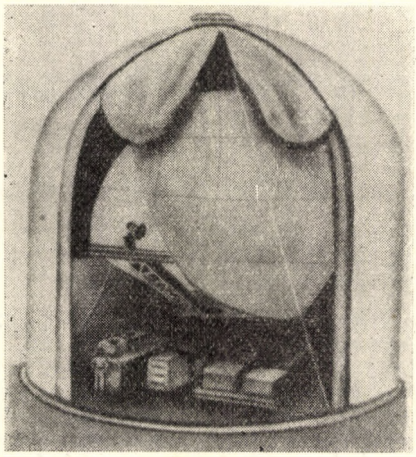
Konstrukciós megfontolások alapján három alaptípust fejlesztettek ki. Említsük elsőként a levegővel telített nagy térfogatú csarnokot (1. ábra), ennek köpenyét csupán az alatta kialakított gyenge túlnyomás tartja fenn.



A nagy térfogatú csarnokok túlnyomását kisnyomású kompresszorokkal vagy centrifugális ventillátorokkal biztosítják. A csarnok belsejének átlagos túlnyomása 0,0003–0,0013 at. Nagy esőzéskor vagy hóesésben a nyomás fokozható. A csarnok térfogata 140–1500 m³-en tartható, ehhez a kisnyomású centrifugális ventillátor 360 m³/h teljesítmenye szükséges.

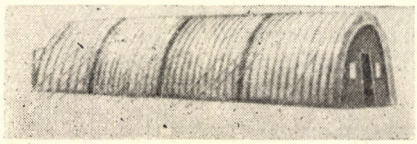
A burkolat szakszerű tömítésével, a be- és a kimeneti nyílások szelepekkel való zárásával meggátolják a belső levegő elszivárgását és a külső levegő behatolását. Természetesen szükség van zsilipelésre is, vagyis a belső és a külső kettős bejáratokat helyes sorrendben nyitják vagy zárják.

A nagy térfogatú, felfújható csarnok egyik felhasználási módját szemlélteti a 2. ábra. Ebben a hatalmas felfújható csarnokban tölcsér-parabolaantennát helyeztek el. Maga a csarnok egymáshoz illesztett műanyag-szeletekből áll, átmérője 64 m. Burkolata kettős rétegű, a burkolólapokat védőbevonattal látták el. A csarnok súlya 27 000 kp.



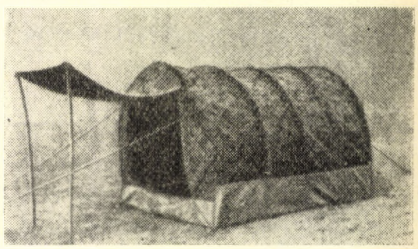
A belső nyomást teljesen automatizált kisnyomású centrifugális ventillátorok állítják elő. Két ventillátor és kompresszor dolgozik egészen 72 km/h szélsebességig. 72–112 km/h szélsebesség-határokon belül egy harmadik ventillátort is üzembe helyeznek. Így az addigi 0,0038 at értékű túlnyomás 0,007 at-ra növelhető. Ha még két további kisnyomású ventillátort kapcsolnak be, az elérhető túlnyomás 0,014 at. Ilyenkor a csarnok az óránkénti 160 km-es szélsebességnek is ellenáll. A felhajtó erő értéke ez esetben 710 Mp, az oldalirányú erőé 100 Mp, az aerodinamikus nyomatéké pedig 1180 Mpm.

Másféle megoldást láthatunk a 3. ábrán: ennek a burkolatát felfújható védőtömlőkkel erősítik, a tömlők fagyálló gumiból készülnek. A megfelelő túlnyomás ekkor mindig a csarnok (jelen esetben egy tábori kórház) építésmódjától függ, általában azonban 5–7 at között váltakozik.



A 3. ábrán látható felfújható tábori kórházpavilon különlegessége, hogy lapos szeletekből állították össze. A lyukacsos gumianyagot mindkét oldalon nylonszövettel erősítették. Ezek általában 5–20 m fesztávú, 2,5–11 m magas építmények, burkolatuk textil vagy szintetikus műanyag.

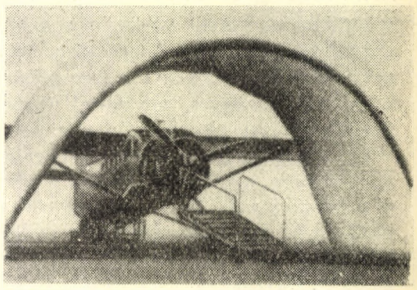
Az újszerű építmények egy harmadik típusa szerepel a 4. ábrán. Felfújható, hordozható elemekből állítják össze ezt is,



különleges burkolóréteget azonban nem használnak. E típus legnagyobb szélessége 6 m, túlnyomása 0,35 at.

A burkolatnak szeletekre való osztása megkönnyíti a tárolóhelyiségek, raktárak és egyéb objektumok gyors összeállítását. Az összeállításhoz egyébként nincs szükség különleges szakképzettségre, sőt darukra sem. Egyenletes talajon az egyes elemek könnyen összeszerelhetők, ezután következik az oldalfalak és a homlokrészek felszerelése, végül a talajhoz erősítés feladata. Utolsóként a kis nyomású ventillátorok és a kompresszorok kezdik meg munkájukat: felfújják az építményt. A 20 m szélességű, 40 m hosszú csarnok felépítését egy nyolc tagú brigád 3–4 óra alatt elvégezheti.

Katonai alkalmazásuk sokféle lehet. Rakéta-egységek híradástechnikai berendezéseinek tárolása, műhelyek és személyzetük elhelyezése egyaránt lehetséges a felfújható csarnokokban, amelyek jól megfelelnek repülőgép-hangárokként vagy a repülőgépet takaró védőtetőkként is (5. ábra). Felhasználási lehetőségeik tehát igen változatosak.



Különleges védőburkolattal ellátott kivitelű típusok az élőerőket és a felszerelést egyaránt megóvják a radioaktív sugárzások, úgyszintén a vegyi és a biológiai harcanyagok káros hatásaitól.

(V. Nyekludov mk-őrnagy cikkének kivonatos fordítása a Technika i Vooruzsenie 1966. évi 10. számából)

Újabb amerikai irányított lövedékek

Amíg a júniusi párizsi repülőgépkiállításon a Szovjetunió tudatosan csakis a békés repülőgépeket vonultatta fel, s az űrtechnika eszközeivel szerepelt, addig az amerikai ipar főképpen a katonai fejlesztés eredményeit tárta a nagyközönség elé. Sőt, ha tekintetbe vesszük az angol és a francia repülőipar gyártásában a gazdasági körülmények hatására bekövetkezett átcsoportosítást, amelynek eredményeképpen számos katonai tervet elejtettek, akkor még inkább szembeötlik az amerikai repülőipari kínálat katonai jellege.

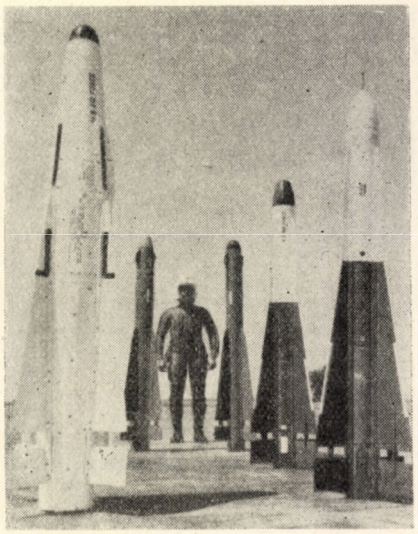
A katonai repülés fejlesztése nyilván nem állt meg a Szovjetunióban sem, amint erre a domogyedovói repülőnapról írt beszámolónk rámutat, de a Szovjetunió tudatosan kerüli a fegyverszállítás „big business" jellegének érzékeltetését. Ezt a tevékenységet az államközi tárgyalások, a kétoldalú megállapodások szintjére korlátozza: jó példa erre a *MiG—21*-esek szállítása Indiának, és a harcigép ottani, helyi gyártása.

Az alábbi kis összeállításban a vezető amerikai cégek Párizsban kiállított irányított lövedékeiből mutatunk be néhányat, és elsősorban az újdonságok ismertetésére törekszünk.

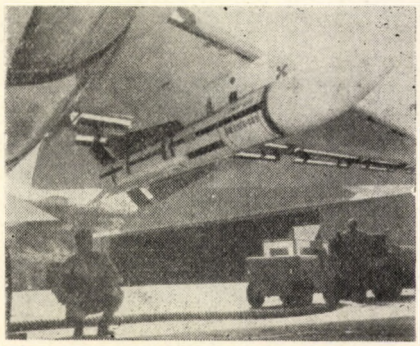
Az irányított lövedékek sorában világszerte a légvédelmi rakéták száma a legnagyobb, akár a választékot, akár az abszolút számot tekintjük. A Hughes gyár *Falcon*

elnevezésű irányított lövedéke levegő levegő típusú, s elsősorban a repülőgépek fegyverzeteként használatos. Az irányítórendszer fokozatos tökéletesítésével, az infravörös célkövető fej érzékenységének (felbontó képességének) növelésével az eredetileg még 1947-ben tervezett, és 1954-ben az amerikai légihaderő által rendszeresített, több tízezer példányban megépített lövedék még további változatokkal bővült, s előreláthatólag még sokáig nem váltják le. A *Falcon* az *F—4C*, az *F—101* és az *F—102* vadászgépek alapfegyverzete. Az infravörös célkereső fejű *AIM—4D* változatot 1. ábránk mutatja.

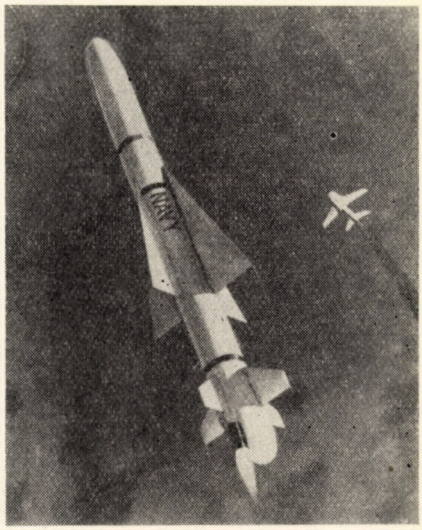
A *Falcon* lövedékcsaládról csaknem teljes képet ad a 2. ábra. Balra az előtérben az *AIM—26A Nuclear Falcon*, amelyet kisméretű, hasadó atomrobbanófejjel szereltek fel. Lokátoros irányítású az *AIM—4A* (ez a legrégebbi változat), továbbá az *AIM—4F*. Infravörös célkereső irányítással működik az *AIM—4C*, amely az *AIM—4B*-nek tökéletesített változata és az *AIM—4G*, az utóbbi a *4F* infrafejű módosítása. Vannak még további változatok is, de az említettek a legfontosabbak.



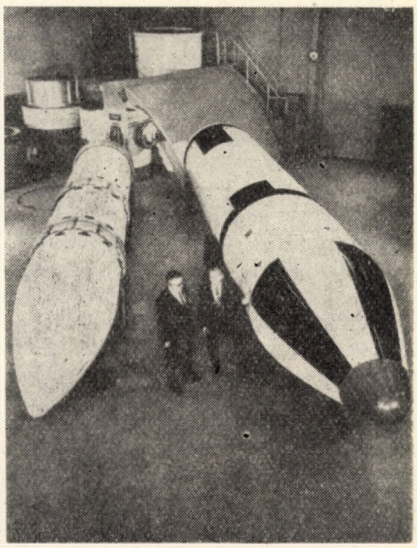
Ugyancsak az *F—111B* vadászgéphez készült a Hughes-gyár *Phoenix XAIM—54* levegő-levegő rakétája, amely aktív és félaktív irányítási rendszerű lehet. A sík antennasorból felépített lokátor adatait egy félvezető eszközökkel konstruált számítógép dolgozza fel, és a repülőgépen a lövész-navigátornak indikálja két katódsugárcsövön. A fejlesztés során felmerült akadályok leküzdése 18 hónapba és 60 millió dollár többletkiadásba került, Az aerodinamikai kialakítás egyes részletei a *Falcon*ra emlékeztetnek (3. ábra).



Levegő-föld típusú a North American *AGM—53A Condor* lövedéke, ezt az amerikai haditengerészet rendelte meg. Körülbelül 90 km távolságról irányítható; a bombalövész a lövedékről továbbított televíziós képet figyeli, és ennek alapján vezeti rá a lövedéket a céltárgyra. Az *AGM—53A* a kis számú televíziós irányítással felszerelt lövedékek egyike (4. ábra).



Végül mutassuk be az amerikai atomtengeralattjárók új ballisztikus lövedékét, a *Poseidont*, összehasonlításként az eddigi *Polaris* rakétával együtt. Robbanófeje kétszer akkora, szórása pedig feleakkora, mint a *Polaris*é.



Összeállításunk válogatásakor csak a relatív újdonságot és a megfelelő illusztráció lehetőségét tartottuk szem előtt, a típus szerinti csoportosításon kívül teljességre nem törekedhettünk.

Nagy Ernő

A Gyrojet rakéta-pisztoly

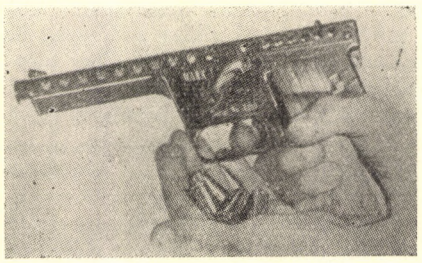
A közelmúltban az amerikai sajtóban közlemények jelentek meg egy kisméretű, rakétahajtású lövedéktípusról, amely a szokásos kézi lőfegyverekhez hasonló szerkezetből indítható. A rakéta-kézifegyver jelenleg még meglevő fogyatékosságai ellenére a fejlesztési irány figyelmet érdemel. Tökéletesítése után lényegesen módosíthatja a jelenlegi gyalogsági lőszereket és a hozzájuk tartozó marok- és kézi lőfegyvereket, valamint a géppuskákat.

A szóban forgó fegyverek első konstrukcióit R. Mainhardt és A. T. Biel dolgozta ki 1960-ban. A kisméretű rakéták három típusát hozták létre. A *Gyrojet*-rendszer mellett *Lancejet* és *Microjet* elnevezéssel két további változatot is fejlesztenek. A *Lancejet* (=lándzsa-rakéta) és a *Microjet* (=kis rakéta) lövedéktípusok és indítószerkezeteik jelenleg még a fejlesztés kezdeti szakaszában vannak, jellemzőik még nem alakultak ki teljesen. Közeli megjelenésük nem várható.

A *Gyrojet-rendszer* sajátosságai alakultak ki eddig a legjobban. Ez sugárforgatású rakétalövedék, amely repülés közben a megfelelően kialakított fúvókákon kiáramló gázok hatására forog. A *National Rifle Association of America* vállalat laboratóriuma és a szárazföldi haderő szervei közösen vizsgálták meg a *Gyrojet*-fegyvert. A vizsgálat nyilvánosságra hozott beszámolójából megismerhetjük a *Gyrojet*-lövedék műszaki jellemzőit és a hozzá készített fegyver szerkezeti sajátosságait. A vizsgálati jelentés tisztázza a fegyver működését és ballisztikai jellemzőit is.

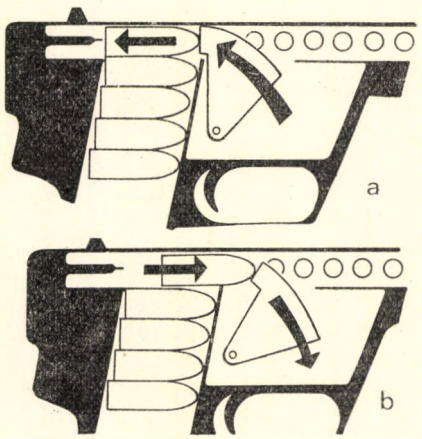
A *Gyrojet*-lövedék 7,62–40 mm közötti űrméretben készül. Az űrméret alsó határát a rakéta begyújtásához szükséges csappantyú mérete korlátozza. Részletesebb adatok a 13 mm-es *Gyrojet*-lövedékről állnak rendelkezésre. Értékelésként a 0,45 hüvelykes *ACP*-töltényt tüzelő *M1911* típusú katonai pisztollyal vetik össze.

A *Gyrojet*-lövedék lényegében egy 13 mm átmérőjű, 36 mm hosszú, acélköpenybe szerelt hajtótöltet. A lövedékköpeny csúcsrésze hasonlít a 0,45 hüvelykes *ACP*-töltényéhez. A rakétalövedék súlya indítás előtt 15,5 p, ez a töltet kiégése után 12,1 p-ra csökken. A gyártó vállalat adatai szerint a hajtótöltet „kettős bázisú, nagy energiájú hajtóanyagból" áll, amelyet hőálló bevonat fog körül. Ilyenformán a hajtótöltet csak belülről kifelé ég. A hajtótöltet préstestét hátulról szerelik a lövedékköpenybe, és zárótárcsával rögzítik. Gyújtására a szokásos pisztolytöltény-csappantyú szolgál; ezt a zárótárcsában helyezik el. A lövedékköpenybe peremezett zárótárcsán négy ferde fúvókát képeztek ki; ezeken áramlik ki a hajtógáz. A lövedéket hossztengely körüli forgása stabilizálja. A forgó mozgás oly módon jön létre, hogy a hajtótöltet gázai a ferdén kialakított fúvókákon távoznak. A gyártó vállalat közlése szerint a hajtótöltet égési ideje kb. 0,12 sec, a rakétalövedék pályamenti csúcssebessége 380 m/sec, ezt a csőtorkolattól mintegy 14 m-re éri el.



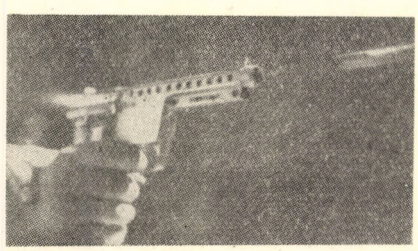
1. ábra. A Gyrojet-*pisztoly*

A *Gyrojet*-pisztoly egyszerű szerkezetű, könnyű marok-lőfegyver. A hagyományos pisztolyoktól eltérően itt gáznyomás nem



2. ábra. A rakétapisztoly működési elve. a) a kakas rálöki a lövedéket az ütőszegre, mely begyújtja a hajtótöltetet; b) a lövedék felgyorsulva félretolja a kakast

veszi igénybe a fegyver szerkezetét, amelynek rendeltetése csak a rakétalövedék hajtótöltetének begyújtására és mozgásának kezdeti irányítására szorítkozik. A pisztoly teljes hossza 176 mm, ebből a cső hossza 110 mm. A 0,4 kp súlyú fegyver alapanyaga alumínium-ötvözet, a sajtolt féldarabokat utólag erősítik össze. Az oldalirányban lyukakkal ellátott csőnek nincs huzagolása; ehelyett négy egyenes vezetősín van a csőfuratban.



3. ábra. A Gyrojet-*pisztoly tüzelés közben.*

A rakétalövedék nem a szokásos töltényhüvelyben fekszik, ennélfogva elmarad a lövés folyamatát befejező hüvelykivetés. A fegyverhez nincs szükség zárszerkezetre emiatt külölegesen egyszerű szerkezet alakítható ki. A gyújtószerkezetet a markolatrész előtt és az elsütőbillentyű felett helyezték el. Kialakítása hasonló a szokásos, kakasos elsütőszerkezetéhez. A különbség mindössze annyi, hogy a *Gyrojet* rendszerben a kakas nem az ütőszegre csap, hanem a rakétalövedék csúcsára és csappantyújával azt a merev ütőszegre löki rá. A merev ütőszegtől kapott ütés elindítja a csappantyú működését, a hajtótöltet begyújtását.

A hajtótöltet égési sebességének kívánt mértékét a kakas tömegének és az ütőrugó erejének célszerű megválasztásával érik el. Minél nagyobb a kakas tömege és a rugóerő, annál tovább marad a rakétalövedék a csőben. Növekszik a töltet égési sebessége, nő a lőporgázok nyomása az égési térben. Ez együttesen a lövedék sebességének növekedését eredményezi. A rakétalövedék a lőporgázoktól hajtva leküzdi a kakas ellenállását, kitolja maga elől a csőfuratból, és megfeszíti az ütőrugót a soron következő rakétaindításhoz. Eközben az adogatószerkezet rugója a markolatrészből feltolja a csőbe a következő rakétalövedéket. A *Gyrojet*-pisztolyhoz nem készítettek külön tárat a rakétalövedékek számára.

A kísérletekben a *Gyrojet*-fegyver akadálymentesen működött. A kis rakétalövedék indítását surrogáson kívül egyéb hangjelenség nem kíséri, és a pisztolyon lényeges hátralökés nem tapasztalható. A fegyver töltése egyszerű: csak az adogató kiálló nyúlványát kell lehúzni, és a markolat üregébe becsúsztatni a rakétalövedékeket.

Az ütőrugó keménysége és a kakast felhúzó bütyök kis mérete miatt az első rakétalövedék indításának előkészítése eléggé nehézkes. A balesetek elkerülésére ugyanis a pisztolyt felengedett kakassal és biztosított helyzetben tárolják. A felhúzó bütykön mintegy 3 kp-os erőt kell kifejteni.

A találati pontosság megítélésére három jó pisztolylövővel próbálták ki a *Gyrojet*et. A homokzsákokkal feltámasztott pisztolyból leadott, 10 lövéses szóráskép 40 cm-es körben helyezkedett el a 25 m távolságra felállított céltáblán. A feltámasztás nélkül leadott lövések szórása természetesen még ennél is nagyobb volt. A szóráskép nagysága a kezdetleges irányzékra, a fegyver nehéz felhúzására, a lövedék csőben tartózkodásának viszonylag hosszú idejére és néha előforduló szabálytalan repülésére vezethető vissza.

A *Gyrojet* és a 0,45 hüvelykes *M1911 ACP*-lövedék ballisztikai jellemzőit a táblázat tünteti fel.

A *Gyrojet*-lövedék a pisztoly torkolatánál még viszonylag kis sebességű, emiatt kevésbé hatásos. Csúcssebességét nagyjából 15 m távolságban éri el.

Fegyvertípus	Lövedéksúly p	Sebesség			Energia		
		torkolati	45 m	90 m	torkolati	45 m	90 m
		távolságban m/sec			távolságban mkp		
Gyrojet	12,1	380	350	300	90	75	52
0,45 hüvelykes *ACP*	14,3	260	250	220	52	46	40

A két típusú lövedékkel összehasonlító vizsgálatokat végeztek, és 10 cm élhosszúságú agyagkockákra lőttek. A tapasztalatok szerint a *Gyrojet*-lövedék állékonyabbnak mutatkozott a hagyományos pisztolylövedéknél, tovább megtartotta mozgásirányát.

Összegezésként megállapítható, hogy a *Gyrojet*-típusú fegyverrendszer még további tökéletesítésre szorul, de eddigi eredményei bíztatóak. Igazolják azt az egyre szélesebb körben tért hódító elvet, hogy a hagyományos fegyverzet további korszerűsítésének célravezető útja az aktív-reaktív hajtás alkalmazása.

(A külföldi sajtó adatai alapján összeállította
Lőrincz István mk-őrgy.)

könyvszemle

Újdonságok a haditechnikában

(Zrínyi Katonai Kiadó, 1967. 358. old., 157 ábra)

A haditechnika fejlődése — történelmi mértékkel mérve — evolúciós folyamat, de találunk benne olyan időszakokat is, amikor a változás ugrásszerű, forradalmi. Ilyen volt a lőpor megismerése, ilyen az atomenergiának a hadviselés szolgálatába állítása is.

A rakéta-atomfegyverek megjelenése, elterjedésük a fegyveres küzdelemben, pusztító hatásuk, a megnövekedett szerepű váratlansági tényező, a hadműveletek feszítettsége és rendkívül gyors üteme a haditechnika szerepét, fontosságát új megvilágításban állítja elénk. A nagyközönség nap mint nap lát, hall és olvas új haditechnikai eszközökről, a laserpuskától az infravörös műszereken keresztül a felderítő műholdakig.

Az *Újdonságok a haditechnikában —1967* című munka egyetlen kötetben fogja össze mindazt, ami a haditechnika fontosabb ágaiban ma újszerűnek nevezhető.

A húsz önálló tanulmány szerzői valamennyien ismert szakemberek, és kollektív munkájuk a tanulmánygyűjtemény egységes, tudományos-ismeretterjesztő szintjének is biztosítéka. Nézzük meg röviden az egyes témákat.

Az ember és a gép viszonyának kérdése a fegyveres küzdelem egyik alapvető problémája. Általánosan ismertek a nyugati technokraták — a „gombnyomásos háború" híveinek — nézetei, akik a háborúban az embert (az általuk félrevezetett embereket) gépekkel szeretnék helyettesíteni. Hogyan áll ez a kérdés napjainkban?

A háború gépi korszakának új fejezetében egyre több, egyre bonyolultabb technikai eszközök kerülnek a hadseregek felszerelésébe. A technika pedig ember nélkül holt eszköz, a modern háború tehát sok, technikailag kiválóan képzett katonát igényel.

Felvetődhetik az a kérdés is: mi a hagyományos fegyverek szerepe, jelentősége a rakéta-atomháborúban? Egyszerű a válasz: a hadviselésben bekövetkezett döntő változás ellenére a lövész- és a tüzérfegyverek a harc eredményességének nélkülözhetetlen eszközei.

A korszerű lövészfegyverekhez kapcsolódó alapvető feladat az önműködő, nagy tűzerejű, kis súlyú fegyvertípusok és fegyvercsaládok kialakítása. A tüzérség fejlesztését meghatározó tényezők, a tűzerő és a lőtávolság növelésén kívül a mozgékonyság, a terepjáró- és úszóképesség, a sugárvédettség, a légi szállíthatóság és a műszerezettség fokozása.

A mai páncélozott szállítójárművek alapvető követelményei a mozgékonyság, a szállított kötelék védettsége és a járműről vívott harc feltételeinek megteremtése. Itt is a *családelv* érvényesül, tehát olyan alaptípus kifejlesztése, amely 10—12 különböző harcjármű kialakítását teszi lehetővé.

A kisrakéták a szárazföldi csapatok harcának újszerű fegyverei. Nemcsak a páncélelhárításban, hanem az élőerők, valamint erődök leküzdésekor, bázisok, repülőterek ellen végrehajtott rajtaütésekben is jól beválnak.

A második világháborúban a harckocsik a fegyveres küzdelmet eldöntő haditechnikai eszközök élvonalába kerültek. Az atomfegyverek megjelenése a harckocsik szerepét, lehetőségeit időlegesen vitatottá tette. Rohamos fejlődésük azonban később minden kételyt eloszlatott, és a katonai szakemberek jelenleg világszerte egyetértenek abban, hogy a harckocsikat tűzerejük, mozgékonyságuk és védettségük a haditechnika legkorszerűbb eszközeivé avatja. Fejlesztésük irányát is ez a három tényező szabja meg.

A harcok, a hadműveletek műszaki feladatainak mennyisége nagymértékben megnőtt, a végrehajtásukra rendelkezésre álló idő azonban ugyanakkor csökkent. A két ellentmondó tendenciát a műszaki csapatok technikája oldja fel. A feladatokból könyvünkben az akadályok, az aknazárak létesítésének és elhárításának, továbbá a műszaki munkák komplex gépesítésének haditechnikai vonatkozásait emeljük ki.

A jövő háborújában a légtér uralmáért vívott küzdelem jelentősége általánosan ismert tény. Ebben a küzdelemben a rakéták mellett a hagyományos légierőnek is számottevő a szerepe. Ezért mindenütt arra törekszenek, hogy egyre jobb harcászati-műszaki jellemzőjű repülőgépeket alakítsanak ki. Ezek a jellemzők egyben a fejlődés iránymutatói: a repülési sebesség és magasság, a hatótávolság és a hasznos teherbírás.

A katonai híradás időszerű kérdései, a lokátorok fokozódó jelentősége, a gerjesztett sugárzás eszközeinek, a lasereknek és a masereknek katonai felhasználása, a mesterséges égitestek szerepe az űrhadviselésben, a legújabb mérgező anyagok, az idegmérgek, a pszichotoxikus anyagok, a vezetés gépesítése azok a fontosabb témák, amelyek a könyv fejezeteiben kidomborítják a haditechnika fejlettségét, s ugyanakkor a tanulmányok szerzői a jövő perspektíváit sem tévesztik szem elől.

Sz. S.

haditechnikai tájékoztató

Vietnami képek

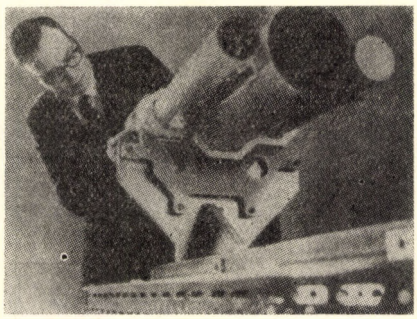
A két kép közül az egyik a DNFF harcosainak táborában készült, s fiatal önkéntesek lőkiképzését ábrázolja. A másikon is fiatal férfiak, amerikai zsoldosok szerepelnek, amint végső útjukra indulnak:

holtan fekszenek egy szállítójárművön. Szárazföldön, vízen és levegőben egyaránt a legkorszerűbb fegyverzetet vetik be az Egyesült Államok katonai vezetői a vérző Vietnamban. Úgy tűnik, hogy a küzdelem egy korszerű haderő és egy lelkes szabadságharcos hadsereg között — egyenlőtlen. Az amerikaiaknak mégsem sikerül kicsikarniuk a döntést. Hiába a legújabb fegyverek: költséges próbaháború ez! A fegyverzetet ugyan „fogyóeszköznek" tekintik az amerikaiak, véleményük szerint az anyagi veszteségek valósággal serkentik az ipari termelést. A Pentagont az oktalanul elpazarolt fiatal életek sem nyugtalanítják.

Lassan azonban rá kell döbbenniük, hogy a morális költségeket sem hagyhatják figyelmen kívül. A veszteségek mindhárom fajtája hiábavaló. Az egyes szabadságharcosokat megölhetik — azok halandók, a szabadságáért küzdő vietnami nép azonban hősiesen hárítja el az agressziót.

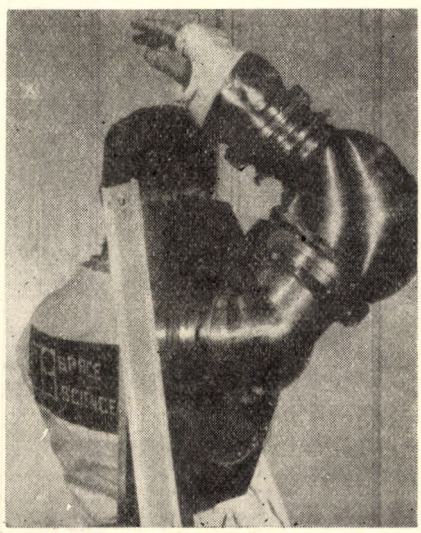
Elektromos letapogatású laseres műszer

A General Telephone kutatólaboratóriumában elektromos letapogatású laseres követőberendezést fejlesztettek ki, amely az eddigi vizsgálatok során mind a lokátoros, mind a mechanikus letapogatású laseres követőberendezéseknél lényegesen jobbnak bizonyult. A lokátornyőn ugyanis gyakran okoznak zavaró túlzsúfoltságot a céltárgy környezetében levő rakétarészek, szerkezeti elemek. Mindez a pontos célkövetést megnehezíti. A mechanikus letapogatású laseres berendezések viszont a nagy sebességgel mozgó elvesztett céltárgyak újbóli gyors befogására nem alkalmasak. Az új készüléken az áramkörökben rögzített letapogatási mód szerinti lasersugár-eltérítést optikai eltérítő rendszer vezérli. A műszer tehát alkalmas arra, hogy pl. egy felhő mögött eltűnt céltárgyat rövid időn belül újból befogjon és kövessen. A fejlesztés jelenlegi stádiumában a műszer nagy sebességgel mozgó tárgyak pillanatnyi helyét 12 km távolságon 30 cm-es pontossággal határozza meg. A műszer baloldali csöve az optikai eltérítő egység, középen látható a követő távcső, végül jobb oldalon a vevőegység helyezkedik el.



Kísérletek új védőöltözettel

Az amerikai Litton-cég olyan védőöltözettel folytat kísérleteket, amelyet mélytengeri búvárok és űrhajósok egyaránt használhatnak. Az első pillantásra nehézkesnek tűnő védőöltözet 90°-os mozgási lehetőséget biztosít a váll, 110°-osat a könyök számára. A védőruhát víz alatti munkálatokban és magaslégköri repüléskor is kipróbálják. Mélytengeri leszálláskor 6 órán keresztül 200 méteres mélységben végzett kutatásra alkalmas. Ugyanilyen időtartamú manőverezést tesz lehetővé az űrséta során. A fényszóróval és akusztikus hírközlő készülékkel ellátott öltözékbe különleges berendezés juttat levegőt.



„Szimatoló" készülék

A vietnami szabadságharcosok rajtaütésszerű támadásaival szemben az amerikai hadvezetés tehetetlen. Különös gondot okoznak a váratlan éjszakai támadások. Ezek elhárítása késztette a General Electric kutatóit egy jelenleg még bizalmasan kezelt „szimatoló" készülék kidolgozására. Az első ilyen kísérleti berendezés még túlságosan súlyos volt, a műszer tranzisztorizálásával azonban súlyát sikerült 14 kp-ra csökkenteni, s így háton hordozhatóvá tenni. A nyilvánosságra került adatok szerint a készülék működési elve nagy vonalakban a következő: az áramellátást 12 V feszültségű telep szolgáltatja. A kémiai érzékelő az élen haladó katona fegyveréhez van erősítve. Egy szivattyúval beszívják a környező levegőt, amely különféle szűrőrendszerekbe kerül. Az emberi testszagot a berendezés skálán leolvasható módon tünteti fel. A közelben tartózkodó személyek testkigőzölgését 30—100 m távolságból jelzi a műszer. A személydetektornak nevezett berendezés akusztikai jelzést is adhat. Szakértői értékelés szerint egyelőre még nem lehet a készülék jelzése alapján következtetni a közelben tartózkodó személyek számára, problematikus továbbá, hogyan értékelhető a testkigőzölgés koncentrációtól függő erősségi foka, végül az a kérdés is nyitott, vajon zavart okozhat-e az őserdő állatvilágának szaga.

Svájci közepes harckocsi

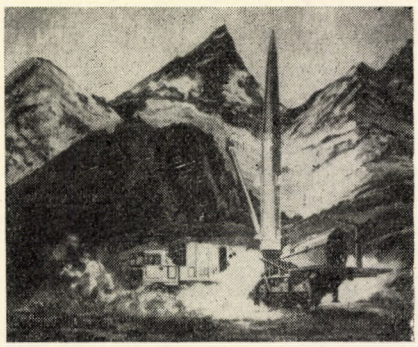
Tizenhat évvel ezelőtt, 1951-ben láttak hozzá a svájci szakértők egy közepes harckocsi terveinek elkészítéséhez. A thuni fegyvergyárban 1966 utolsó hónapjaiban elkészült a megrendelt 150 harckocsi. A *61*-es típusjelzésű harckocsi fejlesztésekor három szempont vezette a svájciakat: jó tűzerejű löveg, a különleges svájci terepviszonyoknak megfelelő menettulajdonságok, végül olyan harckocsi, amelynek valamennyi alkatrésze országon belül gyártható. Az alacsonyépítésű harckocsi fegyverzete: egy db 10,5 cm-es űrméretű löveg, különféle lőszerfajták, többek között űrméret alatti gránátok kilövéséhez, egy, a löveggel párhuzamosított 20 mm-es gépágyú, egy géppuska és hat ködvetőcső. A jármű súlya harckész állapotban 37 Mp, legnagyobb sebessége 50 km/h, hatótávolsága 300 km.

Kísérleti terepjáró

Twister (forgószél) a neve ennek a nyolc kerekű amerikai kísérleti járműnek. Erősen szegdelt terepen is gyorsabban halad a hagyományos járműveknél, tervezői szerint pedig alkalmas arra, hogy elárasztott rizsföldeken, laza homokos talajon és havon is leküzdje az akadályokat. A rizsföldek említése arra vall, hogy az amerikai hadvezetés a vietnami hadműveletekben szándékozik felhasználni ezt a járművet.

A Pershing szállítójárműve

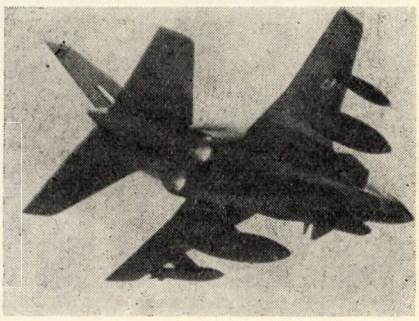
A Martin-gyár által sorozatban gyártott, jól ismert *Pershing* rakétához — amely a Bundeswehrnek is rendszeresített fegyverzete — az *XM474* lánctalpas szállítójármű helyett tökéletesített szállító-szerelő-indító járművet szerkesztettek. Ez már nem lánctalpas, és bár azonos terepjáróképességű, mégis az *XM474*-nél jóval

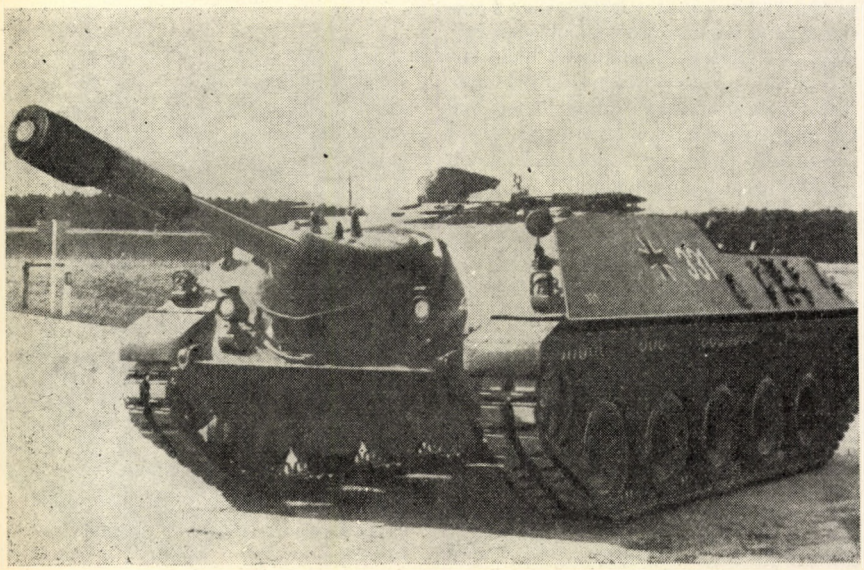


könnyebb. A tervezők a könnyen bemérhető és leküzdhető tüzelőállás mellőzésére törekedtek. A harcászati rakétalövedék atomrobbanófejű változatban is készül.

Jaguar vadászbombázó

1968-ra tervezik az angol-francia közös tervezésű *Jaguar* vadászbombázó próbarepülését, 1970-re pedig rendszeresítik a két ország légihaderejében. Hangsebesség feletti, mozgékony repülőgép lesz, amely füves repülőtereken is fel- és leszállhat. Hatótávolsága a hagyományos vadászgépekét lényegesen felülmúlja. Nagyobb bombaterhet vihet magával, mint az eddigi vadászbombázók, és felderítési feladatokra is megfelel. A francia Breguet és az angol British Aircraft Corporation még 1964-ben kötött szerződést a közös fejlesztési munkákra. Közösen dolgozik a gép hajtóművén a brit Rolls-Royce és a francia Turboméca társaság.

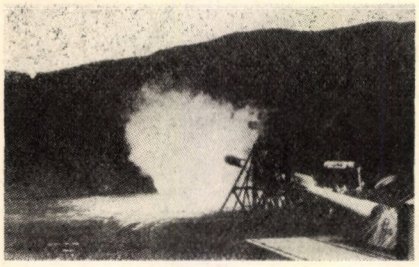




Nyugatnémet rohamlöveg

700 darab rohamlöveget rendelt a Bundeswehr. A harcjármű sorozatgyártása 1966 óta folyik a Rheinstahl-Hanomag vállalat hannover-lindeni telepén. A 90 mm-es löveggel felszerelt páncélozott jármű mintapéldánya még 1960-ban készült el, csapatpróbáját 1962-ben hajtották végre, majd 1963-ban rendszeresítették. Az 500 LE teljesítményű, mindenevő motorral ellátott 23 Mp súlyú rohamlöveg óránként 63 km-rel halad. A tervezett mennyiség elkészítése után kezdik meg a francia *SS—11* típusú páncélelhárító rakétalövedékkel felszerelt rohamrakétavető sorozatgyártását. Ez a rohamlöveghez hasonlóan közeli rokonságban van a *HS—30* típusú lánctalpas páncélozott szállítójárművel.

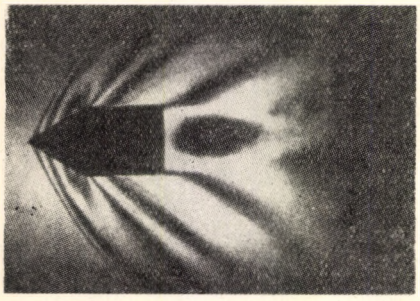
Torlósugárhajtóműves lövedék



A kanadai McGill Egyetem (Montreal) ebben az évben kezdte meg kísérleteit torlósugárhajtóműves, folyékony hajtóanyagú lövedékkel, amelyet 40 cm űrméretű lövegből lőnek ki. A *Martlet/Scramjet* elnevezésű lövedék égésvégi sebessége 4,8 M, hozzávetőlegesen tehát 1620 m/sec. Hajtóanyaga 10 kp-nál valamivel súlyosabb, folyékony trietil-alumínium. A hajtómű átlagos tolóereje 3,5 Mp. A szakértők szerint a lövedék sebessége lényegesen fokozható, s megközelítheti a 6 M-ot.

Érdekes pillanatfelvétel

Ezt a fényképfelvételt egy 0,22 hüvelykes űrméretű kúpos alakú lövedék holografikus interferogramjáról készítették. A lövedék a hangsebesség két és félszeresével repült egy argon-gázzal telített megfigyelő fülkében. A TRW Systems kaliforniai laboratóriumában első ízben kombinálták az interferometria és a laserholográfia módszereit gyorsfelvételek készítésére.



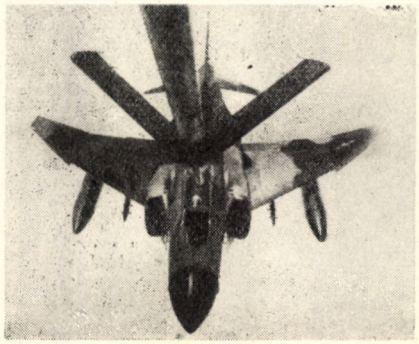
Új japán gyalogsági fegyverek

A háború után újjászervezett japán hadsereg fegyverzete sokáig elavult volt, és még ennek az évtizednek az elején is az I. világháború idejében készült amerikai puskákkal és géppuskákkal folyt a lövészkiképzés. Képeinken az újonnan kifejlesztett japán gyalogsági fegyverek két típusa látható. Iwasita tábornok, a második világháború gyalogsági fegyvereinek egyik főtervezője az *M—64*-es típusjelzésű automata puskát tartja kezében. Az 5 kp súlyú fegyver tűzgyorsasága 500 lövés percenként; 20 lövést 2,4 másodperc alatt tüzel. A másik képen egy 7,62 mm-es űrméretű géppuska látható. A gázdugattyús fegyver típusjelzése *M—62*, lőszere azonos a NATO-tagállamok fegyvereihez rendszeresített lőszerrel. Tűzgyorsasága nem nagyobb percenként 600 lövésnél, kezelése

azonban egyszerűbb mint a brit és más nyugati országok hadseregében rendszeresített géppuskáké. Mindkét fegyver tömeggyártása nagy lendülettel folyik. Amerikai katonai szakértők szerint a japán gyalogsági fegyverek tűzgyorsaság tekintetében — az automata puskát kivéve — elmaradnak ugyan a NATO hadseregek fegyvereinek teljesítménye mögött, könnyű kezelhetőségük azonban lényeges előny a lövészkiképzésében.

Üzemanyagfelvétel a levegőben

A Német Szövetségi Köztársaság légterében *Creek Party* fedőnéven nagyszabású légi hadgyakorlatot tartottak az Egyesült Államok Európában állomásozó egységei. A kötelékek huzamosabb ideig tartózkodtak a levegőben, és gyakorolták a repülés közbeni üzemanyagfelvételt. Így vett fel üzemanyagot az amerikaiak *F—4 Phantom II* harcigépe a Boeing *KC—97* „repülő üzemanyagtartályból".

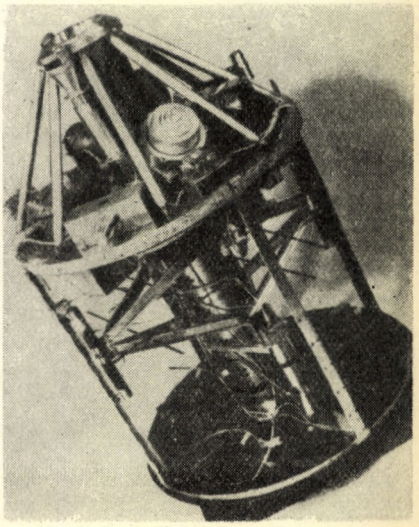


Amerikai konvertiplán Európában

Első ízben mutatták be Európában az Egyesült Államok kísérleti stádiumban levő *LTV XC—142A* típusjelzésű konvertiplánját. A kísérleti repülőgép az időjárási viszonyoktól függetlenül alkalmas csapatszállításra. Használható felszerelések szállítására repülőgépanyahajó fedélzetéről a szárazföldre vagy viszont, továbbá olyan terepen, ahol a hagyományos szállítógépek a kedvezőtlen talaj miatt nem használhatók. A négy légcsavaros-gázturbinás hajtóművel ellátott, függőlegesen fel- és leszálló szállítógép hasznos terhelése 3450 kp, sebessége 460 km/h.

Nyugatnémet mesterséges hold

A nyugatnémet szakértők évek óta fáradoznak *Azur (625A1)* elnevezésű műholdjuk elkészítésén. A 90 kp súlyú mesterséges holdat 1969 utolsó hónapjaiban *Scout* hordozórakétával próbálják majd pályára juttatni. Az *Azur* poláris pályán haladna, 300—2800 km-es magasságban. A kísérletekben a legfontosabb problémát a hőszigetelés okozta. Előzetes számítások alapján a műhold felszínén 5300 napelemet helyeztek el, amelyek a —30 C° és +90 C° közötti hőmérsékleti tartományban működőképesek. A kísérletek tudományos célja, hogy a protonáramlást különféle energiatartományokban mérjék. Az *Azur*-kísérletekbe egyébként hat nyugatnémet nagy vállalat kapcsolódott be, köztük a Junkers és a Bölkow konszernek is.



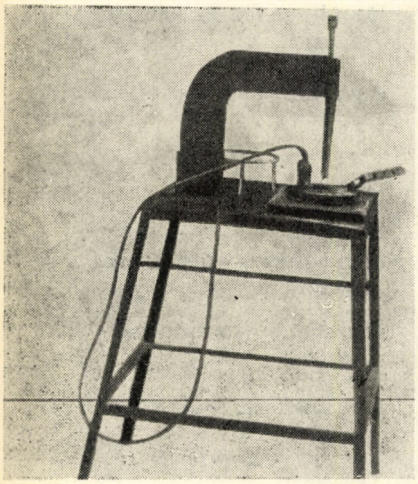
újítási szemle

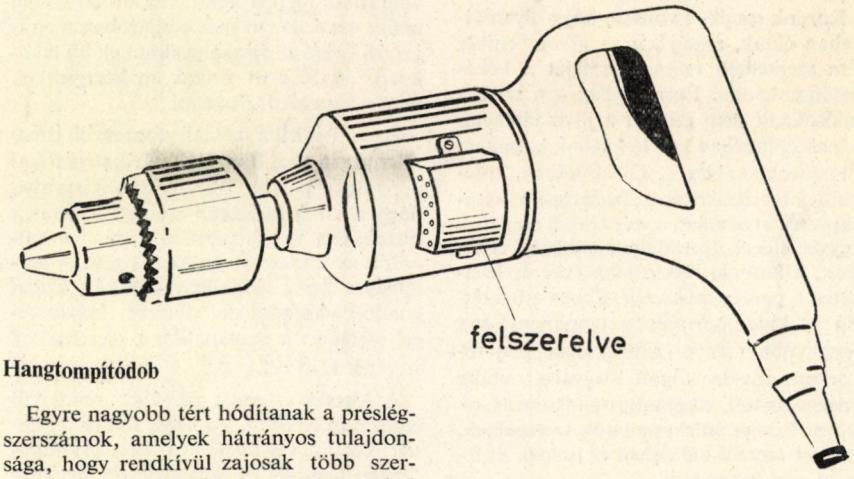
Elektromos gumivulkanizáló készülék

A gépjárművek gumitömlőinek javítására szolgáló igen alkalmas vulkanizáló berendezést mutat be képünk. A gumivulkanizáló készülék lényegében egy szorítóberendezéssel ellátott asztalból (állványból) és egy villamos melegítőből: főzőlapból vagy vasalóból áll. Kisebb szakadások javítására a köralakú, nagyobb szakadásokra a téglalap alakú melegítő a legjobb. Megfelelő méret kialakításával azonban bármilyen formájú melegítő megfelel.

Egy gumitömlő vulkanizálása, a javítandó sérülés nagyságától függően legfeljebb 25 percig tart. A készülékkel 30 cm-es szakadások is javíthatók.

A melegítőt szabványos védőföldeléssel szerelik fel, emellett a vulkanizálás előtt a már felhevült készüléket árammentesítik. A készülék hőkapacitása ugyanis elég nagy ahhoz, hogy a vulkanizálás kikapcsolt állapotban is elvégezhető legyen. Kezelése nem igényel különösebb szakképzettséget, s a készülék naponként 20—30 tömlő javítását teszi lehetővé.



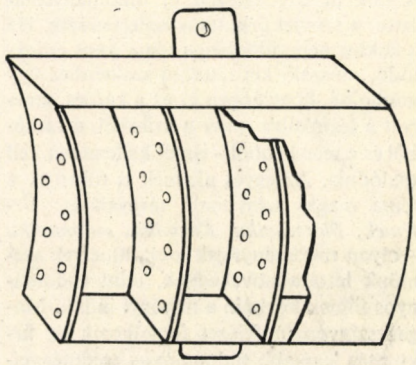


Hangtompítódob

Egyre nagyobb tért hódítanak a préslégszerszámok, amelyek hátrányos tulajdonsága, hogy rendkívül zajosak több szerszám vagy munkaeszköz egyszerre történő üzemeltetésekor. Ezért sürgetően vetődik fel a zajártalom elleni védelem problémája. Az újító egy préslég-fúrógépre szerelhető hangtompítódobot szerkesztett.

A hangtompító szerkezete egyszerű. A dob 1 mm-es vaslemezből készül. Belsejébe ugyanilyen vastag lyukasztott lamellákat hegesztenek. A fúrótestre a dobot két csavarral erősítik fel, és a jó illeszkedés céljából gumialátéttel látják el.

A hangtompító nem rontja a szerszám működését, az éles, süvítő hangot viszont a minimálisra csökkenti. Az eszköz más szerszámokra is felszerelhető, mindössze az illeszkedő felületet kell az adott szerszámnak megfelelően kialakítani. Egyszerűségénél fogva bármely csapatműhely hulladékanyagból viszonylag rövid idő alatt elkészítheti.



hangtompító dob szerkezete

könyvszemle

Az atomvárosoktól a csillagvárosokig – Szovjet tudományos, technikai újdonságok (Összeállította: Simonffy Géza)

(Kossuth Könyvkiadó, 1967, 192 old. 71 kép)

Tizenhat tanulmány a szovjet tudomány és technika területéről – mit mond, mit mondhat az egyetlen mondatba sűrített tartalmi ismertetés az olvasónak az alig feltérképezhető hatalmas témakörről? Bizonyára nagyon keveset: az olvasó úgy vélheti, hogy a szovjet tudományos eredményekről nap nap után olvashat a napilapok, az ismeretterjesztő folyóiratok hasábjain, tehát kevés újat találhat ebben a tanulmánygyűjteményben.

Az olvasó ítélete azonban elhamarkodott lenne. Elhamarkodott, mert már a bevezető tanulmány bebizonyítja, hogy lehet szellemesen, újszerűen, gördülékenyen ismertetni azt az utópisztikus jellegű fejlődést, amely korunk Nova Atlantisának, a Szovjetuniónak tudományos és technikai fellendülését jellemzi.

A második fejezet máris a téma központjába vezet, a dubnai Atomkutató Intézetbe, a tudománynak ebbe a modern fellegvárába. A fejezetcímek ezután is jól jellemzik az érdekes tartalmat: *Kozmikus hideg a földön, Ötmillió atmoszféra, Egy új tudományág: a sugárkémia, Szintetikus élelmiszerek.* A jövőben járunk – s mégis két lábbal állunk a földön, mert mindez nem utópia, hanem egyre változó, formálódó valóság.

Aki azt gondolná, hogy éppen eleget olvasott már a szovjet atomtechnikai kutatásokról vagy a vízerőművek jelentőségéről, bátran haladjon tovább, üsse fel a következő fejezeteket: tömör, szinte lexikálisan sűrített, ugyanakkor mégis újszerű és sohasem fárasztó ismertetést olvashat a XX. század energiaforrásairól. A napenergia hasznosítását célzó kísérletek témája is ismerősen hangzik, *A munkára fogott napsugár* című fejezet mégis tud újat, izgatót mondani.

A modern közlekedés problémái következnek: a kommunizmust építő birodalom szakértői forradalmasították a tengerhajózást az északi-tengeri vizeken, majd a legegő birodalma kerül sorra; máris lenyűvöznek az Aeroflot munkáját illusztráló számadatok és érdekességek.

Korunk tragikus vonása, hogy olyan világban élünk, amelyben az alkotó ember nem szentelheti teljes energiáját a békés építőmunkának. Forr a világ – a szovjet tudósoknak nem csupán a jövő társadalmának építésében kell helytállniuk, hanem a haditechnikában is. Gördülékeny, érdekes fejezet ismerteti a hadászati rakétafegyverek arzenálját, a szárazföldi csapatok fegyverzetének forradalmi, minőségi fejlődését, a katonai elektronika éber és félelmetesen pontos műszereit. Ebben a fejezetben is kidomborodik a tanulmánykötet legnagyobb erénye: a szükségképpen tömörített, rövidre fogott tárgyalás mindig érdekes marad, elkoptatott általánosítások helyett friss és érdekes adatok szerepelnek. A kötet szerzői dióhéjban is tudnak érdekesen írni és tanítani.

Miután egy fejezetben az elektronikus számítógépek jelenlegi eredményeivel ismerkedünk, zökkenőmentesen és logikusan térünk át egy egészen új tudományterületre: a szovjet űrkutatás ismertetésére. Ha a laikus, nemkülönben a téma iránt érdeklődő, műszaki képzettségű szakember úgy gondolná, hogy éppen ez az a kérdés, amelyet a leginkább ismer a sajtóból, a rádióból és a televízióból – ismét kellemesen kell csalódnia. Az egyes alcímek is tükrözik a téma magas színvonalú tárgyalását: *Űrfémek, Biotechnika, Kozmikus automatika* – olyan tudományágak ezek, amelyek szemünk láttára növekednek, mint tudományos filmek kockáin a növényi indák. Magas színvonalú fejezet foglalkozik az űrkutatás legújabb tudományos eredményeivel, amelyek forradalmat jelentenek a meteorológiában, az ionoszféra kutatásában s a geofizikában.

S végül a méltó befejezés, a valóban jövőt idéző *Csillagközi párbeszéd* – van-e remény arra, hogy kapcsolatot teremtsen az emberiség a távoli csillagvárosok feltételezett értelmes lényeivel. Olvashatunk a kibernetikai civilizációkra és szupercivilizációkra vonatkozó feltételezésekről, megragadja fantáziánkat a kapcsolat megteremtésének félelmes, talán kockázatos, mégis vonzó perspektívája. Ez a fejezet méltó módon zárja le a szovjet tudomány jelenkori, mégis a jövőbe mutató körképét. Itt kapcsolódnak a földi tudomány eredményei a *„lingua cosmica"*, a kozmikus nyelv kérdéséhez, amely összekötő láncszem lehet a XX. század és a távoli csillagvárosokban keresett XXX. század kultúrái között.

A gazdagon illusztrált, szép tipográfiájú kötet legnagyobb erénye az, hogy a szovjet tudományt nem közhelyek felsorolásával népszerűsíti, tudományos színvonala és stílusa egyenletes, ugyanakkor pedig megoldotta a legnehezebb feladatot is: színvonalasan oktat s ugyanakkor közérthető.

P. E.

Jay Orear: Modern fizika

(Műszaki Könyvkiadó, 1966. 375 old.)

A könyv a maga nemében rendhagyó: a fizikát nem a történeti fejlődés, hanem egy szigorúbb logikai rend szerint tárgyalja, amint ezt a szerző már elöljáróban meg is jegyzi. Ezért az olvasó gyakran előbb találkozik 30–50 éves fizikai eredményekkel, mint a klasszikus fizikával.

A mű felöleli a fizika legfontosabb ismeretanyagát, s ezt bonyolultabb matematikai apparátus nélkül, oly módon tárgyalja, hogy a középiskolában szerzett ismeretek birtokában is számszerűen érthetővé válnak a nevezetes törvényszerűségek. A számolás a fizika belső lényegének, a fizikai gondolkodásmódnak előtérbe helyezésével történik; a matematika a segédeszköz szerepét tölti be.

A kísérlet a maga nemében rendkívül érdekes és hasznos, s a fizika fontos fejezeteit, közöttük a relativitás- és a kvantumelmélet lényegét és mibenlétét is élvezetes formában mutatja be. Természetesen a könyv mondanivalójának megértése nem engedi meg a regényszerű olvasást, hanem figyelmesebb tanulmányozást igényel.

A könyvnek, mint minden úttörő próbálkozásnak természetesen vannak fogyatékosságai is. Ezek azonban eltörpülnek a könyv erényei mellett. A fizika iránt érdeklődő olvasó számára ezek a hiányok általában fel sem tűnnek.

Bosszantóbb, hogy sajtóhibák, nem kellően gondos szerkesztés vagy más, elkerülhető okok miatt olyan elírások és következetlenségek fordulnak elő, amelyek megrendíthetik a figyelmes olvasó bizalmát az egyébként értékes munka iránt. Ilyen hanyag címválasztás például a 48. oldalon „A Föld mesterséges bolygói". Tudvalevően a bolygók a Nap körül keringenek, a bolygóknak, köztük a Földnek viszont *holdjai* vagy mellékbolygói vannak!

A 72. oldalon, a gravitációról szóló fejezetben „gravitációs" tömegről olvashatunk. A fizikában a megszokott kifejezés ez esetben súlyos, nehézkedő vagy *gravitáló* (és nem gravitációs!) tömeg. A 75. oldalon levő kép aláírása azt állítja, hogy a bemutatott személy a súlytalanság állapotában dolgozik; ez az állítás eltér a valóságtól, hiszen a Föld felszínén és annak közelében – amint azt a könyv más helyén a szerző helyesen megjegyzi is – nem lehet tartós súlytalanságot előidézni.

Mindössze arról van szó, hogy a képen látható személy – *súlypontjában felfüggesztve*, a súlytalansághoz *hasonló* körülmények között dolgozik. Ez a hasonlatosság azonban igen durva, s bizonyos mértékig helytállónak csak mechanikai következményeiben nevezhető, biológiai kihatásaiban ahhoz semmi köze sincs.

A kiragadott néhány hibától eltekintve a könyvből a fizika iránt érdeklődő olvasó hasznosan bővítheti ismereteit.

S. J.

TARTALOMJEGYZÉK

Az emberi haladás ünnepén 121

G. I. Petrov akadémikus: Az ember és a világűr 123

Szentesi György mk-szds.: A hangrobbanás okai és hatásai 128

Török Gábor mk-szds.: Kútfúrás vagy víztisztítás? 133

Csanády Sándor mk-szds. — *Tőkés Szabolcs* okl. fizikus: A laseres fénytávmérők 135

Mohr Endre: Beszédkompresszió — vocoderek 138

Húsz éves a Haditechnikai Intézet 141

A szovjet tudomány és technika ötven éve 142

KIS ENCIKLOPÉDIA 143

ÚJ TUDOMÁNY — ÚJ TECHNIKA 144

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

Fejre erősíthető tv-berendezés 145

A szovjet légierők újabb gépeiből 146

Milyennek látják nyugati szakértők az 1975—80-as évek harckocsiját? 148

Hálótervezés és gépkocsijavítás 151

Felfújható csarnokok katonai célokra 152

Újabb amerikai irányított lövedékek 153

A Gyrojet rakétapisztoly 154

KÖNYVSZEMLE 155, 159

HADITECHNIKAI TÁJÉKOZTATÓ 156

ÚJÍTÁSI SZEMLE 159

Ára: 6,— Ft
Évi előfizetés: 24,— Ft

A Zrínyi Katonai Kiadó újdonságaiból

DR. HORVÁTH ÁRPÁD

A gépkocsi regénye

A gépkocsi színesen megírt históriája ez a könyv, amely részletesen tárgyalja a gépkocsitechnika történelmi fejlődését, bemutatja az egyes típusok kialakulását. Ismerteti a katonai gépkocsik fejlődését az első megjelenéstől a mai típusokig. Tüzérségi vontatók, szállítógépkocsik, kétéltűek, páncélgépkocsik és a korszerű hadsereg számos speciális gépjárműve szerepel a fényképekkel gazdagon illusztrált könyv lapjain.

Kötve kb. 380 oldal, ára kb. 30,— Ft

KOREYWO

Szerencsés utazást!

A neves lengyel szerző könyve az űrrepülés eddig kevéssé ismert területeit, a biológiai, fiziológiai problémákat tárgyalja. Az űrhajósok előkészítésének izgalmas bemutatása után a könyv hősei, Janczar professzor és fia fantasztikus kalandokon esnek át. A regényes elemekkel átszőtt, gazdagon illusztrált ismeretterjesztő könyv hasznos és élvezetes olvasmány.

Kötve kb. 240 oldal, ára kb. 18,— Ft