haditechnikai szemle

A Magyar Néphadsereg műszaki tudományos és ismeretterjesztő folyóirata

1

HATODIK ÉVFOLYAM 1972 JANUÁR–MÁRCIUS

Sorozatvetők téli gyakorlaton

(APN fotó)

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, képek és rajzok 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
Pénzforgalmi jelzőszám: 215–96162
Példányonkénti árusítás
a Posta hírlapüzleteiben

Indexszám: 25381

2712/2–01 – Zrínyi Nyomda, Budapest
Felelős: Bolgár Imre igazgató

haditechnikai szemle

A Magyar
Néphadsereg
műszaki
tudományos
és ismeretterjesztő
folyóirata

HATODIK
ÉVFOLYAM
1972
TARTALOM-
JEGYZÉK

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, 1525, postafiók: 26.
Telefon: 164-691

Kéziratok, képek és rajzok megőrzésére
és visszaküldésére nem vállalkozunk

Kiadja
a Zrínyi Katonai Kiadó
Budapest, 1553, postafiók: 31.
Telefon: 409-550

Felelős kiadó
BEDŐ LÁSZLÓ ezredes

73.2712/2-05 – Zrínyi Nyomda, Budapest
Felelős vezető: Bolgár Imre vezérigazgató

Tartalomjegyzék

Ács Imre: A hidromechanikus sebességváltók kenéstechnikai kérdései 13

Dr. Aujeszky László: Az ejtőernyős akciók és a meteorológia 18

Dr. Aujeszky László: A meteorológiai hadviselés lehetőségei 87

Csontos Endre: Tehergépkocsik szervokormány berendezései 118

Egri Sándor: Az érintésvédelem néhány kérdése 77

Egy negyedszázad mezsgyéjén 117

Hatos Géza: Fűtőanyagcellák 129

Hatos Géza: Kevés karbantartást igénylő tehergépkocsi-szerkezetek 91

Hatos Géza: Újabb eredmények az alakítástechnikában 48

Dr. Kováts Zoltán–Nagy István János: Új rendszerű irányzék lövészfegyverekre 43

Leipniker Artúr: Az áthatoló neutronsugárzás detektálása 54

Lévay Gábor: Földgyaluk munkateljesítményének meghatározása 37

Lőrincz István: A lasertechnika katonai alkalmazásának jelene és jövője 7

Dr. Mueller Othmár: A fojtás szerepe a robbantási műveletekben 58

Dr. Mueller Othmár: Új irányok a robbanótöltetek méretezésében 5

Nemes Imre: Víziaknák felderítése és leküzdése 124

Reimann József: Matematikai módszerek alkalmazása a katonai elemző tevékenységben 1

Szentesi György: Hiperszonikus repülőeszközök hajtóművei 84

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

Életjelenségek távfelderítése 28

Földmunkák – atomrobbantással? 65

Harckocsi Wankel–Diesel-motorok 102

A környezetvédelem és a légi felderítés 148

A mozgékonyság és a műszaki csapatok technikai eszközei 144

Szovjet–amerikai közös űrrepülés a láthatáron 109

A szovjet tudományos kutatások komplex irányításának néhány kérdése 62

Szovjet úszó harckocsi 104

Szovjet űrszondák a bolygók légkörében 24

Termonukleáris szellem a mágneses palackban 151

A tudományos kutatás és fejlesztés visszaesése az Egyesült Államokban 26

Újabb fegyverrendszerek az Egyesült Államok bombázó repülőgépein 106

A GYAKORLATBÓL – A GYAKORLATNAK

Lőszerek korrózió elleni védelme 20

ÚJ TUDOMÁNY – ÚJ TECHNIKA

A Csepel D 566 terepjáró tehergépkocsi 134

Jugoszláv elektromechanikus automata távbeszélő központ 97

A tudomány jövő problémái 135

KIS ENCIKLOPÉDIA 22, 61, 101, 139

HADITECHNIKAI HÍRADÓ 31, 70, 110, 153

NÉPHADSEREGÜNK TECHNIKAI ÉLETÉBŐL 30

TESTVÉRLAPJAINKBÓL 36, 75, 116, 155

ÚJÍTÁSI SZEMLE 35, 73, 114, 156

EMLÉKEZZÜNK RÉGIEKRŐL 34, 74, 115

KÖNYVSZEMLE 29, 30, 34, 42, 60, 75, 138, 147, 150

haditechnikai szemle

DR. REIMANN JÓZSEF
a matematikai tudományok kandidátusa
egyetemi docens

Matematikai módszerek alkalmazása a katonai elemző tevékenységben

Manapság egyre általánosabb, hogy az egyes tudományok a kutatásban matematikai módszerekhez folyamodnak. A természettudományok után most már a társadalomtudományok területén is széleskörűvé vált és igen értékes eredményeket hozott a matematikai módszerek alkalmazása. Túlzás nélkül mondhatjuk, hogy mindinkább bevonul életünkbe, egyre nagyobb szerepet kap tevékenységünkben a matematika. Magától értetődő az a törekvés, hogy a tudomány eredményeit gyümölcsöztessék a termelésben, növelve ezáltal a munka termelékenységét, javítva a termelés színvonalát és gazdaságosságát. Hasonlóképpen természetes, hogy amikor elért eredményeink, szocialista vívmányaink, hazánk megvédéséről van szó, ugyancsak kutatni kell a tudományos eredmények és módszerek alkalmazását. Biztonságunk parancsolóan írja ezt elő.

A haditechnika gyors fejlődése, az új típusú fegyverek és harceszközök kialakítása a hadviselés elveit és módszereit gyökeresen átformálta. Megváltozott a hadseregek fegyverzete, szervezete, változások álltak be a fegyveres harc vezetésében, a csapatok irányításában. Óriási mértékben megnőtt a parancsnokok és a törzsek felelőssége a döntések meghozatalában, a harctevékenység megtervezésében és a csapatok feladatainak kitűzésében. A hibás döntések mindenkor felesleges veszteségekhez vezettek, a tömegpusztító fegyverek korában pedig jóvátehetetlen következményeket vonhatnak maguk után.

A katonai döntések megalapozása és a matematika

A múltban a döntés megalapozásához többnyire elegendő volt az egyszerű analízis, amely átlagnormákon, elemi méréseken és számításokon, a rendelkezésre álló adatok összehasonlításán és logikai következtetéseken alapult. Ha a parancsnok megfelelő mennyiségű helyes információ birtokában volt, akkor kellő tapasztalattal és logikai készséggel megítélhette a helyzetet és meghozhatta elhatározását. A parancsnok, valamint a törzsekben dolgozó tisztek tapasztaltsága, ítélőképessége és logikai készsége természetesen ma is nélkülözhetetlen a helyes döntés meghozatala szempontjából. Napjaink hadviselésében azonban tetemesen megnövekedett a feldolgozandó információk mennyisége; a hatalmas tömegű információ feldolgozása hagyományos, „kézműipari" munkamódszerekkel módfelett nehéz vagy éppenséggel lehetetlen.

Mindehhez járul, hogy a harctevékenység üteme meggyorsult, s ezáltal számottevően megrövidült a döntés meghozatalához és végrehajtásához rendelkezésre álló idő. A törzseknek tehát egyre rövidebb idő alatt egyre nagyobb tömegű információt kell feldolgozniuk és néhány markáns adatba tömöríteniük oly módon, hogy eközben lényeges információ ne vesszen el és a parancsnok számára a kapott adatok a döntést megalapozzák. Avégett, hogy a megváltozott helyzetben optimális döntéseket lehessen hozni, elengedhetetlenül szükség van a korszerű matematikai módszerek és a gyors működésű, nagyteljesítményű elektronikus számítástechnika alkalmazására.

A harctevékenység tervének kidolgozásakor, nemkülönben a műveletek folyamán a döntések meghozatalában azok a számítási feladatok foglalnak el fő helyet, amelyek az erők mennyiségi és minőségi viszonyainak elemzésére, s adott mennyiségű harceszköz alkalmazását tekintve az ellenségnek okozható veszteség prognózisára vonatkoznak. Ide sorolhatók az okozható veszteség eléréséhez szükséges harceszközök tevékenységét, valamint az optimális erő- és eszközelosztást meghatározó feladatok is.

A matematikai módszerek alkalmazásával kapható értékelés megkönnyíti a parancsnok dolgát, hogy idejekorán ésszerű és megalapozott döntést hozhasson a harctevékenység egészére és részletkérdéseire egyaránt. Mindenekelőtt ez katonai szempontból a matematikai módszerek alkalmazásának a jelentősége.

A katonai tevékenység egyik sajátossága, hogy a helyzet, amelyben dönteni és cselekedni kell, nagy számban tartalmaz előre nem látott, véletlen elemeket is. Ilyenek az ellenség szándékai, a harcoló felek által használt harceszközök hatásfoka, az időjárási körülmények és így tovább. A parancsnok döntésének összhangban kell lennie a kialakult helyzettel. Annál könnyebb megfelelő döntést hozni, minél kevésbé váratlan a kialakult helyzet a parancsnok és a törzs számára.

Érthető az a törekvés, hogy minél jobban feltárjuk

azokat a törvényszerűségeket, amelyek a különböző harctevékenységeket jellemzik. E törvényszerűségek alapos megismerésében nagy szerepe lehet a matematikai kutatásnak, különösen tág tere van a valószínűségszámításnak. A harctevékenység ugyanis nagy számban tartalmaz tömegjelenségeket. Ezzel a megállapítással nemcsak azt akarjuk mondani, hogy nagy tömegű élő erő és harceszköz vesz részt az ütközetben (ez is jellemző a jelenkori hadviselésre, hiszen már a második világháború végén egyes frontszakaszokon minden kilométerre több ezer harckocsi, löveg, repülőgép és sokezer ember jutott), hanem tömegjelenséget képviselnek a harccselekmények abban az értelemben is, hogy bizonyos tevékenységek nagyjából azonos körülmények között igen sokszor ismétlődnek. Ez különösen igaz a kisebb méretű harccselekményekre, ezért ezekre különösen jól alkalmazhatók valószínűségi meggondolások. Minél nagyobb szabású egy hadművelet, egészét tekintve annál egyedibb, tehát annál kevésbé fog egészében ismétlődni.

A kisebb méretű harccselekményekről gyakorlatokon, megfigyelés útján konkrét statisztikai adatok gyűjthetők, amelyek matematikai meggondolások alapjául szolgálnak. Ki kell emelnünk, hogy kellő számú és eléggé megbízható adat nélkül a legfejlettebb kutatási módszerek alkalmazása is teljesen hatástalan. Ezért nagyon fontos a gyakorlatok helyes megtervezése, hogy valóban a szükséges adatokhoz lehessen jutni. Nyilvánvaló, hogy az azonos típusú eseményekről minél több anyag összegyűjtése és feldolgozása sikerül, annál jobbak lesznek a számítási eredmények. Természetesen az adott feladattól függ, hogy milyen adatokat kell megfigyelni. Bizonyos esetekben már az egyszerű statisztikai elemzés célhoz vezet, máskor viszont bonyolultabb matematikai módszerekre van szükség.

Úgy véljük, hogy az elmondottak többé-kevésbé megvilágították a matematika katonai alkalmazásának jelentőségét és hasznosságát, a jelenkori hadviselésben nélkülözhetetlen voltát. A továbbiakban néhány példán bemutatjuk a matematikának azokat a területeit, amelyek a katonai alkalmazás szempontjából különösen érdekesek. Távolról sem törekszünk teljességre, itt csak mozaikok ismertetéséről lehet szó, és kizárólag olyan példákat említünk, amelyeknek a harccselekmények tervezése és lefolytatása, a katonai törzsek munkája szempontjából van jelentősége. Itt a statisztikai elemzés, a valószínűségszámítási meggondolások, a matematikai modellezés területeiről kell szólnunk. Példáinkat igyekeztünk úgy választani, hogy egyrészt szemléltessék a gyakorlati szempontból fontos következtetések megalapozását, másrészt hogy lehetőleg egyszerűbb matematikai eszközökkel legyenek tárgyalhatók.

Statisztikai elemzés

Első példánkban a második világháború idejére nyúlva vissza, érzékeltetni szeretnénk, hogy néha viszonylag egyszerű statisztikai elemzéssel bizonyos harci cselekményekben érvényesülő törvényszerűségek feltárhatók és kihasználhatók.

A háború harmadik évében a német tengeralattjárók az amerikai hajókaravánok ellen az Atlanti-óceánon az ún. „farkasfalka" taktikát alkalmazták, vagyis csoportosan támadtak. A karavánban a szállítóhajókat felfegyverzett hajók kísérték. Amerikai szakemberek Morse és Campbell professzorok irányítása alatt álló csoportja azt a kérdést elemezte, hogy adott mennyiségű szállítmányt hogyan lehet konvojokban a lehető legkisebb veszteséggel átjuttatni az óceánon, más szavakkal: hogyan lehet a szállítmányt a leghatásosabban megvédeni. A hajókaraván-védelem hatásossági kritériumának az egy támadás alkalmával elsüllyesztett német tengeralattjárók számának *(t)* és az ugyanakkor elsüllyedt szállítóhajók számának *(sz)* a hányadosát, vagyis a *t/sz* értéket választották.

Azt kell megállapítani, miképpen érhető el, hogy a hatásossági kritérium maximális értékű legyen. Mintegy negyven konvoj útjából kapott statisztikai adatok tükrében megvizsgálták, hogyan függ a *t/sz* arány a karaván szállítóhajóinak *SZ*, kísérőhajóinak *K* és a támadó tengeralattjáróknak *T* számától.

Az adatok statisztikai elemzése az alábbi eredményekre vezetett:

a) az elsüllyedt szállítóhajók száma független a szállítóhajók összlétszámától, tehát a veszteségszázalék annál kisebb, minél több szállítóhajó van a konvojban;

b) az elsüllyedt szállítóhajók száma egyenes arányban van a támadó tengeralattjárók számával és fordítottan arányos a kísérő hajókával;

c) az elsüllyesztett tengeralattjárók száma egyenes arányban áll a kísérő hajókával.

A feltárt függvénykapcsolatok és a megállapított arányossági együtthatók a következő (1) és (2) közelítő képleteket szolgáltatták:

$$t \approx \frac{T \cdot K}{100} \qquad (1)$$

vagyis az elsüllyesztett tengeralattjárók száma közelítően egyenlő a támadó tengeralattjárók és a kísérő hajók számai szorzatának századrészével. Továbbá

$$sz \approx 5\,\frac{T}{K} \qquad (2)$$

azaz az elsüllyesztett szállítóhajók száma hozzávetőlegesen egyenlő a tengeralattjárók és a kísérő hajók számai hányadosának ötszörösével. A két összefüggésből a választott hatásossági kritériumra a

$$\frac{t}{sz} \approx \frac{K^2}{500} \qquad (3)$$

képlet adódik. A (3) összefüggés azt mutatja, hogy a hatásossági kritérium a kísérő hajók számának négyzetétől függ, de a szállítóhajók és a tengeralattjárók számától egyaránt független.

A fenti eredmény alapján a kutatócsoport az alábbi javaslatot dolgozta ki:

a) a kíséret hatásosságának fokozása végett célszerű minden hajókaravánban lényegesen megnövelni a szállítóhajók számát, mivel ezáltal mód nyílik a veszteségek csökkenté-

sére és nagyobb mennyiségű szállítmány révbe juttatására;

b) növelni kell, de kisebb mértékben a kísérő hajók számát, hiszen ez négyzetesen szerepel a hatásossági kritérium értékében, vagyis a kíséret növelése hatványozottan hat a művelet hatásosságára: csökkenti az elsüllyesztett szállítóhajók számát, és növeli az elsüllyesztett ellenséges tengeralattjárókét.

Összefoglalva tehát azt javasolták, hogy az adott volumenű szállítmányt több kis hajókaraván helyett kevesebb nagy karavánban kell átküldeni. Nem nehéz belátni e javaslat hasznosságát. A javaslat elfogadásával a németek kénytelenek voltak addigi taktikájukat feladni.

Példánkat azért választottuk, mert jól szemlélteti a statisztikai elemzés menetét. Mindenekelőtt meg kell választani a hatásossági kritériumot, majd azt kell megfigyelni, hogy a kritériumban szereplő mennyiségek milyen függvénykapcsolatban állanak a műveletben szereplő különféle erők és eszközök mennyiségeivel, végül megvizsgálni, hogy a kritérium értéke hogyan maximalizálható. Az így kapott összefüggésekből a vizsgált tevékenységre gyakorlati következtetéseket lehet levonni.

Valószínűségszámítási meggondolások alkalmazása

A valószínűségszámítás tudvalevően a véletlen tömegjelenségek törvényszerűségeit tanulmányozza. Mint említettük, a katonai tevékenységben sűrűn fordulnak elő véletlen tömegjelenségek. A tömegesség feltétele valamilyen harceszközzel vagy harcoló egységgel végrehajtott egyes elemi cselekmények többszöri ismétlődése által teljesül.

Ilyen tömegjelenség, amikor lövést adunk le egy kisméretű célra. Ha most A-val jelöljük azt az eseményt, hogy a célt eltaláltuk, $\bar{A}$-sal pedig azt, hogy nem találtuk el, akkor elsősorban az A esemény számunkra rendszerint ismeretlen valószínűsége érdekel bennünket. Jelöljük ezt a valószínűséget $P(A)$-val. A $P(A)$ valószínűséget a gyakorlatban úgy közelítjük meg, hogy nagy számú lövést adunk le nagyjából azonos körülmények között ugyanarra a célra. Ezután n-nel jelölve a leadott lövések számát, k_1-gyel pedig az A esemény (találat) bekövetkezéseinek számát, kiszámítjuk a k_1/n relatív gyakoriságát. Ha most újra leadunk n lövést, az A esemény bekövetkezéseinek száma valamely k_2 szám, és a relatív gyakoriság k_2/n és így tovább. Feltéve, hogy a leadott lövések száma, n eléggé nagy, akkor azt tapasztaljuk, hogy a k_1/n, k_2/n, k_3/n,... relatív gyakoriságok kevéssé térnek el egymástól, másképpen szólva: a relatív gyakoriság hosszú kísérletsorozatok esetén meglepő stabilitást mutat. Az a szám, amely körül a relatív gyakoriságok ingadoznak, az A esemény valószínűsége: $P(A)$.

Azt a tényt, hogy a relatív gyakoriság hosszú kísérletsorozatban kevéssé tér el a szóban forgó esemény valószínűségétől, a nagy számok törvényének nevezzük. Ehelyütt el kell tekintenünk a valószínűségszámítás alapelemeinek tárgyalásától, mindössze néhány megjegyzésre szorítkozhatunk. Nyilvánvaló, hogy a relatív gyakoriság a 0 és az 1 közé eső szám, s mondottakból következik, hogy valamely A esemény valószínűségére teljesül a

$$0 \leqq P(A) \leqq 1$$

egyenlőtlenség.

Megjegyezzük, hogy $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$; ez annak a valószínűsége, hogy az A esemény nem következik be. Ha az A az az esemény, hogy egy lövés találatot eredményez, s az egyes lövések eredményei függetlenek egymástól, akkor annak a valószínűsége, hogy m-szer egymás után célba találunk: $[P(A)]^m$.

Ezek előrebocsátása után azt próbáljuk érzékeltetni, hogy miféle meggondolások alapján járunk el, amikor számvetést végzünk egy katonai művelethez szükséges harceszközök elosztására. Itt csak a feladat megoldásának általános menetét vázoljuk, amelynek megértéséhez az előzőkben közölt elemi valószínűségszámítási ismeretek elégségesek.

Tételezzük fel, hogy a megoldandó harcfeladatban ellenséges rakétafegyverek vagy harckocsik csoportosítását kell leküzdeni. Tegyük fel továbbá azt is, hogy a feladatot rakéták bevetésével hajtjuk végre. Jelöljük P-vel annak a valószínűségét, hogy egyetlen rakéta megsemmisíti a kijelölt célt, s az adott esetben legyen $P = 0{,}2$. Az egyes lövések eredményeit függetlennek tekintjük. A kérdés: hány rakétát kell harcbavetni avégből, hogy a kitűzött célt $P^* = 0{,}95$ valószínűséggel megsemmisítsük?

Annak a valószínűsége, hogy egyetlen rakétával a cél nem semmisül meg, nyilvánvalóan: $1 - P$. Hasonlóképpen annak a valószínűsége, hogy n rakéta sem tudja a célt leküzdeni: $(1-P)^n$. Ezek szerint annak valószínűsége, hogy n rakéta indításával a cél mindenképpen megsemmisül: $P_n = 1-(1-P)^n$. A lövések számát, az n-et olyan nagyra kell választani, hogy $P_n = P^* = 0{,}95$ legyen, tehát kielégüljön az

$$(1-P)^n = 1 - P^* \tag{4}$$

összefüggés, vagyis az egymástól független lövések száma

$$n = \frac{\log(1-P^*)}{\log(1-P)} \tag{5}$$

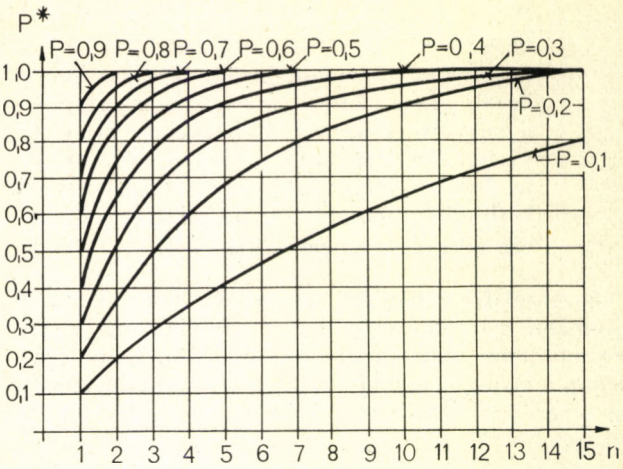
Az (5) összefüggésbe feladatunk számértékeit ($P = 0{,}2$; $P^* = 0{,}95$) behelyettesítve kapjuk, hogy $n = 13$. Ez más szavakkal azt jelenti, hogy legalább az esetek 95%-ában 13 lövéssel a cél megsemmisíthető. Táblázatunk szemlélteti, hogy különböző P és P^* valószínűségeket véve, a cél leküzdéséhez hány rakétát kell indítani. Lehet a feladat megoldására nomogramot is szerkeszteni. Egy ilyen nomogramot ábránk mutat be.

A matematikai modellezés alkalmazása

A matematikai modellezés különféle folyamatok tanulmányozásainak módszere. A modellezés alapelve, hogy olyan analóg jelenséget tanulmányozunk, amely formailag azonos az eredeti folyamattal, s ugyanazokkal a matematikai összefüggésekkel írható le, de valóságos tartalma az eredetiétől eltérő. A minőségileg különböző folyamatok formai azonosságát izomorfiz-

A leküzdéshez szükséges lövések száma a P és a P* valószínűségek függvényében

P* \ P	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
0,5	7	3	1	1	1
0,6	9	4	1	1	1
0,7	12	5	2	1	1
0,8	15	7	3	2	1
0,9	22	10	4	3	2
0,95	29	13	6	4	2



musnak nevezik. Az izomorfizmus az anyagi világban meglehetősen általános; ez magyarázza, hogy bizonyos matematikai módszerek egymástól nagyon különböző területeken alkalmazhatók.

A matematikai modellezés katonai alkalmazásai igen gyümölcsözőeknek bizonyultak. A módszer bevezetése azonban igen nehéz, hiszen a harctevékenység fejlődésének igazi képe, a hadműveletek végső eredménye, a harc kibontakozásának egyes szakaszai mindig sokkal összetettebbek a matematika számára hozzáférhető modellnél. Ha sikerül a harctevékenység modelljét úgy megfogalmaznunk, hogy fő vonásaiban helyesen tükrözze a harc befolyását, akkor igen értékes következtetésekre juthatunk, és matematikai meggondolások útján felállítható a harc lefolyásának prognózisa. Ez még akkor is így van, ha az egyszerűsítések folytán a modell nem pontos is minden részletében. Általában célszerűnek mutatkozott az a módszer, hogy eleinte ún. részmodelleket állítunk fel, amelyek a harccselekményekhez kapcsolódó feladatok egy szűkebb körét írják le.

Ez idő szerint a matematikai modellezés módszerei két irányban fejlődnek. Az egyik irány az analítikus modellek módszere; itt a folyamatot differenciálegyenletekkel írják le. A másik irány statisztikai modellekkel dolgozik; itt rendszerint elektronikus számítógéppel – speciálisan kidolgozott algoritmusok segítségével, a harctevékenységre ható különféle véletlen összetevőket véletlen számgenerátor segítségével utánozva – ismételten lefuttatják, végigjátsszák a harctevékenységet tükröző formális folyamatot. A statisztikai modellezés eljárását Monte Carlo-módszernek is nevezik.

Túlságosan messzire vezetne a matematikai modellezés módszereinek részletes bemutatása. Érdemesnek tartjuk azonban röviden ismertetni az analitikus modellek egyik alkalmazását, amelyet még az első világháború idején Lanchester angol matematikus dolgozott ki. Modellje segítségével vizsgálható pl. két harckocsicsoport közötti harc kimenetele. Az eredmény, nevezetesen, hogy a szembenálló felek közül melyik csoport fog győzni, egyrészt az egyes csoportokban résztvevő harckocsik számától, másrészt az egyes harckocsik lövegeinek tűzgyorsaságától és találati valószínűségétől függ. Lanchester meggondolásait nem részletezzük és differenciálegyenleteivel sem foglalkozunk, csupán vizsgálatainak eredményét próbáljuk érzékeltetni.

Tételezzük fel, hogy az I. csoportban N_1 számú azonos típusú harckocsi, a II. csoportban pedig N_2 számú vesz részt, amelyeket egymás között azonosaknak, de az I. csoport harckocsijaitól különbözőknek tekintünk. Ha az I. csoport harckocsilövegei L_1 tűzgyorsaságúak P_1 találati valószínűséggel, akkor $n_1 = L_1P_1$ e harckocsik hatásos tűzgyorsasága. Hasonló módon a II. csoport harckocsilövegeinek hatásos tűzgyorsaságát $n_2 = L_2P_2$ jelenti. Lanchester azt az eredményt vezette le, hogy a harc kimenetelét az $E = N_1/N_2 \sqrt{n_1/n_2}$ mennyiség értéke, az ún. előnytényező alapján lehet előre látni. Ha $E = 1$, akkor az erőviszonyok kiegyenlítettek, s a harcban résztvevő harckocsik száma mindkét csoportban az idő múlásával exponenciálisan csökken. Amikor az $E > 1$, akkor az I. csoport, az $E < 1$ esetében pedig a II. csoport győz.

Az előny-tényező képletéből szembeötlő, hogy az E mennyiség nagyobb mértékben függ a kezdeti erőviszonyoktól, tehát az N_1/N_2 hányadostól, mint a hatásos tűzgyorsaságok arányától, hiszen képletében az n_1/n_2 hányados gyökjel alatt szerepel. Ilyenformán a két fél közötti harc megvívása szempontjából elsőrendű jelentősége van az erőösszpontosításnak a főcsapás irányába, vagyis a tűzeszközök számának fölényét kell biztosítani. Ez a tény egyébként a katonai gyakorlatból közismert.

Ha az egyik fél erősebb, mint a másik, akkor ez a fél a harc folyamán bizonyos időponttól kezdve már nem szenved lényeges veszteségeket, mert a gyengébb csoport ereje gyorsan csökken egészen a teljes megsemmisülésig.

A kapott egyenleteket felhasználva prognózist adhatunk olyan harc kimenetelére két csoportosítás között, amelyben az egyes csoportosításokon belül azonos fajtájú harceszközök szerepelnek. Meg kell egyezni, hogy a fenti modell egy adott harccselekménysorozat erősen leegyszerűsített képe. Ez a modell nem alkalmazható a harci folyamat utolsó stádiumára, s jóllehet nincs tekintettel harcászati lépések folytán bekövetkező helyzetváltozásokra, mégis bizonyos lényegi tendenciákat tükröz, amelyekből hasznos következtetésekre juthatunk.

DR. MUELLER OTHMÁR
okl. építészmérnök

Új irányok a robbanótöltetek méretezésében

A korszerű robbantástechnikai gyakorlatban az összetett, egymástól függő számítások rendszerét, melynek segítségével rendszerint több töltet robbantását előkészítik, összefoglalóan robbantásméretezésnek mondják. Ennek fogalomkörébe tartozik a töltetméretezés, a szeizmikus és a légnyomási, valamint a repeszhatások számítása, a villamos robbantóhálózat egyes tagjainak és kötési rendszerének meghatározása, a kirobbantandó közeg mennyiségének közelítő megszabása. Az említett számítások közül kiemelkedő fontosságúnak kell tekintenünk a töltetméretezést. Velejét tekintve ez a töltetek súlyának és elrendezésének kiszámítása, melyben figyelembe veszik magán a robbantási feladaton kívül a környezet jellegét, védelmi igényét is. A töltetméretezés hagyományosnak tekinthető módszerei mellett újabban az ún. energetikai módszerek térhódítása figyelhető meg.

A hagyományos módszerek

A töltetméretezés hagyományos képletei közel két évszázad alatt, főképpen azonban a múlt század második felében alakultak ki. Ezek a mindennapi gyakorlat igényeit általában ma is teljes mértékben kielégítik. Közös kiindulási alapjuk, hogy a geometriailag pontszerűnek tekintett robbantótöltet robbanási hatása a homogénnek feltételezett, végtelen közegben egyenletesen és gömbszerűen terjed. Ha a végtelen közeget egy síkkal metszik, akkor a felszín közelében levő töltet hatásgömbje a legkisebb ellenállás irányában kilép a síkból, és a robbanási hatás meghatározott csúcsszögű kivetési kúpot alakít ki. A matematikai összefüggések felhasználásával erre az elméleti robbanási modellre kimutatható, hogy a töltet nagysága – a kivetési kúp térfogatával együtt – a töltet és a felszín közötti legrövidebb távolság, az ún. elővét valamelyik hatványával, többnyire a köbével arányos.

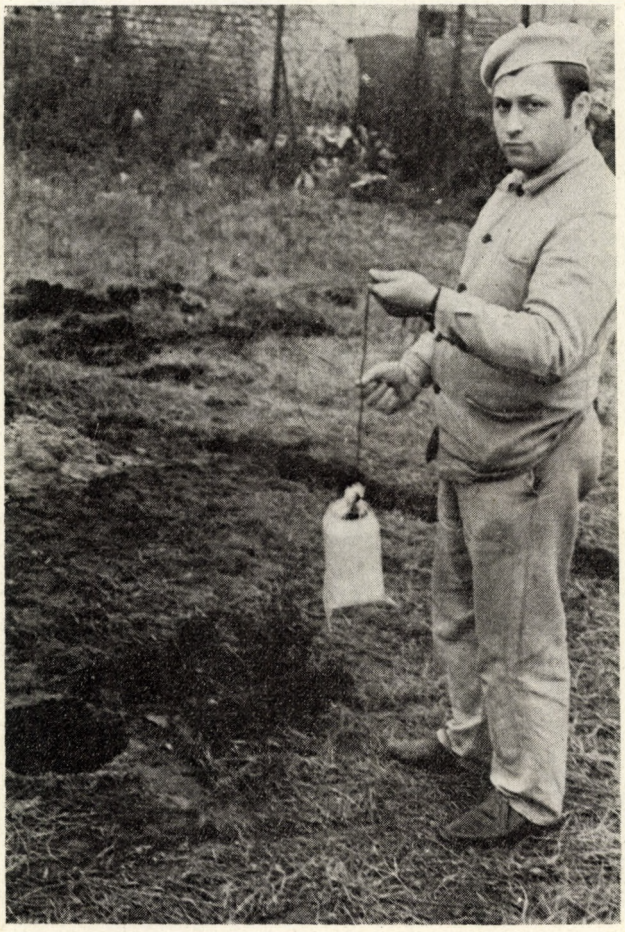
Az elméleti megfontolásokon alapuló képlet a gyakorlatban több tekintetben pontatlannak mutatkozott. A robbantási közeg – az altalaj, a fal, a szikla stb. korántsem homogén, s az etalonként felvett „ősdinamit" óta már sok új robbanóanyag jelent meg. Később az is kitűnt, hogy a töltet nagyságát egy sereg más körülmény is befolyásolja, többek között a robbantási közeg feszültségi állapota, a közeg szerkezeti jellege (kőzetstruktúrája, repedezettsége, belső összeszövődése, különböző anyagok keveredése stb.). Ezért az elővét köbe mellé módosító tényezőket vezettek be, sőt az egyik-másik töltetméretezési képletben nyolctíz táblázatból kivehető ilyen tényező is szerepel.

Számos kutató kétségbe vonta az említett köbös összefüggés helyességét, és kísérletek alapján olyan töltetméretezési képletekhez jutottak, melyekben az elővét más hatványával számolnak: négyzetével, esetleg a negyedik hatványával is. A hagyományos töltetméretezési képlet egyébként összefoglalóan az ismert robbantástechnikai kézikönyvekben, pl. a Melnyikov, a Pokrovszkij, a Weichelt vagy a Langefors-félékben találhatók. A szóban forgó kézikönyvek tartalmazzák a képletekből számított táblázatokat is. A tapasztalati adatok felhasználásával a táblázati adatokat állandóan finomítják, és új robbanóanyagok megjelenése után kidolgozzák a reájuk érvényes új táblázati értékeket is.

Tudvalévően a robbantások hatásának optimalizálása és a káros hatások kiküszöbölése újabb, a régieknél összetettebb töltetberendezéseket követelt meg. A bonyolult tervezési feladat számítógépek nélkül csak nehezen volna elvégezhető. A számítógép memóriájába betáplálják az újabb robbantástechnikai tapasztalati adatokat. A tárolt adatok felhasználásával a számítógép gyorsan megbirkózik a körülményes tervezési feladattal.

Az energetikai módszerek

A robbanóanyagok teljes potenciális energiájának csak egy töredéke alakul hasznos munkává; irodalmi források szerint általában 5–6, esetleg 8–12, ritkán 20–25%-a. A potenciális energiából mindenekelőtt le



1. kép: Kísérleti töltet elhelyezés előtt

kell vonni a tárolás, a szállítás és más külső behatások miatt előálló vegyi bomlás okozta veszteségeket, melyek azonban a korszerű robbanóanyagokat tekintve szakszerű kezeléssel és tárolással a szavatossági időn belül elhanyagolhatóak.

E veszteségek levonásával adódik az ún. teljes robbantási energia, amely tovább csökken a robbanás során a környezetnek átadott és nem hasznosítható hőenergiával, továbbá a nem hasznos mechanikai munkára fordított energiamennyiségekkel. Ez utóbbiak meghatározása nem egyértelmű. Ilyen eset fordul elő a kumulatív hatással párosuló robbanáskor, mely körkörösen is hat, s ma még nincs olyan módszer, mellyel az ipari robbantások detonációját tökéletesen egyirányúsítani lehetne. Ugyancsak alig vehetők számításba azok a veszteségek, amelyek a robbantás szakszerűtlen végrehajtásakor állanak elő pl. a túlzottan nagy töltetek vagy a rosszul fojtott, helytelenül telepített töltetek következtében. Ezért a töltetméretezésben a robbantások energetikája egyre inkább előtérbe kerül.

2. kép: Kísérleti töltet besüllyesztése vizenyős talajba

3. kép: Kísérleti kráter

A kérdés elemzéséből kitűnik, hogy a robbanóanyagok energiatartalmának egyoldalú vizsgálata nem elegendő, emellett a robbantási közeg és a robbanóanyag kölcsönös energetikai viszonyát ugyancsak fel kell tárni. E felismerés alapján alakítottak ki az utóbbi másfél évtizedben különféle energetikai töltetméretezési módszereket elsősorban a Szovjetunióban, az Egyesült Államokban és az NSZK-ban. E módszerek kifejlesztésében felhasználhatók voltak azok a tapasztalatok, amelyeket a föld alatti atomrobbantások szolgáltattak.

Az eddig kidolgozott energetikai töltetméretezési eljárások közös jellemzője, hogy igen összetett képletekkel dolgoznak, sok az empirikus tényező s e gyakorlati paraméterek további finomításához még sok megfigyelést, adatot kell kiértékelni. Az említett eljárások többsége számítástechnikai eszközöket igényel, ezért alkalmazásuk ma még csak ott reális, ahol nagy számú, viszonylag stabil körülmények közötti robbantások végrehajtásáról van szó. Maguk a töltetméretezési módszerek lényegében két csoportra oszthatók, nevezetesen a talaj-kőzetmechanikaiakra, nemkülönben az energiaigényen alapuló eljárásokéra.

A kráter-üveg elv és a krátérteszt

Vesic amerikai kutatótól származik az úgynevezett *kráter-üreg elv*. Szerinte az ismert tulajdonságúnak feltételezett közegben levő töltet robbanása egyre növekvő p nyomást hoz létre, mely a folyamat lezajlása után egy végső üregnyomássá alakul. A nagy belső p nyomás hatására a töltet körüli közeg deformálódik, kitolódik. Ha a töltet közel van a felszínhez, az üreg – a perc törtrészei alatt – addig tágul, míg a fedőréteg össze nem zúzódott. Ismerve a robbantandó közeg nyírófeszültségi ellenállását (kohézióját), belső súrlódási szögét és más talajmechanikai jellemzőket, a robbanó töltet feletti tömeg stabilitását vizsgálni lehet és ebből következtetni tudnak arra, hogy a szükséges kivetési kráter (kúp) adott robbanó anyagot véve mekkora töltettel érhető el.

A gyakorlati alkalmazáshoz közelebb áll a Livingston–Dow féle *krátérteszt*. Ezt a fél-kísérleti töltetmeghatározási módszert már több országban bevezették. Lényege, hogy az adott robbantási közegben azonos töltetsúlyokkal és változó töltettelepítési mélységeken több próbarobbantást kell végezni. Ezeket a próbarobbantásokat addig folytatják, míg meg nem határozták azt a kritikus mélységet, amelyen robbantva legfeljebb kisebb sugáralakú repedések jelentkeznek a felszínen. A kritikus mélység, majd több összefüggés (mint a feszültség-energia egyenlet, a mélységi viszony, a krátertérfogat egyenlet) segítségével, továbbá egy etalonkráter figyelembevételével állapítják meg a szükséges fajlagos, más szavakkal: az adott közeg térfogategységére jutó robbanóanyagszükségletet. A módszer nem minden robbantás méretezéséhez alkalmas, mindenekelőtt repedésmentes homogén szikla-kőzetekben 8–20 próbarobbantás után lehet jó eredményekhez jutni. Főként nagy kőbányák alkalmazzák a krátérteszt-módszert.

Töltetméretezés az energiaigény alapján

Protaszov szovjet kutató szerint az adott robbantandó közeg tulajdonságainak és a felhasználni kívánt robbanóanyag-típusnak minden esetben egy optimális (vagy ha kívánjuk, maximális) leválasztható közegtérfogat felel meg. E térfogat elérése végett a töltetet meghatározott távolságra kell a közegben elhelyezni. Az optimális (maximális) távolság megállapításához több lépcsőben végzett energetikai számítások szükségesek. A számításokban szerepel a töltet energiatartalma, a keletkező gáz fajlagos hőkapacitása, móltérfogata, hőtágulási együtthatója, a közeg szilárdsági és nyúlási állandója, térfogatsúlya és szilárdsága s még több más, ugyancsak laboratóriumi úton meghatározható jellemző. A látszólag bonyolult képletsorok számítógép segítségével lényegesen egyszerűsíthetők és jó eredményeket adnak a gyakorlat számára.

Az aacheni műszaki egyetem kiterjedt kísérletsorozat alapján dolgozta ki a *fajlagos robbanási energiaigény* eljárást. Eszerint, ha ismeretes a rombolandó közeg felületegységére vonatkoztatott, fajlagos rombolási energiaszükséglet, emellett a közeg térfogatsúlya és a zúzott térfogat nagysága, úgyszintén a felhasználandó robbanóanyag teljes energiája és – kísérletek alapján – a robbanási energia hasznosítási foka, akkor igen nagy pontossággal lehet a szükséges robbanótöltet súlyát meghatározni. További statisztikai-matematikai adatgyűjtést igénylő módszer szerint pl. a bazaltnál a zúzási felület egységére vonatkoztatott fajlagos robbanási energiaigény 69500 erg/cm^2, s a töltetméretezés ehhez igazítható.

Egyes kutatók a robbanótöltet hatását *energetikai részletek* vonatkozásainak összesítése útján közelítik meg. Többek között a fojtás energetikai hatását elemezték behatóan, ezenkívül vizsgálták a robbanóanyag energiaátadásának fokát a környező közegre, kutatták a robbantási közegek dinamikus hatásra való viselkedését és így tovább. Ilyen részletvizsgálatok alapján Thum, NSZK-beli kutató olyan töltetméretezési megfontolásokra jutott, amelyek a hagyományos energetikai töltetméretezések bizonyos szintézisének tekinthetők.

Végül nem szabad megfeledkezni azokról az általános energetikai módszerekről sem, amelyek az egyes munkafolyamatok népgazdasági szintű energiaszükségletét kívánják elemezni. Ezek még nincsenek részletesen kidolgozva, metodikájuk még vitatéma. Alapgondolatuk lényege, hogy energetikailag az a legkedvezőbb munkafolyamat, amelyben az egységnyi termék előállítása (pl. 1 m^3 szikla kitermelése vagy 1 m^2 lemez alakítása) a legkevesebb munkát emészti fel. Itt nemcsak a munkafolyamatban közvetlenül felhasznált energiáról van szó, hanem az úgynevezett holt energiáról is, tehát arról, amelyet pl. a munkaeszközök előállításába befektettek.

Nyilvánvaló, hogy a különféle eljárásokat ma még nem lehet kifogástalanul összehasonlítani. Egyes esetek elemzésekor pl. az útépítésben a robbantás és a gépi felszakítás összehasonlítása nagyjából 1 m mélységű fogásokra vonatkoztatva egyértelműen a gépi munka javára dőlt el, miután a fúrás is sok munkát fogyaszt. Az ilyen általános energetikai módszerek egyik változata a különféle robbanótöltetek, robbantási eljárások összehasonlítása révén törekszik a töltésméretezés optimalizálására.

LŐRINCZ ISTVÁN
okl. gépészmérnök

A lasertechnika katonai alkalmazásának jelene és jövője

Napjaink tudományának és technikájának kiváló alkotása, a laser hosszabb kísérletek eredményeként a hatvanas évek elején született meg. Azóta a vele foglalkozó irodalom könyvtárnyi terjedelműre nőtt; ezeken a hasábokon is több cikk és egyéb közlemény kísérte figyelemmel a lasertechnika fejlődését. Úgy véljük, hogy mégsem lesz talán felesleges témánk tárgyalása előtt röviden összefoglalni azokat a főbb vonásokat, amelyek a laser katonai felhasználhatóságát indokolják.

Általános elvek

Tudvalévően a *laser* az angol nyelvű *light amplification by stimulated emission of radiation* (fényerősítés indukált sugárkibocsátás útján) kifejezésből alkotott betűszó. A hagyományos fényforrásoktól a lasert elsősorban éppen a stimulált emisszió, az indukált sugárkibocsátás különbözteti meg, hiszen a klasszikus források fénykibocsátása a laserekétől eltérően spontán, rendezetlen lefolyású: a sugárzó rendszer a fotonokat különböző pillanatokban és minden irányban indítja útnak.

A laser említett sugárkibocsátási módját az alábbi tulajdonságok jellemzik:

a) a sugárzás úgyszólván divergencia nélkül, rendkívül keskeny nyalábban lép ki, gyakorlatilag a lasert pontszerű sugárforrásnak tekinthetjük, melyből csaknem párhuzamos sugárzás indul;

b) a sugárzás koherens, vagyis azonos frekvenciájú – monokromatikus – és meghatározott időn belül állandó fáziskülönbségű hullámokból áll;

c) a sugárkibocsátó rendszer üzemének teljesítményigénye csekély;

d) a sugárzás fénysűrűsége igen jelentékeny, végül

e) a sugárzás polarizált természetű.

Ezek a tulajdonságok egymagukban vagy együttesen meghatározzák a laser katonai felhasználhatóságának jelenlegi és perspektivikus területét. Mielőtt ezekkel közelebbről foglalkoznánk, a laserek főbb típusairól kell rövid áttekintést adni.

Felépítését tekintve a laser aktív anyagból (gáz, szilárdtest, félvezető, folyadék), optikai rezonátorból (tükörrendszer) és gerjesztő energiaforrásból (villanólámpa stb.) áll; ez utóbbi serkenti az aktív anyagot folytonos vagy impulzusszerű sugárzásra. Az egyes típusokat az aktív anyag szerint különböztetjük meg: vannak folytonos üzemű *gázlaserek*, impulzus-üzemű *szilárdtest- és folyadéklaserek*, végül *félvezető laserek*, amelyek akár folytonos, akár impulzus-üzemben működhetnek. A folyadéklaserek a katonai felhasználás szempontjából egyelőre nem jönnek tekintetbe.

A gázlaserek néhány fontosabb változatának jellemző adatát az I., egyes szilárdtest laseranyagokét a II., félvezetőkét a III. táblázatban foglaltuk össze.

I. táblázat

Néhány gázlaser főbb jellemzői

Laser-anyag	Hullámhossz [μ]	Kimenő teljesítmény [W]	Nyaláb átmérő [mm]	Nyaláb divergencia [mrad]
Xe	0,54...0,63		3	3
CO_2	10,6	20	10	5
CO_2	10,6	75	15	5
CO_2	10,6	100	12	10
CO_2	10,6	1200	44	4
Ar	0,46...0,53	10	3	3
He+Ne	0,63	0,1	5	1,5

II. táblázat

Néhány szilárdtest-laser fontosabb jellemzői

Laseranyag (kristályrács: aktív ion)	Hullámhossz [μ]	Impulzus-energia [J]	Kimenő teljesítmény	Nyaláb divergencia [mrad]
YAG: Nd	1,06		20 kW	4
üveg: Nd	1,06	1	3,5 kW	10
üveg: Nd	1,06	200	100 kW	4
üveg: Nd	1,06	60	1 GW	5
Al_2O_3:Cr	0,69	5	5 kW	3
Al_2O_3:Cr	0,69	200	200 MW	10
Al_2O_3:Cr	0,69	150	10 GW	3

(Al_2O_3 = rubin, YAG = ittrium-alumíniumoxid)

Távolságmérés

A laserek megjelenését követően viszonylag gyorsan került sor az új technika *távolságmérési* alkalmazására, s a feladatoknak megfelelően több eljárást alakítottak ki. Az így szerkesztett fénytávmérők elve a rádiólokátorokéhoz hasonló: rövid fényimpulzust sugároznak ki, amelyet a céltárgy visszatükröz, majd a reflektált impulzust egy fotodetektorral érzékelik. A céltárgy távolságát az impulzus menetidejéből határozzák meg.

A katonai járművekre telepített távmérők céljaira jól megfelelnek a rubinlaserek. Az itteni körülmények olyan konstrukciót kívánnak, amelyben a rubinkristályt rezgésmentes foglalásba helyezve a villanólámpával közös gerjesztőtokba szerelik. A laseres távmérőkben impulzuskapcsolóként leginkább forgótükröt használnak.

Az első ilyen távmérők jellemző típusának mondható az 1963-ban megjelent *Colidar*, amelynek külső képét 1., működési vázlatát 2. ábránk szemlélteti. A meglehetősen nagy – 20,5 kp-nyi – súly ellenére a *Colidar* fölényét a hagyományos optikai távmérőkkel szemben nem lehet kétségbe vonni: a készülék 10 km-en ± 2 m pontossággal a távolságot azonnal mutatja. A gyors mérés harci körülmények között is lehetséges.

Egy újabb, kísérleti készüléket mutatunk be a 3. ábrán. Ez a hordozható berendezés egyaránt alkalmas a terepfelmérésre, a távolságmérésre, a tűzvezetésre és a navigációra. Fegyverhez való hasonlóságát a felületes szemlélő félreértheti; formáját valójában a könnyebb kezelhetőség végett választották. A mai laser-távmérőkkel 10 km-en $\pm 0,3$ m pontosság sem ritka. A nagy pontosság elsősorban a lasersugarak konvergenciája révén érhető el.

Ugyancsak a lasersugarak kis divergenciája folytán a távmérő működését az ellenség nehezen derítheti fel, és a rendszer elektronikus ellentevékenységgel szemben jól védett. A rejtett alkalmazás független a napszaktól; éjszaka a távmérő infravörös irányzékkal párosítva használható.

A légköri elnyelés hatással van a lasersugarakra is, ezért a távmérők használhatóságát az időjárási viszonyok korlátozzák, de kedvező tulajdonságuk, hogy a hagyományos rendszerű készülékektől eltérően a ködfátyol takarta célokat is be tudják mérni.

III. táblázat

Félvezető laserek néhány változata

Laseranyag	Hullámhossz [μ]	Működési hőmérséklet [K°]	Legnagyobb teljesítmény [W]
GaAs	0,89	77	5
GaAs	0,89	4	10
GaAs	0,89	300	200
InP	0,97	77	
GaSb	1,87	77	

(300 K° a szobahőmérséklet, 77 K° a cseppfolyós nitrogén, 4 K° a cseppfolyós hélium hőmérséklete)

A laser-távmérők előnyös vonása, hogy használatuk nagyobb gyakorlatot vagy hosszabb kiképzést nem igényel. Tüzérségi alkalmazásban az előre küldött kezelő nagyon pontos mérési adatokat deríthet fel, amelyek alapján előkészítés nélkül hajtható meglepetésszerű hatástűz végre.

De nemcsak a tüzérség használja a laser-távmérőket; ezek a berendezések fokozzák a harckocsik tűzerejét is: lényegesen javul a harckocsilövegek találati pontossága. Példaképpen lehet megemlíteni, hogy kísérletként beszereltek ilyen készülékeket az angol *Centurion* és *Chieftain*, a francia *AMX–13*, továbbá a nyugatnémet *Leopard* harckocsikba. Az Egyesült Államok és a Német Szövetségi Köztársaság közös fejlesztési programjában készülő *MBT–70 (=Main Battle Tank)* közepes harckocsikat is felszerelik laser-távmérővel. Ezek a harckocsira szerelt mérőberendezések közvetlenül csatlakoznak a fedélzeti tűzvezető számítógéphez.

A légiszállítású hadműveletekben jó szolgálatot tesznek a laser-távmérők a harctér felderítésében és a légi célok távolságának megállapításában. Felhasználhatók a magasságmérésre is. Itt kedvező, hogy kisebb terjedelműek a rádiós berendezéseknél, és lehetővé teszik a szállítmányok ledobásának, az éjszakai ejtőernyős ugrásoknak az előkészítését. Ugyancsak jó eredményeket érnek el segítségükkel a terepkövető repülés és a vakleszállás manővereiben. A repülőgépfedélzeti laser-távmérőt összekapcsolhatják a lőelemképzővel, s ilyenformán a tüzet az első rárepülésben, előzetes felderítés nélkül megnyithatják, magasban vagy alacsonyan repülve egyaránt. Egy zavaró tényező mutatkozik még: a laseres tűzvezető rendszer hatásosan csak tiszta időben működik.

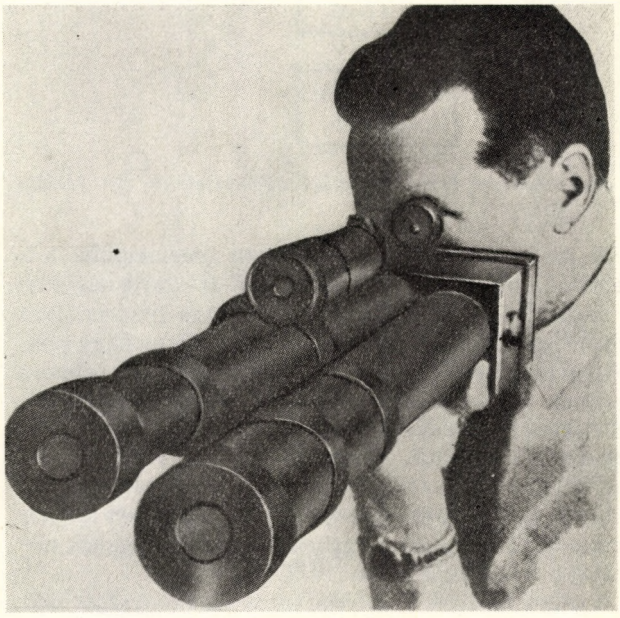
Az eddig említett laser-távmérők impulzus üzemben működnek, szilárdtest laserrel. Katonai alkalmazásukat jellemzi, hogy a mérést a készülék telepítési pontja és egy rendszerint megközelíthetetlen célpont között hajtják végre. Amikor olyan típusú mérésről van szó, amelyben a végpont is megközelíthető és ott visszaverő felület – reflektor – állítható fel, akkor mód van a nagyobb pontosságú folytonos üzemű gázlaserral dolgozó távmérő használatára.

Itt az amplitúdómodulált lasersugár a mérendő szakasz végén elhelyezett reflektorról verődik vissza. Az adó helyén veszik a visszaverődött sugarat, és fázisát összehasonlítják az adósugáréval. Ha mindkét jel azonos fázisú, akkor az adó és a végpont közötti távolság a modulációs frekvencia fél hullámhosszának a többszöröse. Ilyenformán a modulációs frekvencia finomszabályozásával a keresett távolságot egyértelműen meg lehet határozni.

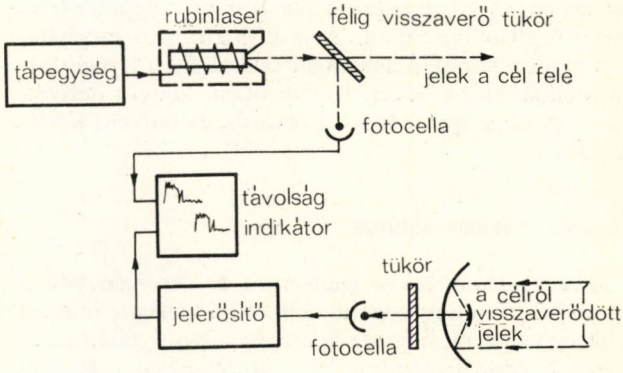
Az ilyen elven működő egyik laser-távmérő nappal 6 km-en, éjszaka 8 km-en belül 10 cm-es pontossággal határozza meg a távolságot.

Laser-lokátorok

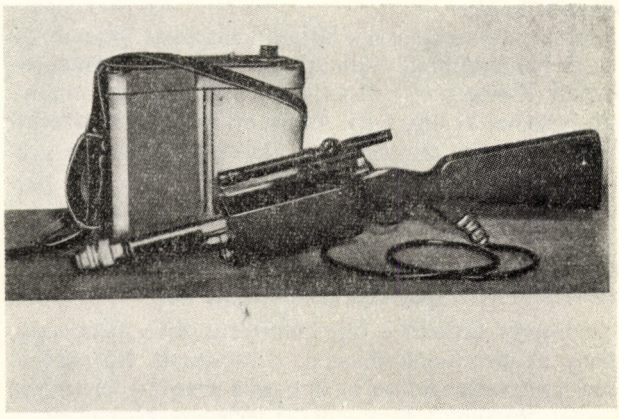
A laseres panoráma-lokátor a többszörösére növeli a letapogatott térséget vagy a letapogatás sebességét. Az infravörös *laser-lokátor* nyalábja tízezerszer annyi mérést hajthat végre, mint a szokásos rádiólokátor és olyan érzékeny, hogy akár egy csiga sebességét is meg lehet vele határozni. A sugárnyaláb keskenysége révén kiküszöbölődnek a földfelszín okozta zavaró visszhangjelek, s ezáltal elesik az a probléma, mely minden rádiólokátor üzemében felmerül. Az optikai lokátort fák, bokrok és épületek közvetlen szomszédságában is akadálytalanul lehet használni. Bár hatótávolsága nemigen haladja meg a 20 km-t, mégis ideális eszközül szolgál a pontos (mrad-os nagyságrendű) röppályabemérésre és a gyors célok követésére.



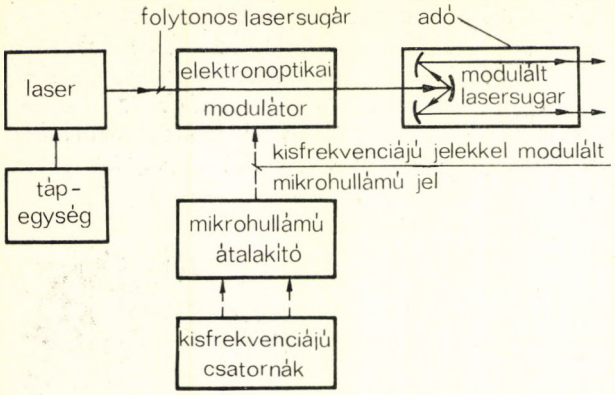
1. ábra: A Colidar *távmérő*



2. ábra: A Colidar *működési vázlata*



3. ábra: Puska formájú laser távmérő



4. ábra: Laseres híradástechnikai adóberendezés elvi vázlata

A rendszer a célokat állandóan megvilágítja, s a rádiólokátorokkal összehasonlítva 8–10-szerte nagyobb a sugárzási energiája. A lasersugárzás már említett rendkívüli sűrűségénél fogva a laser-lokátor nagy pontosságához járul, hogy működését az ellenség nehezen derítheti fel, s a rendszer egyidejűleg több cél felderítését és követését is végezheti szűk körzetben. Ez főképpen a rakétaelhárítás szempontjából esik különös súlylyal latba, hiszen az utóbbi években igen hatásos eszközöket és módszereket fejlesztettek ki a felderítés bénítására, a hadászati rakétafegyverek hatékonyságának növelésére (Haditechn. Szle. 1971. 8–10. old.).

A mikrohullámú rádiólokátorok tevékenységét már több feladat végrehajtásában egészítik ki hasznosan az optikai lokátorok, így többek között a légi célok távolságának és helyszögének mérésében, a rakéták követésében az emelkedési szakaszon és a repülőgépek föld közeli elfogásában. A laser-lokátorral meghatározhatják a felhők magasságát és alakját, a levegő turbulenciájának mértékét. Kedvezőtlen, hogy a helyzetmérés pontosságát a légköri zavarok esetenként korlátozzák.

Távközlési felhasználások

A távközlés növekvő igényeit az erősen igénybevett rádióspektrum hovatovább nem tudja kielégíteni, ezért szükség van arra, hogy az *információátvitel* céljaira szélesebb hordozófrekvenciákat használjanak fel. Kézenfekvő a lasertechnika távközlési alkalmazása, hiszen ezáltal az információkapacitás hallatlan mértékben megnövekszik.

Amint táblázatainkból látjuk, a laserek többnyire az 1 μ-os nagyságrendű hullámhossz-tartományban sugároznak (kivétel a CO_2-laser, mely a 10 μ-os tartományban bocsátja ki sugarait). Az üzemi frekvencia eszerint száz (illetve tíz) terahertzes, a távközlési rendszer sávszélessége pedig elvileg terahertzes nagyságrendű. Sajnos a jelenlegi fénymodulációs és demodulációs eljárásokban a frekvencia felső határa nagyjából tíz gigahertz, ezért az információkapacitás növelésének lehetőségeit nem lehet megfelelően kihasználni.

A laseres távközlés nagy előnye a zavarmentesség, amely az éles nyalábolásnak köszönhető. Hátrányos, hogy a közvetlen átvitel az optikai horizontig lehetséges csupán, továbbá a fény légköri terjedése közben bizonyos mértékben elnyelőd k, és szórási jelenségek is fellépnek. Nagyobb távolságok áthidalása végett reléhálózatot kell kiépíteni. Szó lehet arról is, hogy a lasersugarakat fényvezető csőrendszeren továbbítsák; itt az irányváltoztatásra a csövek törési pontjain elhelyezett tükrök szolgálnának, amelyek azonban növelik az átviteli veszteségeket.

A 4. ábrán egy amerikai hordozható laseres híradástechnikai adóberendezés elvi működési vázlatát mutatjuk be. A GaAs félvezető laserrel felszerelt készülék mindössze 3,6 kp súlyú; az adót két órás üzemidejű nikkel-kadmium telepek táplálják. A sugárdivergencia nem lévén nagyobb 3 mradnál, kódolt adás nélkül is a rendszer nagy mértékben védett a lehallgatás ellen, impulzuskód-modulátor beépítésével pedig ez a védettség szinte teljes.

Három szinkron távközlési műhold segítségével olyan hálózat építhető ki, amellyel tetszőleges földi pontok közötti laseres híradóláncot lehet létrehozni. A tervek szerint ebben a rendszerben CO_2-gázlaserekkel dolgoznának. Kétségtelen, hogy a műholdak és a földi állomások közötti összeköttetést, a lasersugarak terjedését zavarhatják a légköri hatások. Az atmoszférát az említett lasertípus 10,6 μ-os hullámhossza szempontjából átlátszónak lehet ugyan tekinteni, a sugarakat azonban különösen a vízcseppecskék – vagyis az eső, a sűrű felhőzet – szétszórhatják. Ezen a viszonylag nagy hullámhosszon a szóródás azonban kisebb, mint a látható fény hullámhosszán, s így a CO_2-laserek hatótávolsága a sokszorosa annak, mintha az átvitel a látható fény tartományában menne végbe.

Sikeres televíziós átviteli kísérleteket végeztek földi pontok között CO_2-laserrel 30 km távolságon. Az átvitelt a köd sem akadályozta olyankor, amikor a hatótávolság az 500 m-t nem haladta meg.

A laseres távközlés perspektívái igen szélesek. Elméletileg a CO_2-laser 10 THz sávszélességén 10^9 távbeszélő vagy 10^8 rádió vagy 10^6 televíziós csatornát lehetne átvinni. Mint már említettük, a mai modulációs technikával ez megvalósíthatatlan. Az információkapacitás növelése megköveteli a megfelelő új modulációs eljárások kifejlesztését.

Célmegjelölés és irányítás

A lasertechnika alkalmazható *célok megjelölésére,* „kivilágítására" is. A módszer lényege, hogy egy előretolt megfigyelő álláspontról a laser-készülék erősen fókuszolt sugarát egy párhuzamosított irányzótávcső segítségével a célra irányítják. A földi harcot támogató repülőgép a célról visszaverődött sugarakat érzékeli. Van ennek a módszernek olyan változata is, amelyben a célt nem a földi megfigyelő jelöli meg, hanem egy felderítő repülőgép vagy helikopter.

Lényegében ugyanez az elve az *önirányított lövedékek* célba vezetését szolgáló laseres félaktív módszernek is. Itt a földi álláspontról vagy a repülőgépről, helikopterről lasersugárral megvilágítják a célt, s az önirányított lövedék a visszaverődött sugarakat érzékelve vezeti rá magát a célra. Ezt a módszert az amerikaiak Vietnamban állítólag már kipróbálták.

Kísérleteznek azzal is, hogy az ismert *vezetősugaras irányítás* laseres változatát alakítják ki. Ami az *autonóm irányító rendszerek*et illeti, ezekben fontos szerep-

hez juthatnak az utóbbi években kifejlesztett *lasergiroszkópok*. Ezekkel az igen szabatos működésű eszközökkel más alkalommal már foglalkoztunk (Haditechn. Szle. 1971. 6–7. old.). A laser-giroszkópoktól jó eredményeket várnak a repülőgépek műszerezésében is.

Bizonyos tekintetben az irányítás témaköréhez tartoznak az *időjárási helyzet* megállapítására szolgáló laseres készülékek is, hiszen a lövedékek, a rakéták és a repülőgépek pályáját az atmoszféra állapota lényegesen befolyásolja. Az amerikai Honeywell konszern kifejlesztett egy olyan laserrendszert, mely adatokat szolgáltat a légköri turbulenciáról, s lehetővé teszi ködben és felhőben az alkotó vízcseppek nagyságának a meghatározását. A készülék segítségével a közlések szerint a ködzónák térbeli és időbeli alakulása jól elemezhető.

Hasonlóképpen irányítási vonatkozásúak azok a kutatások is, amelyeket az Egyesült Államok haditengerészete kezdeményezett. A tengeralattjárók fedélzetén telepített YAG-laserrel keltenének impulzus-sorozatokat. Ez a laser alkalmas lehet felderítő, összeütközést elhárító, úgyszintén a víz alattt mozgó jármű tengerfeneket követő mozgását irányító feladatok végrehajtására. Vannak olyan tervek is, hogy a berendezést hidrolokátorral párosítják, és így torpedóirányító rendszert hoznak létre.

A laserpuska

Bizonyára a fegyverzet területén lesz majd a legfeltűnőbb a lasertechnika megjelenése, bár ez az alkalmazás még meglehetősen távolinak tűnik. Nehézségeket jelent a laser-villanófény létrehozásához szükséges energia előállítása – a tápforrás súlyának és méreteinek ugyanis a hordozhatóság követelménye határt szab. Ehhez járul még, hogy a lasersugár hatásosságát, a sugár intenzitását a légköri elnyelés, szórás és visszaverődés csökkenti.

Már évekkel ezelőtt a Maser Optics amerikai cég kidolgozott egy *laserpuskát,* amellyel a philadelphiai arzenálban végeztek kísérleteket. A 10 kp súlyú tápforrást a lövész a hátán hordozza; a telep kereken tízezer villanó fény előállításához szolgáltat energiát, a „tűzgyorsaság" hat „lövés" percenként. A laserpuska működési elve egyébként a szokásos rubinlaserekétől nem különbözik; az objektívből kilépő sugarat nem fókuszolják, hanem párhuzamos nyalábot alakítanak ki.

A zajtalanul működő laserpuskával rövid távolságon sikerült robbanóanyagokat felrobbantani, továbbá fát, ruházatot és járművek üzemanyagtartályait felgyújtani. Állatkísérletekkel vizsgálták a *lasersugarak hatásait* az élő szervezetre. Különösen a szem érzékeny a sugárhatások iránt: ha a recehártyára fókuszolt sugárzás teljesítménysűrűsége az 5.10^{-6} J/cm^2 értéket meghaladja, akkor gyógyíthatatlan sérülések állnak elő. Kisebb intenzítású lasersugárzás is oly nagy mértékben káprázttat, hogy az ellenség harcképtelenné válik.

Hangsúlyoznunk kell, hogy a kísérleti laserpuska nagyobb távolságon nem hatásos, viszont kisebb távolságokon a hagyományos fegyverekkel leküzdhető. Hadihasználhatóvá csak akkor válhat, ha sikerül majd a kellő nagy hatótávolságú, emellett kis méretű és súlyú tápforrásokkal működtetett típusokat kialakítani.

Gyakorló készülékek

Említést érdemelnek azok a tervek, amelyek a kiképzésben alkalmaznák a lasertechnikát. Az eddigi fejlesztés alapján már sikerült többé-kevésbé megbízhatóan működő *gyakorló készülékek* prototípusát kipróbálni.

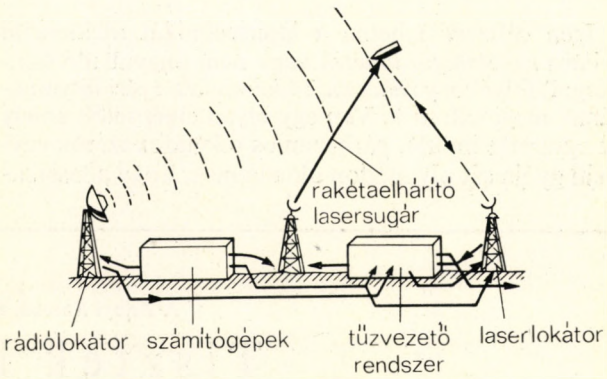
Az egyik ilyen készülék *harckocsi* tornyába építhető be a fedélzeti géppuska helyett. A készülékből egy erősen fókuszolt lasersugár lép ki, mely a céltáblán látható találatot mutat, utánozva a valódi fegyverből leadott lövés találatképét. A lőkiképzés ilyen módon – legalábbis jelentős részében – lőszerfelhasználás nélkül hajtható végre.

Szó esik a *lövészfegyverek*re szerelhető szilárdtest-laseres készülékek létrehozásáról is, amelyek tömeges használata valóságos harci helyzetek szimulálására adna módot. A kibocsátott sugarat a laser modulálása révén kódolnák, s így minden egyes laserrel „tüzelő" lövész egyénileg megjelölhető volna. A gyakorló egységet fotodetektorokkal szerelnék fel, amelyek a lasersugarak felfogására szolgálnának. A detektorok észlelte jeleket erősítés után egy logikai áramkörbe vezetnék, mely a kódot kimutatná, s ezáltal a lövészet eredményeit egyénileg – digitális kijelzéssel – értékelhetnék.

Vizsgálják annak lehetőségét is, hogy az említett elv alapján a *légilövészet* céljainak megvilágítására és a lövészet szimulálására állítsanak elő gyakorló készülékeket. Valamennyi ilyen laseres berendezésben a kilépő sugárzás teljesítménysűrűsége jóval kisebb az előzőkben említett határértéknél, tehát különösebb védő intézkedések szükségtelenek.

Laserek a rakétavédelemben

Az előbb tárgyalt laserpuskához hasonlóan viszonylag korai a lasertechnika rakétavédelmi alkalmazásának a gondolata is: már a hatvanas évek elején felvetették, hogy az új eszközre kiemelkedő szerep vár a támadó hadászati rakétafegyverek robbanófejeinek elfogásában. Egy ilyen *laseres elfogórendszer* (5. ábra) alapelve egyszerű: a robbanófej távoli felderítésére és hozzávetőleges helymeghatározására mikrohullámú rádiólokátorok rendszere szolgál, barát-ellenség felismerő rendszerrel egyesítve, a távolság és a koordináták szabatos megállapítására pedig laser-lokátor; ez utóbbi által szolgáltatott adatok a tűzvezető rendszerbe jutnak, mely irányítja a robbanófejet elpusztító vagy harcképtelenné tevő lasersugár-adót.



5. ábra: Laseres rakétavédelmi elfogórendszer elvi vázlata

Az egykori „halálsugár" elképzelések modern változata azonban a jelenlegi technikával még nem valósítható meg. A realizálás nehézségeire annak idején már Thirring professzor, a világhírű osztrák fizikus rámutatott. Gondolatmenetét egy egy számpéldán szemléltetjük.

A robbanófej külső köpenye súlyát 100 kp-nak véve, ennek megömlesztéséhez mintegy 25600 kcal, vagyis nagyjából 30 kWh munka szükséges. Az 50 km magasságban mozgó test egy perc leforgása alatt végrehajtott elpusztításához ezek szerint közelítőleg 1800 kW teljesítményre volna szükség. Ha a lasersugár divergenciája mintegy 0,3 mrad, akkor 50 km-en a nyaláb keresztmetszete már 150 m^2, mintegy kétszázszorosa a robbanófejének. A szükséges laserteljesítmény (egy perces folytonos üzemben) az említett 1800 kW kétszázszorosa, vagyis 360 MW volna!

Ez idő szerint ilyen teljesítményt folytonos üzemmódban működő laserrel nem tudnak előállítani, ráadásul a nagy teljesítményű laserek hatásfoka ma még rossz, s divergenciájuk is legalább egy nagyságrenddel nagyobb a Thirring-féle példában említettnél. Ezeket a nehézségeket növeli, hogy a hatalmas sebességgel száguldó robbanófejet a pusztító lasersugárral szabatosan követni kell, hiszen ha csak rövid időre is „kicsúszik" a test a sugárkúpból, a megömlesztési folyamat félbeszakad. A rendszer energiaellátása is megoldatlan kérdés.

Van olyan elgondolás is, amely a robbanófej elpusztításához nem igényel különösebben nagy teljesítményű laserberendezést. A ballisztikus pályán a légkör sűrűbb rétegeibe behatolt, visszatérő robbanófejet pozitív és negatív töltésű részecskék keveréke, más szóval plazma veszi körül. A tűzvezető rendszer kibocsátotta lasersugár hatására a plazmában a gömbvillámhoz hasonló jelenség lép fel, s ennek hatása a robbanófejet elpusztítja. Ez a leküzdési módszer még további vizsgálatokat kíván.

Bár nem rakétavédelmi technika, de hasonlóságánál fogva itt kell megemlíteni az Egyesült Államokban végzett *repülőgép-elfogási kísérletet*. Itt a gép lezuhanását azáltal idézték elő, hogy lasersugárzással a fedélzeti elektronikus rendszert megbénították.

Megállapítható, hogy a lineáris rakétavédelmi technika kifejlesztésére nagy erőfeszítéseket tesznek, s távlatban elképzelhető, hogy újabb lasertípusokkal eredményhez fognak jutni.

Egyéb felhasználási területek

Igen célszerű lehetne a lasertechnikát alkalmazni szilárd *rakétahajtó-töltetek* vagy nem öngyulladó (ahipergol) folyékony *rakétahajtó-keverékek* égési folyamatának megindítására. Van egy olyan elképzelés, amely az egyszerre induló, párhuzamos rakétafokozatok egydejű gyújtását oly módon oldaná meg, hogy a lasersugarat tükörrendszerrel annyi ágra bontaná szét, amennyi a párhuzamos fokozatok száma. Ezzel a módszerrel a rakétaindítás egyik nagy nehézségét lehetne felszámolni.

A laserrel mint gyújtóeszközzel egy másik feladat is teljesíthető. Ismeretes, hogy a termonukleáris folyamatok csak rendkívül nagy, több millió fokos hőmérsékleten indulnak meg. Ezért a hidrogénbombák működését a szerkezetbe épített közönséges (egyfázisú) atombomba robbantásával indítják. Kísérleteket folytatnak olyan irányban, hogy a termonukleáris folyamat megkívánta hőmérsékletet laserrel hozzák létre. Valószínűleg e feladatra szilárdtest, elsősorban üveg: Nd laserek felelnek meg.

Az igen kis divergenciájú He+Ne gázlaserek kibocsátotta sugarak alkalmasak lehetnek *optikai beszabályozás*hoz, szerelési egységek szabatosan egyenesvonalú elrendezésének ellenőrzéséhez. Ilyen típusú feladatok céljaira már felhasználták ezeket a lasereket az alagútépítésben, továbbá bányák tárnái kihajtásában a fúvógépek irányának nagy pontosságú beállítására. Felvetődött a gondolat, hogy repülőgépfedélzeti gépágyút efféle rendszerrel szabályozzanak be. A rendszer elemei közé tartozik egy elektronoptikai kereső, továbbá egy elektronikus célzókollimátor, amely a gépágyútengelyt meghatározza, végül a mérőlaser, amelyet a repülőgépfegyverzet iránytengelyével párhuzamosítanak. A szabályozással 0,1 vonás pontosságot lehet elérni, ráadásul a műveletet egyetlen kezelő elvégezheti.

Szovjet kutatók a közelmúltban felfedezték az úgynevezett *lumino-hidraulikus* hatást. Ennek lényege, hogy a folyadékokban a lasersugárzás hatására jelentékeny mértékben megnövekszik a nyomás. Feltételezhető ennek az elvnek az alapján egy olyan tengerészeti harceljárás kidolgozása, amelyben a lineáris rendszerrel keltett vízi lökéshullám hatása károsítja, esetleg elpusztítja az ellenség tengeri járműveit vagy más harceszközeit.

Végül néhány mondatban foglalkoznunk kell a laser fejlődési távlataival. A kutatások nyomán már a közeljövőben újabb típusok megjelenése várható. A laser egyes típusainak hatásfoka ma még mindig nagyon alacsony, viszont a félvezető laserek néhány változatával már sikerült 80% hatásfokot elérni. Feltehetően más típusok hatásfoka is javulni fog, s ezzel a tápforrások teljesítménye csökkenthető lesz. Ez különösen a hordozható készülékek konstrukciója szempontjából nagy fontosságú: a súly csökkenésével javul hadihasználhatóságuk.

A lasertechnika lankadatlanul folytatja egy évtized óta tartó diadalútját, s egyre újabb területeket hódít meg magának. A békés célú alkalmazások is közvetlenül vagy közvetett formában kapcsolódnak a katonaiakhoz, s vitathatatlan, hogy a következő években további érdekes eredményeknek, a laser fokozottabb térhódításának leszünk a szemtanúi.

A Zrínyi Katonai Kiadó legújabb kiadványa

Tisztek kézikönyve

Kötve 424 oldal, ára 36,– Ft

ÁCS IMRE
okl. vegyészmérnök
kenéstechnikai szakmérnök

A hidromechanikus sebességváltók kenéstechnikai kérdései

A járműgyártás egyik jellemző fejlődési irányzata, hogy egyre szélesebb területen használnak hidrodinamikai elven működő fokozat-nélküli nyomatékváltókat a mechanikus sebességváltók helyett vagy velük kombináltan. Ezek a berendezések a sebességfokozatok lépcsőzetes kézi kapcsolását szükségtelenné teszik, megkönnyítve ezáltal a vezető munkáját. Az erőátadás sima és lökésmentes, kíméli a motort és az erőátviteli szerveket, a rángatásmentes gyorsításokkal pedig az utasokat is. A különféle szerkezeti megoldású automata sebességváltók jó szolgálatot tesznek a személygépkocsikon úgyanúgy, mint a nehéz teherautókon, a városi autóbuszokon, a Diesel-mozdonyokon, a mezőgazdasági traktorokon vagy a harckocsikon. Az automata sebességváltókkal ellátott járművek száma és részaránya egyre növekszik.

A hidraulikus nyomatékváltók és tengelykapcsolók működése

A legegyszerűbb, ún. Föttinger-féle hidraulikus nyomatékváltó szerkezetét és működését az 1. ábra szemlélteti. Három lapátkoszorúja van: a szivattyú, a turbina és a rögzített vezetőkerék. A lapátkoszorúk által alkotott gyűrűteret folyadék tölti meg. A szivatytyúkereket a motor főtengelye forgatja. Forgás közben a centrifugális erő hatására a munkafolyadék a szivattyú lapátkoszorújából a turbinába áramlik és ennek lapátjaira nyomást gyakorolva, forgásba hozza a turbinakerekeket, vele együtt a kimenő tengelyt is.

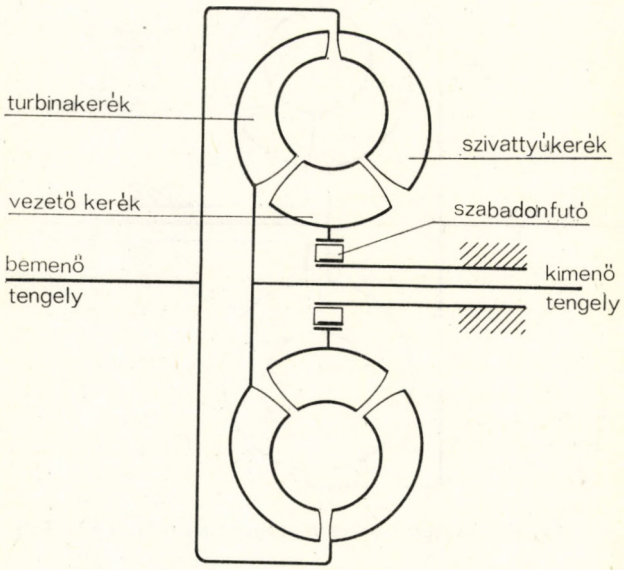
A turbinából az olaj a vezetőkerék lapátjaira folyik rá, majd itt irányt változtatva visszajut a szivattyú lapátkoszorújába. Az irányváltozás következtében a vezetőkeréken reakciónyomaték ébred, amelyet a folyadék a turbinakeréknek közvetít; ez összegeződik a szivattyúkerék által átadott nyomatékkal. Ezáltal a kimenő tengelyen nagyobb lesz a nyomaték a bemenő tengelyénél; a nyomatéknövekedés mértéke a folyadék eltérítésétől függ.

A hidraulikus nyomatékváltók hatásfoka 85–90%, vagyis kisebb a mechanikus rendszerűek 95–98%-os hatásfokánál; ilyenformán használatuk a normális üzemben nem gazdaságos. Előnyeik induláskor, gyorsításkor, terepen, valamint a gyakori megállásokkal és lassításokkal tarkított üzemben használhatók ki. Állandó üzemi sebességen rendszerint vagy kikapc.solják a hidraulikus nyomatékváltót, vagy áttérnek a hidraulikus tengelykapcsoló-üzemre, amellyel jobb hatásfok érhető el.

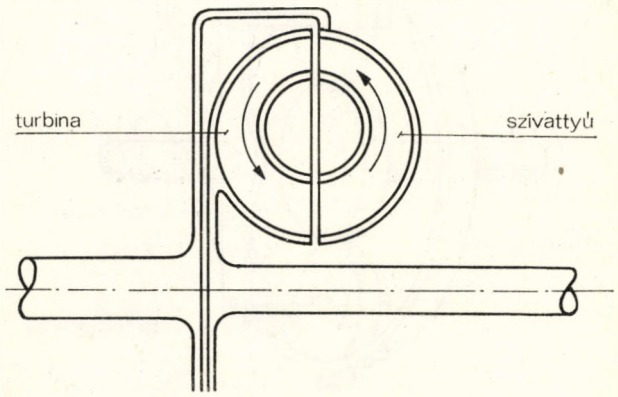
A hidraulikus tengelykapcsoló, amelynek szerkezetét és jelleggörbéit a 2. ábrán láthatjuk, hasonló elven működik, mint a nyomatékváltó, de hiányzik belőle a vezetőkerék, ezért a bemenő forgatónyomaték megegyezik a kimenővel, bár a kimenő tengely fordulatszáma kisebb. Az indulási szakasz utáni normális üzemben hajtott tengely fordulatszám-elmaradása – szlipje – nem nagy. Ilyenkor az energiaátalakulás vesztesége csekély, és így a hatásfok eléri a 95–97%-ot. A hidraulikus kapcsoló igen kedvező vonása, hogy a motor főtengelyének torziós lengéseit nem adja tovább a hajtóműnek, és így kapcsolt lengések nem alakulnak ki.

A hidraulikus tengelykapcsoló és nyomatékváltó előnyeit egyesíti a 3. ábrán bemutatott Trilok-rendszerű nyomatékváltó, amelynek vezetőkereke szabadonfutóval kapcsolódik. Nyomatéknöveléskor ún. váltóüzemben a vezetőkerék áll, kapcsolóüzemben pedig a vezetőkerék is forog. Nagyobb n_2/n_1 fordulatszámviszonyokon jobb a hatásfoka az egyszerű nyomatékváltóénál.

A hidraulikus nyomatékváltó kisebb hatásfokából adódó teljesítményveszteséget a gyakorlatban rendszerint oly módon mérséklik, hogy az önműködő erőátviteli szerkezetben egybeépítenek sorba kapcsolva egy hidraulikus nyomatékváltót, továbbá egy két- vagy



1. ábra: A Föttinger-féle hidraulikus nyomatékváltó elvi vázlata

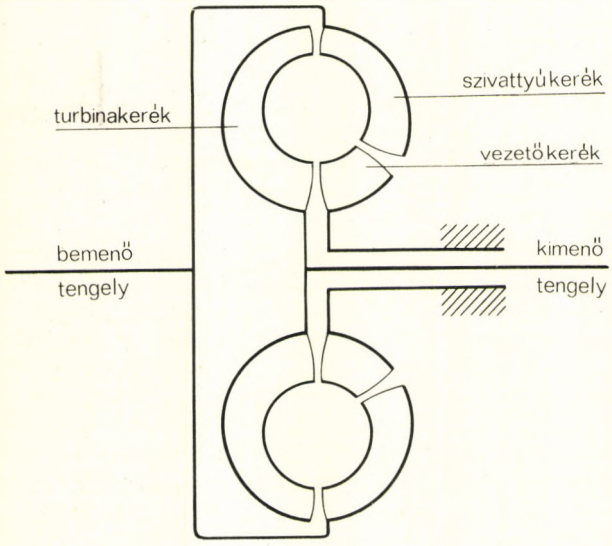


2. ábra: A hidraulikus tengelykapcsoló elvi vázlata

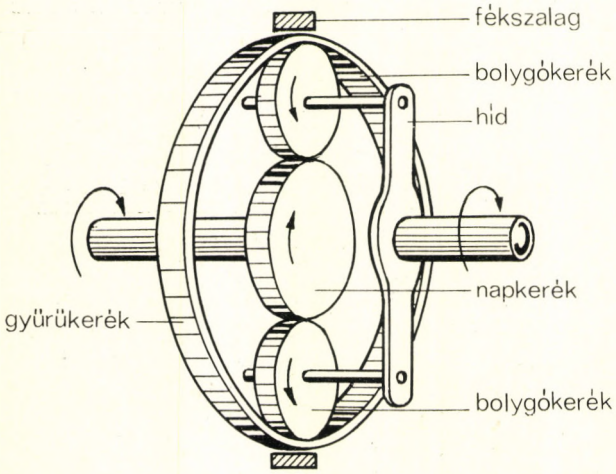
háromfokozatú mechanikus sebességváltót. Ilyen ún. hidromechanikus hajtóműve van többek között a Csajka gépkocsinak is; itt a hidrodinamikus nyomatékváltóhoz egy háromfokozatú bolygóműves mechanikus sebességváltó csatlakozik. Ez a kombináció azért is szükséges, mert egy hidraulikus vagy egy mechanikus fokozat egymagában csak nagyjából kétszeres nyomatéknövelést képes létrehozni, viszont a két fokozat együtt mintegy négyszeres motornyomatékkal hajtja a gépkocsi kardántengelyét. Az ilyen szerkezetek aránylag jó hatásfokúak és üzembiztosak, s éppen ezért igen kedvelik őket.

Az önműködő erőátviteli egységben a hidraulikus nyomatékváltó kiegészítésére igen alkalmasak a bolygóműves sebességváltók, amelyek elvi felépítéséről a 4. ábra ad képet. Az ilyen konstrukciók többféle nyomaték-módosításra adnak módot aszerint, hogy az egyes alkatrészek közül melyek lesznek a hajtó, a hajtott, vagy az álló elemek; ezt fékszalagokkal vagy súrlódó tárcsákkal lehet szabályozni.

A gyűrűkerekeket lefékezve és a napkereket forgatva, a bolygókerekek keringeni fognak, és magukkal viszik a hídat, amely a kimenő tengelyt lassító áttétellel hajtja. Ha viszont a napkerék forgása közben nem a gyűrűket fékezik, hanem a bolygókerekek legördülését akadályozzák meg, akkor az egész szerkezet egy egységként forog és közvetlen hajtásban működik.



3. ábra: Trilok-rendszerű hidraulikus nyomatékváltó elvi vázlata



4. ábra. Egyfokozatú bolygóműves sebességváltó elvi vázlata

A bolygóművek súrlódó elemei ugyanabban az olajban helyezkednek el, amely a hidraulikus nyomatékváltó munkafolydéka és amely egyúttal a mechanikus rész fogaskerekeit is keni, ennélfogva súrlódási tényezőjük lényegesen kisebb a száraz tengelykapcsolókénál. Emiatt a bolygóművek fékszalagjait, tengelykapcsolótárcsáit általában fémkerámiából készült betétekkel látják el; ezek az olajos közegben is megfelelő súrlódóerőt szolgáltatnak.

A fékszalagok és súrlódótárcsák be- és kikapcsolását többnyire hidraulikus szerkezet vezérli, amelynek működéséhez a szükséges nyomást fogaskerékszivattyú állítja elő. A rendszerben ezenkívül megtalálhatók a szokásos hidraulika-elemek: munkahengerek, dugatytyúk, szelepek, tömítőelemek stb.

Az olaj üzemi viszonyai a hidromechanikus hajtóművekben

A hidromechanikus hajtóműveknek közös olajterük lévén, ugyanazzal az olajjal üzemel a hajtómű valamennyi eleme: a hidrodinamikus nyomatékváltó szivattyúja és turbinája, a bolygóműves sebességváltó kerék- és csapágyrendszere, valamint a vezérlés hidraulika-rendszere.

A hidraulikus nyomatékváltóhoz kapcsolt bolygóműves sebességváltóban az olaj üzemi viszonyai hasonlóak a szokásos mechanikus sebességváltóban kialakuló körülményekhez. A hajtó és a hajtott tengelyek között egyszerre 2–4 bolygókerék közvetíti a terhelést, ezért itt kisebb fognyomások lépnek fel, mint a fogaskerekes váltóművekben. Míg a közepes teherbírású gépjárművek szokásos sebességváltóiban a fognyomás 5000–12 000 kp/cm^2 között változik, a nehéz járművekben pedig eléri a 20 000 kp/cm^2-t, addig a bolygóművekben a 6000–8000 kp/cm^2 értéket nem haladja meg.

Mindez azonban még nem jelenti azt, mintha a fogaskerekek üzemi viszonyai a bolygóműves váltóműben enyhébbek volnának, mint a szokásos mechanikus sebességváltóban. A hidromechanikus sebességváltó fogaskerekeinek igénybevételét ugyanis nemcsak az átadott maximális forgatónyomaték határozza meg, hanem azok a járulékos terhelések is, amelyeket a váltómű forgó tömegeinek tehetetlenségi hatása kelt és amelyek az egész jármű haladó mozgásából származó tehetetlenségi erőkből adódnak. Ezek viszonylag nagy fogaskerék-terheléseket okoznak.

A kapcsolódó fogak siklási sebessége mind a bolygóműves, mind a fogaskerekes váltóművekben 5 m/sec körül van.

Az olaj hőmérséklete a hidromechanikus hajtóműben tág határok között változik. Az alsó határt a környezeti hőmérséklet, a felsőt a konstrukciós sajátosságok és az útviszonyok határozzák meg.

A mechanikus sebességváltótól eltérően a hidromechanikus hajtómű melegedését mindenekelőtt a nyomatékváltó szivattyújában és turbinájában nagy sebességgel és hirtelen irányváltoztatásokkal áramló olaj

belső súrlódása okozza. Az olajhőmérséklet általában 90–130 C°, de különösen nehéz körülmények között, helyi túlhevülések következtében átmenetileg elérheti a 150 C°-ot is, vagyis számottevően nagyobb a mechanikus sebességváltó 60–70 C°-os üzemi hőmérsékleténél.

A hidromechanikus hajtómű olaja iránti követelmények

A hidromechanikus hajtóművek konstrukciós sajátosságai és egyes elemeinek különböző jellege az olaj iránt igen szigorú, sőt bizonyos tekintetben ellentmondó követelményeket szabnak meg.

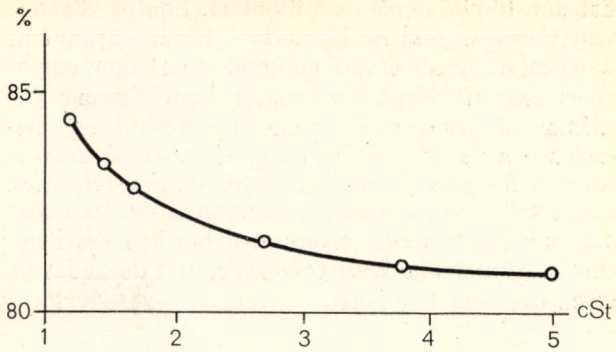
Az olaj egyik legfontosabb üzemi jellemzője a viszkozítás és ennek hőmérsékleti függése. Törekednek arra, hogy az olaj viszkozitási indexe nagy legyen, ez ugyanis azt jelenti, hogy a mondott hőmérsékleti függés nem jelentékeny. Ez egyrészt azért fontos, mert ekkor a hidrodinamikus nyomatékváltó valamennyi hőmérsékleti tartományban jó hatásfokkal üzemel, másrészt a hidraulikus vezérlés és a bolygómű üzeme megbízhatóbb.

A hidraulikus nyomatékváltóban az olaj áramlási sebessége eléri a 80–100 m/sec értéket. Avégből, hogy ilyen körülmények között jó hatásfok legyen elérhető, kis viszkozítású olaj használata szükséges. Az 5. ábra az elérhető legnagyobb hatásfok és a viszkozitás közötti összefüggést szemlélteti. Szembeötlő, hogyha 5,0 cSt helyett 1,2 cSt viszkozitású olajat használnak, akkor a hatásfok 81%-ról 84%-ra növekszik. Hasonló az olaj melegedése folytán bekövetkező viszkozitás-csökkenés hatása is: az üzemi hőmérsékletnek 30 C°-ról 90 C°-ra emelkedése a hatásfokot 5–7%-kal javítja. A hatásfok növekedésének eredménye az üzemanyag-megtakarítás és nagyobb vonóerő, a gépkocsi dinamikusabbá válik, az emelkedőket könnyebben veszi.

A viszkozitás túlzott csökkentése is kedvezőtlen. Bizonyos mértékben viszkózus olajra van szükség, hogy a tömítéseknél ne legyen nagy a szivárgás, s hogy a fogaskerekek, csapágyak hidrodinamikai kenése minél nagyobb mértékben megvalósulhasson. A nagyobb viszkozitású olaj azonban nemcsak a hatásfokot rontja, hanem az áramlás megszakítását, kavitációt s vele a hidraulikus nyomatékváltó üzemzavarát idézi elő, emellett a megnövekedett folyadéksúrlódás lassítja a vezérlés reagálását és csökken az elérhető nyomatékmódosítás is.

A gyakorlatban többnyire kompromisszumos megoldásokhoz folyamodtak; ezek persze az ellentétes viszkozitási igényeket nem tudják teljesen kielégíteni. A szakirodalomban még ma sem egységesek a nézetek, hogy milyen legyen a használandó olaj viszkozitása. Általában 6 és 12 cSt közötti 99 C°-os (210 F°-os) értékeket tartanak célszerűnek. Példaképpen megemlítjük, hogy az amerikai *Automatic-Transmission-Fluid Type A Suffix A* előírás, amelyet több nyugateurópai ország is elfogadott, 7–7,5 cSt-ban adja meg a 99 C°-os viszkozitást.

Általános a törekvés, hogy mély legyen az olaj dermedéspontja és csekély a hidegviszkozitása. Ekkor ugyanis hidegben a jármű könnyen indul és a szivattyúk sincsenek túlterhelve. Az említett előírás –17,8 C°-ra (0 F°-ra) 1400–1700 cSt viszkozitás-értéket szab meg.



5. ábra: A hidraulikus nyomatékváltó hatásfokának függése az olaj viszkozitásától

További fontos felhasználási tulajdonság az olaj kopásgátló hatása. A kenőfilmnek meg kell akadályoznia, hogy a bolygómű-fogaskerekek, a szabadonfutógörgők, a fékszalagok, a csapágyak, a kapcsolótárcsák, a fogaskerék-szivattyúk és egyéb alkatrészek súrlódó felületei közvetlenül érintkezzenek egymással. Ez feltétele a hajtómű tartós és zavarmentes üzemének. Megnehezíti a megfelelő olaj és különösen az adalék kiválasztását, hogy a hidromechanikus hajtóműben a súrlódó párok többféle változata (acél acéllal, acél bronzzal, acél fémkerámiával, stb.) dolgozik együtt. Az az adalék, amely két acélfelület között kopásgátlóként jól megfelel, teljesen hatástalan lehet, ha az acél pl. bronzfelületen súrlódik és viszont. Ezért olyan adalék-kombinációkat kellett kialakítani, amelyek hatékonyan csökkentik a hajtómű különböző anyagból készült súrlódó alkatrészeinek kopását is.

Bonyolítja a feladatot, hogy a kopásgátló tulajdonság növelésének nem szabad együtt járnia a súrlódás azonos mértékű csökkenésével, vagyis az olajtól bizonyos súrlódó hatást is meg kell követelni; ez avégből szükséges, hogy a fékszalagok és a dörzstárcsák megfelelően tapadjanak. Az olajjal kell elérni a frikciós elemek közötti viszonylag nagy (μ = 0,1...0,18) súrlódási tényezőt. Ha $\mu < 0{,}1$ értékű a súrlódási tényező, akkor a frikciós elemek csúsznak egymáson, ez pedig túlhevülést és időelőtti elhasználódást okoz. A $\mu > 0{,}18$ értékű súrlódási tényező viszont nem teszi lehetővé a síma, rángatásmentes kapcsolást.

A magas, gyakran 100 C°-ot meghaladó üzemi hőmérsékleten az olaj viszonylag sok levegővel érintkezik. Egyrészt emiatt, másrészt a különböző fémek katalitikus hatása folytán az olajat mind tömegében, mind vékony rétegben, mind olajköd alakjában sokkal nagyobb mértékű oxidáció éri, mint a hagyományos mechanikus sebességváltókban. A hidromechanikus hajtómű egyes elemeinek (pl. a fékszalagoknak, a kapcsolótárcsáknak) normális működését gátolja az oxidáció, amelynek mértékét a hajtómű konstrukciója és az üzemi viszonyok is befolyásolják. Például a gyakori megállásokkal tarkított városi közlekedésben gyorsabb az olaj oxidációja, mint a viszonylag egyenletes terhelésű országúti üzemben. Az oxidáció lassítása, a lakklerakódás és az iszapképződés megakadályozása végett az olaj oxidációgátló inhibitort és detergens adalékanyagokat tartalmaz.

A hidromechanikus hajtómű normális üzeméhez meghatározott mennyiségű olaj szükséges. Az állandó folyadékszint csak akkor van meg, ha az olaj üzem

közben a tömítéseknél nem folyik el. Fontos követelmény, hogy az olaj ne károsítsa a tömítőanyagokat, ne okozzon olyan mértékű gumiduzzadást vagy zsugorodást, amely szivárgáshoz vezet. A tömítőelemeket érő hatás az olaj és a gumi kémiai összetételétől függ, nevezetesen a paraffin-bázisú (nagy viszkozitási indexű) párlatok főleg zsugorítják, a naftén-bázisú termékek pedig inkább duzzasztják a gumitömítéseket. Az olajat és a gumialkatrészeket olyan anyagból kell készíteni, hogy zsugorodás ne következzék be, és a duzzadás ne legyen nagyobb 1–6%-nál.

I. táblázat

A Hidrofluid A és Hidrofluid B minőségi előírásai

Jellemzők	*A*	*B*
Sűrűség 20 C°-on	0,885	0,885
Viszkozitás 100 C°-on [cSt]	7,0 – 8,0	5,0 – 6,0
50 C°-on [cSt]	25 – 30	18 – 22
Viszkozitási index	>130	>105
Lobbanáspont [C°]	>180	>180
Dermedéspont [C°]	< – 35	< – 35
Korróziós próba 100 C°-on 3 h	kiállja	kiállja
szobahőmérsékleten 24 h	kiállja	kiállja
Mechanikai szennyeződés [%]	<0,007	<0,007
Habzási hajlam 20 l/h levegőátvezetéssel, 110 C°-on		
habtérfogat [ml]	<300	<300
habeltűnés ideje [sec]	<30	<30
Mechanikai (nyírási) stabilitás	megfelelő	megfelelő

II. táblázat

A VNII NP–1 olaj fontosabb minőségi mutatói

Jellemzők	Értékek
Viszkozitás [cSt]	
50 C°-on	23 – 30
– 20 C°-on	<2100
Az 50 C°-os viszkozitás aránya a 100 C°-oshoz	<3,7
Vízoldható sav- és lúgtartalom	nincs megengedve
Mechanikai szennyeződés	nincs megengedve
Víztartalom	nincs megengedve
Lobbanáspont [C°]	>175
Dermedéspont [C°]	< – 35
Sűrűség 20 C°-on	>0,855

Minthogy az olaj a hidromechanikus váltóműben teljesítményátadó munkaközeg is, szükséges, hogy homogenitása üzem közben ne változzék, ne lépjen fel nagymértékű habképződés. Teljes habmentesség nem érhető el, hiszen a hidraulikus nyomatékváltóban a nagy sebességű örvénylő mozgás folytán diszperz eloszlású levegő kerül az olajba, amely a felszínre törekedve habot hoz létre. A habképződés csökkentése végett törekedni kell arra, hogy ez a levegőleadás minél rövidebb ideig tartson. Ha a habképződés számottevő, akkor a hidraulikus nyomatékváltóban nyomásingadozások lépnek fel, és a kimenő nyomaték is periodikusan változik.

Megkívánják még a könnyű kezelhetőséget is: az olaj ne legyen mérgező és jól lehessen felismerni. Egyes gyártmányok ezért festéket tartalmaznak, amely nemcsak a könnyebb megkülönböztetést segíti elő, hanem a színerősségből az olaj elhasználódásának a mértékére is következtetni lehet.

A hajtóműolaj előállítása

Látni való, hogy a mondott követelmények szigorúsága és ellentmondásossága főként onnan ered, hogy a hidromechanikus váltómű olaja több szerepet tölt be: amellett, hogy hidraulikus munkafolyadék, el kell látnia a mechanikus hajtómű gépelemeinek a kenését is. A feladat kenéstechnikai szempontból nagyon egyszerű volna, ha a két célra két különböző olajat lehetne használni. Minthogy azonban a hidromechanikus váltómű egységes kenőrendszerrel szerkezeti egységet alkot, ez az út nem járható. Ugyancsak nem alkalmasak erre a célra a szokásos módon gyártott eltérő rendeltetésű olajfajták. Azok a próbálkozások sem vezettek eredményre, amelyek egy hígabb és egy viszkózusabb olaj keverésével igyekeztek használható termékhez jutni. A tapasztalatok szerint a feladatot megfelelő alapolaj kiválasztásával, alkalmas finomítási technológia és adalékok kialakításával és ezek alapján különleges új olajfajta kifejlesztésével lehet csak megoldani.

Az intermedier-bázisú nyersolaj felel meg leginkább az alapolaj előállítására. Az ilyen nyersolajból származó szűk forrásponthatárú könnyű párlat igen jól bevált. A paraffin-bázisú termékeket csak költséges eljárásokkal lehet annyira paraffinmentesekké tenni, hogy viszkozitásuk független legyen a nyírófeszültségtől. Nafténbázisú nyersolajból viszont nagyon kis hozammal lehet a megfelelő oxidációs stabilitású és viszkozitási indexű alapolajat kitermelni. Az intermedier nyersolaj hiányát paraffin- és nafténbázisú párlatok együttes felhasználásával hidalják át.

A következő lépés a megfelelő finomítási eljárás és intenzitás kiválasztása. Az olajtól hosszú, 100 000–150 000 km-es (2000–3000 üzemórás) csere nélküli élettartamot követelnek, ezért fontos, hogy üzem közben – még az oxidációnak kedvező körülmények között is – csak kis mennyiségben keletkezzenek üledéket alkotó szilárd fáradási termékek. Ezt a célkitűzést olyan intenzív kénsavas vagy oldószeres finomítással lehet elérni, amelyet más olajfajták gyártásakor már túlfinomításnak tekintenek. A finomításnak ezt a fokát az a követelmény is indokolja, hogy a gumiduzzadást keltő aromás tartalom a minimumra csökkenjen.

A túlfinomítás azonban rontja az oxidációs stabilitást, mert az olajban levő természetes oxidációgátló vegyületeket eltávolítja. Ezt nagyobb mennyiségű oxidációs inhibitorral kell ellensúlyozni.

Kívánatos, hogy már az alapolajnak magas legyen a viszkozitási indexe és mély a dermedéspontja; ezek a feltételek intenzív paraffin-mentesítéssel érhetők el. A szükséges viszkozitást polimer adalékkal állítják be, amely nemcsak viszkozitás-növelő hatású, hanem a viszkozitás-hőmérsékleti tulajdonságok javításán kívül a dermedéspontot is csökkenti.

A gyártás utolsó fázisa az adalékolás. A már említett oxidációs inhibitorokon, viszkozitás-, viszkozitási index-növelőkön és dermedéspont-csökkentőkön kívül általában korróziógátló, habzásgátló, kenőképességjavító, kopáscsökkentő és detergens (lerakódás-gátló) adalékokat, esetleg festéket szoktak használni.

A sebességváltók olajai

A hidromechanikus sebességváltókhoz kialakított különleges hazai olajfajták a *Hidrofluid A* és a *Hidrofluid B*. Az előbbi a gépkocsik hidromechanikus sebességváltóihoz készül, az utóbbi pedig a nagyobb teljesítményű hidrodinamikus erőátviteli berendezésekhez, pl. a Diesel-mozdonyok nyomatékváltóihoz. Minőségi mutatóikat az I. táblázat foglalja össze.

Mindkét olajfajta habzás-, korrózió- és kopásgátló, továbbá két típusú oxidációgátló adalékot, úgyszintén nyírásstabil viszkozitásindex-javítót tartalmaz. Használhatók −30 és +50 C° között; nagy viszkozitási indexük következtében viszkozitásukat csak kevéssé változtatják a hőmérséklettel. Mivel nagy a hőstabilitásuk és az oxidációs stabilitásuk, ezért gyakorlatilag üledékmentesek, habzásra nem hajlamosak és nagy terhelések közben is kopáscsökkentő hatásúak.

A hidraulikus nyomatékváltókhoz kifejlesztett szovjet olaj jelzése *VNII NP–1;* minőségi mutatóit a GOSZT 10660–63 szabvány írja elő. Ezek közül a fontosabbakat a II. táblázat tünteti fel. Az említett szabvány előírja még az olaj korrózióállóságát, oxidációs stabilitását, habzásmentességét, gumikímélő és kopásgátló hatását is.

A *VNII NP–1* olaj minőségét tekintve közel áll a *Hidrofluid A* típusúhoz. Alapolaja kénes nyersolajból intenzív oldószeres finomítással és paraffinmentesítéssel készült kisviszkozitású (50 C°-on 11–14 cSt) párlat, amelynek lobbanáspontja legalább 175 C°, dermedéspontja legfeljebb −28 C°, anilinpontja pedig legalább 96 C°. A magas anilinpont azt célozza, hogy az alapolaj paraffinos jellegű legyen; ez azért szükséges, mert a paraffin-szénhidrogéneknek nagyobb a viszkozitási indexük, mint az aromásoknak vagy a nafténeseknek. A viszkozitási indexet itt ugyan nem írják elő, azonban helyette az ún. viszkozitási hányados szerepel.

A viszkozitás-hőmérsékleti tulajdonságok javítására a *VNII NP–1* olaj 2,4–3,7% 15 000–20 000 molekulasúlyú poliizobutilént, kopásgátlóként 3,5–5% *DF–1* adalékot, oxidációs inhibitorként 0,3% fenil-alfa-naftilamint és végül 0,010–0,012% polimetil-sziloxán habzásgátló adalékot tartalmaz.

Továbbfejlesztett változata az 1967-ben megjelent *A* jelzésű olaj, amelynek minőségi követelményeit a TU 38–1–110–67 műszaki előírás tartalmazza. Alapolaja megegyezik a *VNII NP–1*-ével, a különbség az adalékokban van. A kopásgátló hatást a *DF–1* helyett *DF–11* adalékkal fokozzák, az említett adalékokon kívül lerakódásgátló detergens és polimetakrilát dermedéspont-csökkentő is van az olaj összetételében.

HEGEDÜS NAGY FERENC

1919—1971

LŐRINCZ ISTVÁN

1930—1971

A Haditechnikai Szemle szerkesztő bizottságának két kiváló tagját vesztette el: múlt év november 27-én hirtelen elhúnyt Hegedüs Nagy Ferenc mérnök-alezredes, a Haditechnikai Intézet MSZMP szervezetének titkára, néhány nappal később, december 1-én pedig Lőrincz István mérnök-alezredest régi betegsége elragadta sorainkból.

Hegedüs Nagy Ferenc elvtárs mindössze 52 évet élt. Hazánk felszabadulása előtt munkásként dolgozott, mérnöki diplomáját 1945 után szerezte meg, s 1949-től teljesített szolgálatot a hadseregben. Folyóiratunk munkájának lelkes támogatója volt.

Lőrincz István elvtárs, aki 41 éves korában hagyott itt bennünket, közel két évtizedet töltött a hadsereg szolgálatában. Korai halála az egész magyar katonai sajtó pótolhatatlan vesztesége. A Haditechnikai Szemle egyik legbuzgóbb munkatársának eltávozását gyászolja.

Elvtársaink, barátaink emlékét örökre megőrizzük!

DR. AUJESZKY LÁSZLÓ,
a fizikai tudományok kandidátusa

Az ejtőernyős akciók és a meteorológia

Az ejtőernyős akciók az olyan harci tevékenységek közé tartoznak, amelyek az időjárási körülmények alakulása iránt erősen érzékenyek. Az egyik időjárási tényező, amely számottevően befolyásolja az ejtőernyős akciók eredményét vagy végrehajtásuk célszerűségét, a légkör *átlátszósági foka*. Tudvalévő, hogy a légkörben a látástávolság az időjárás alakulása szerint lényeges mértékben ingadozik. Sűrű ködben a tiszta látás távolsága esetleg nem több egy-két méternél, viszont sarkvidéki eredetű tiszta légtömegben meghaladhatja a száz kilométert is.

Az ejtőernyőugrás végrehajtására sem a túlságosan kis, sem a túlságosan nagy *látótávolság* nem kedvező. Ha a látótávolság igen csekély (például felhőben vagy ködben ugranak), akkor az ugró katona nem tud tájékozódni. Ha az ugrást túlságosan jó látási viszonyok közepette végzik (például hideg szél idején), akkor az akcióról az ellenség is idő előtt tudomást szerezhet. Így alakul ki az ejtőernyőugrás meteorológiájának az a szabálya, hogy a mondott tevékenység szempontjából a legkedvezőbb az az időjárás, amelyben a látótávolság közepes mértékű.

Közepes látótávolság fellépésére elsősorban a szárazföldi eredetű légtömegek uralma idején van kilátás. Az efféle légtömegek porral és füsttel többnyire közepes mértékben szennyezettek, s a tiszta látás távolsága bennük általában mintegy 5–10 km.

A levegő állapota

Az időjárás változatos eseménysorában a földkerekség igen távoli vidékeiről származó *légtömegek* sodródnak hozzánk. Minden hónap folyamán legalább egy-két ízben jutnak el az északi sarkvidékről származó légtömegek Közép-Európába. Nem is mindig csak az északi szél szállítja őket hozzánk, mert a szél a légkörben nem száguld nyílegyenes pályákon, hanem sokszor görbe alakú pályákat fut be. Ez magyarázza, hogy olykor a sarkvidéki levegő nyugati szél alakjában éri el hazánkat. Ez a levegő Földünk olyan területeiről érkezik, amelyeknek a talaját örök hó és jég borítja, ott tehát a talaj nem porlódik el: nem kerül por a levegőbe. A sarkvidéken ipar nem lévén, a levegőt füst sem szennyezi. Ezért a sarkvidéki eredetű levegő igen tiszta, s benne a látási viszonyok igen kitűnőek.

Szárazföldi eredetű légtömegek eléggé gyakran Nyugat-Európából érkeznek hozzánk nyugati szél alakjában. Ritkábban az is előfordul, hogy az eurázsiai szárazföld belsejéből, keleti vagy északkeleti szél formájában hatolnak be a Kárpátok medencéjébe. Az ilyen fajtájú levegőben a látási viszonyok mérsékeltek és így a fentebb kifejtetteknek megfelelően igen kedvezőek az ejtőernyős akciók végrehajtásához.

Magyarországon a leggyakrabban az Atlanti-óceánról származó *tengeri levegő* fordul elő. Ez a levegőfajta keletkezése helyén meglehetősen tiszta, por- és füstmentes, azonban hazánk eléréséig az óceán partjától számítva kereken 1200 kilométer utat tesz meg, erősen lakott ipari jellegű területek felett, ezért hozzánk rendszerint már erősen szennyezett állapotban érkezik meg. Emellett a látási lehetőségeket nagy vízpáratartalma is rontja, ezért az óceáni eredetű levegőben többnyire az ejtőernyős akciók szempontjából kedvező közepes látási viszonyok uralkodnak.

Külön kell megemlékeznük az úgynevezett *szubtrópusi eredetű levegő*fajtáról, mely többnyire Afrikából vagy ritkábban az Atlanti-óceán déli vízterületeiről érkezik hozzánk. A szubtrópusi levegőnek afrikai eredetű része erősen szennyezett sivatagi portömegekkel. Az Atlanti-óceánról származó része eredetileg tiszta állapotú, azonban a levegő hosszantartó vándorlása folyamán utólagosan erősen szennyeződik porral és füsttel. Végeredményben, mire hozzánk, Közép-Európába megérkezik, már erősen szennyezett állapotban van, és átlátszósági viszonyai feltűnően rosszak. Télen többnyire köd képződik benne, nyáron ellenben olyan látási viszonyokat alakít ki, amelyek még közepeseknek nevezhetők, s így az ejtőernyős akciók végrehajtása szempontjából megfelelnek.

Minden nagyobb időváltozásunk lényege, hogy a nálunk tartózkodó levegőfajta eltávozik tőlünk, és helyét egy új levegőfajta foglalja el, amelynek tulajdonságai is, látási viszonyai is mások, éspedig vagy lényegesen jobbak, vagypedig lényegesen rosszabbak, mint az előzetesen fölöttünk elhelyezkedett levegőfajtáé.

A mondott időváltozások legtöbbször nyugat felől, esetleg délnyugatról vagy északnyugatról érkeznek hozzánk. A meteorológiai szolgálatok egyik fő feladata, hogy a vándorló időváltozások bekövetkezését idejekorán bejelentsék azoknak a katonai és polgári szerveknek, amelyek az időjárás alakulásában érdekeltek. A katonai rendeltetésű előrejelzések egyik fontos része a látási viszonyok minden nagyobb megváltozásának az előrejelzése. Ilyen előrejelzések 24 órával előzetesen már meglehetősen jó beválási eredménnyel elkészíthetők. A hosszabb időre szóló előrejelzések azonban egyelőre még meglehetősen bizonytalanul válnak be.

Szélviszonyok

Az ejtőernyőugrás további fontos tényezői a *szélviszonyok*. Szélcsend idején aránylag igen könnyű feladat az ejtőernyővel végzett célugrás. Nehézséget okoz azonban, hogy a szélcsend a légkör felsőbb rétegeiben igen ritkán előforduló állapot. Még olyankor is, amikor a földfelszín közelében teljesen mozdulatlan a levegő, néhány száz méter magasságban rendszerint már élénk szél fúj. Az a légköri jelenség is mindennapos, hogy a szél két egymás feletti rétegben fúj egymásra merőleges irányban, és ritkábban az is előfordul, hogy egymás felett két ellentétes irányú légáramlás helyezkedik el. A légkör mozgási viszonyai

tehát igen szövevényesek, és bonyolulttá teszik az ejtőernyőugró pályáját is.

Viharos szélben a földetérés pillanata kritikus helyzetbe hozza az ugró személyt. Azonnal meg kell szabadulnia az ejtőernyő kötélzetétől, különben a szél által hajtott ejtőernyő végighurcolná a földfelszínen, és súlyos sérüléseket szenvedhetne. A közeli nagyfeszültségű villamos vezetékek ilyenkor még újabb veszélylehetőségeket jelentenek.

A fentiek miatt az ejtőernyős műveletekhez szükség van egyrészt a hirtelen kitörő szélviharok előrejelzésére, másrészt pedig a magasabb rétegekben uralkodó különleges széleloszlás előrejelzésére. A meteorológiai szolgálatok már évtizedek óta foglalkoznak szélprognózisok kidolgozásával. Az előrejelzések elkészítésének alapja az egész Európát felölelő részletes időjárási térkép, amely feltünteti a hozzánk közeledő légtömegek mozgási irányát és sebességét, továbbá alapul szolgál a szél megerősödésének és lecsillapodásának előrejelzéséhez. A prognózis általában 24 órára vagy 36 órára szólhat, de a nagy szélviharok kitörését már 48 órával, sőt néha három nappal korábban is előre lehet látni.

A szélprognózisok elkészítése szempontjából nagy a szerepe az úgynevezett *hőmérsékleti inverziók* fellépésének. Közönséges légállapot idején a légkörben felfelé haladva egyre hidegebb és hidegebb levegőbe jutunk. Az is előfordul azonban (jobbára éjjel és télen), hogy a helyzet ennek a fordítottja: az alsó hidegebb levegőréteg felett egy felső melegebb levegőréteg helyezkedik el. Ezt az állapotot hívják a meteorológusok hőmérsékleti inverziónak vagy magyar elnevezéssel visszás hőeloszlásnak.

A hőmérsékleti inverziókat az jellemzi, hogy az alsó, hideg levegőrétegben többnyire teljes szélcsend vagy csak egészen gyenge légáramlás tapasztalható, felette ellenben, a melegebb rétegben, élénk légmozgás vagy éppenséggel erős szél uralkodik. Ilyenkor tehát a földfelszíni levegőrétegben végzett szélmegfigyelés megtévesztő: azt képzeljük, hogy az egész légkörben nyugalom honol, holott a valóságban ez a nyugalom csak a legalsó talajmenti légrétegben áll fenn. Ez az állapot kivált a téli hónapokban igen gyakran alakul ki.

Csapadékjelenségek, köd- és felhőképződés

Nem egészen közömbösek az ejtőernyőugrás szempontjából a hevesebb *csapadékjelenségek* sem. Erős esőben vagy havazásban egyfelől a látási viszonyok lehetnek igen rosszak, másfelől pedig a leugró katona ruházata és felszerelései kerülhetnek szinte hasznavehetetlen állapotba. Hasonló tekintetből lehet szerepük a talajfelázásoknak, az erős ingoványképződésnek, a folyami kiöntéseknek, az árterületeknek és a nagykiterjedésű belvizeknek, amelyek mind a nagyon kiadós csapadékhullás következtében állnak elő. Ezért adott esetben szükség lehet arra, hogy az ejtőernyős akció számára kiadott meteorológiai prognózisok a kiadósabb csapadékok bekövetkezésére is kiterjedjenek.

A csapadékképződés előrejelzésével bizonyos fokig rokon feladat a *köd- és felhőképződés* előrejelzése. Közép-Európában a ködök nagyrésze olyankor keletkezik, amikor az erősen lehűlt talajfelszín fölé nyugati

vagy déli irányból enyhébb és nagy vízpáratartalmú tengeri eredetű vagy szubtrópusi eredetű levegőfajták érkeznek. A meteorológiai szolgálat feladata, hogy a ködképződés megindulását és megszűnését előrejelezze.

A ködképződés megindulásának előrejelzését a most kifejtett elvek alapján készítik el: meg kell vizsgálni, hogy a talaj felszíne előzetesen mennyire hűlt le, és hogy erre a lehűlt talajra olyan légtömegek érkeznek-e, amelyek sokkal enyhébbek és nagy vízpáratartalmúak.

A köd megszűnésének (szétoszlásának) prognózisában abból indulnak ki, hogy nálunk a köd akkor oszlik el, amikor vagy erős szél érkezik, vagy pedig aránylag gyengébb légáramlással olyan levegő jut el hozzánk, amelynek sokkal kisebb a vízpáratartalma. Az időjárási térképek gondos tanulmányozása mind a két jelenséget előrejelezhetővé teszi. A ködképződésre vonatkozó prognózisok azonban rendszerint csak fél nappal előre készíthetők el.

A felhőképződés előrejelzése főleg azért szükséges, mert az alacsony felhőtakaró alkalmas arra, hogy az ejtőernyős akció első szakaszát elrejtse az ellenséges figyeléstől. Az alacsony felhők mennyiségének előrejelzése a nehezebb meteorológiai feladatok közé tartozik. Ilyen előrejelzések megbízható elkészítése szintén csak fél nappal előre vállalható el.

Amint az elmondottakból kitűnik, az ejtőernyős akciók számára az időjárásnak többféle mozzanatára nézve kell prognózisokat kidolgozni: a meteorológiai szolgálatnak előre kell jeleznie a levegő átlátszósági állapotát, a szélviszonyokat, az egymás felett fekvő levegőrétegek hőmérsékleti különbségeit, a ködképződést, a felhőjelenségeket, és bizonyos esetekben még a hevesebb csapadékjelenségeket is. Éppen ezért az ejtőernyős műveletek céljait szolgáló előrejelzés a katonai meteorológia legbonyolultabb és egyben legérdekesebb feladatai közé tartozik.

a gyakorlatból– a gyakorlatnak

Lőszerek korrózió elleni védelme

Az egyre növekvő mennyiségű lőszer védelme a korrózió ellen minden hadseregben több és több gondot okoz, hiszen a lőszereket évtizedekig kell tárolni anélkül, hogy használati értékük csökkenne. Evégből mindenekelőtt arra van szükség, hogy hosszú évekig kezelés nélkül is raktározhatók legyenek, továbbá – mivel nagyobb mennyiségű lőszert kell hosszabb ideig a szabadban tárolni – nagyok a lőszerek korrózióállósága iránti követelmények a raktározás, a szállítás és felhasználás mindegyik fázisában. Különösen akkor fokozottak ezek a követelmények, ha a lőszert gyakran kell ki- és berakni és szállítani, kiváltképpen gépkocsikon vagy harcjárműveken. Ilyen szállításkor a lőszerek felületén a korrózióvédő anyag jelentékeny mértékű rongálódásokat szenvedhet.

Korrózióvédelmi „tízparancsolat"

A lőszerek korrózióvédelme iránt tehát számos követelmény vetődik fel. A legfontosabbakat az alábbi tíz pontban foglalhatjuk össze:

1) a védőanyagok a légkör agresszív anyagai hatásának, továbbá mechanikai hatásoknak: lökésnek és ütésnek ellenálljanak;

2) egyetemesen felhasználhatók legyenek a védőanyagok a lőszerek bármely felületén, s ne legyen szükség a részfelületeknél semmilyen további kezelésre;

3) a felhasznált védőanyagok víztaszítók, vizet és vízgőzt át nem eresztők legyenek;

4) a védőanyagok felhasználása a lehetőségekhez képest ipari módszerekkel történjék, a lőszer a csapatnál vagy ne igényeljen utókezelést, vagy ha az utókezelést mégsem lehetne elkerülni, ez egyszerű eszközökkel és módszerekkel legyen elvégezhető;

5) a korrózióvédelmi költségek álljanak arányban a megvédendő tárgy értékével;

6) a korrózióvédelem legyen hatásos −30 és +40 C° hőmérsékleti határok között;

7) a korrózióvédő anyagok hazai és kellő mennyiségben rendelkezésre álló nyersanyagokból legyenek előállíthatók;

8) a védőréteg vékony filmet alkosson, és semmiképpen se hátráltassa a lőszer betöltését, vagy pedig a kilövés előtt a lőszerről könnyen, egyszerűen és gyorsan lefejthető legyen; emellett ez a lefejthetőség legalább öt évig megmaradjon;

9) a le nem fejthető védőrétegek ne hagyjanak vissza maradványokat a csőben; végül

10) ha a lőszert a szabadban korrózióvédő burkolat alatt vagy konténerben tárolják, akkor a védelem legalább öt évig legyen hatásos.

Rendszabályok a gyártás fázisában

A lőszer korrózióvédelme már a gyártáskor megkezdődik és a kilőtt lőszernek hulladékfémmé előkészítésével ér véget. Igen fontos, hogy a lőszergyártáshoz a korrózióvédelem szempontjából is megfelelő fémet vagy ötvözetet válasszanak, s természetesen ugyancsak érvényre kell jutni ezeknek a szempontoknak a gyártástechnológia kidolgozásában is. Olyan egyenletességig és simaságig kell megmunkálni a felületeket, hogy rajtuk ne tapadhassanak meg a korróziót okozó porrészecskék vagy robbanóanyag maradványok. A félkészgyártmányok, a már megmunkált részek (hüvely és test) raktározása olyan legyen, amely megóvja az időjárás hatásaitól és a nedvességtől. Legvégül a fémfelületekre korrózióvédő-anyagot kell felvinni, vagy passziválni kell őket.

A gyártás fázisában alkalmazott korrózióvédelmi rendszabályokat a továbbiakban is: a tárolástól a felhasználásig szem előtt kell tartani. A felületi korrózió elleni védelemről táblázatunk ad áttekintést.

Védett felület	Védőanyag vagy -módszer	Esetleges második réteg védőanyag
Robbanóanyaggal töltött lőszer belső felületei	Bitumenlakkok Olajlakkok Sellak	
Robbanóanyag felületek	Sellak	
Gránátok külső felületei	Lakkok Olajlakkok Nitrolakkok Zománclakkok Sellak	Lövegzsírok (a száraz lakkfestéken)
Gránátok központozó peremei	Sellak	Zsírok
Gránátok réz vezetőgyűrűi	Sellak	Zsírok
Sárgaréz hüvelyek	A felület passziválása Zsírok	

A hüvelyeket a passziválás végett olyan oldatokkal kezelik, amelyek krómsókat és kénsavat (vagy krómsavanhidridet) tartalmaznak. Ezáltal a sárgaréz felület kismértékű felületi maratást kap, amelyet vékony, réz- és cinkkrómsókból álló réteg von be. A felhasznált hüvelyeken a passziváló réteg részben elpusztul,

újrafelhasználás alkalmával azonban ezt a réteget nem újítják fel. Ilyenkor a felületi korrózió megakadályozása végett vékonyan bezsírozzák a lőszerhüvelyeket.

A passzivált sárgaréz hüvelyek szárazon tárolva akár húsz évig is megóvhatók védőanyagok nélkül. Óvni kell őket a nedves levegőtől, kondenzvíztől, csapadéktól, nem szabad olyan ládákba csomagolni, amelyek nem légszáraz fából készülnek. Ha ezt az előírást figyelmen kívül hagyják, a lőszerek egy-két év múltán már korrodálódnak.

Az acélhüvelyeket horganyozással és foszfátozással védik: a foszfátozott felületet vékony zsírréteggel vonják be. Lövéskor a horganyréteg a hüvely belső felén, továbbá a külső felén a hüvelyszáj közelében leég. Ezeken a helyeken a hüvely erősen rozsdásodhat. A rozsdaképződés megakadályozására lövés után vékony zsírréteget kell felvinni.

További rendszabályok

Az elmondottak alapján nyilvánvaló, hogy a hüvelyeket védeni kell a szakszerűtlen kezeléstől, ütésektől, lökésektől. Ügyelni kell erre a löveg töltésekor és ürítésekor, valamint a lőszer csomagolásakor is. A lőszereknek a csomagban szilárdan kell állniuk, hogy szállítás folyamán, nemkülönben a szállító jármű ki- és berakodása alkalmával ne ütődjenek egymáshoz, ugyanis minden behorpadás húzási feszültségek forrása lehet. A sárgaréz a feszültségnek kitett helyeken korrózió-aktív anyagok (ammónia, oxigén és víz) hatására megrepedhet. Mivel a levegőben kisebb-nagyobb mennyiségben mindig van ammónia, és ez a vízben könnyen oldódik, a lőszert óvni kell a nedvességlecsapódásoktól. Különösen jelentékeny lehet az ammónia koncentrációja az esőcseppekben.

A gyártó üzemből a lőszer a lőszerraktárakba, illetve a csapattestekhez kerül. Általában törekedni kell arra, hogy a lőszert száraz helyiségben tárolják, lehetőleg olyanban, amelyben nincsenek gyors hőmérséklet-változások. Ebből a szempontból leginkább a téglaés a betonépítmények felelnek meg. A helyiségekben kielégítő szellőztetésről kell gondoskodni. Mindenképpen ügyelni kell arra, hogy a rakodóteret akkor szellőztessék, amikor a külső levegő abszolút nedvességtartalma alacsonyabb, mint a tárolóhelyiségé. Kedvezőtlen, ha a tárolóhelyiség levegőjének hőmérséklete nyáron 35 C° fölé emelkedik.

Ha nem áll rendelkezésre megfelelő szilárd építmény, szabadban tárolják a lőszert a már említett módon korrózióvédő burkolat alatt. Az optimális korrózióvédelemhez ennek a burkolatnak tartósnak és időjárásállónak kell lennie, és megkövetelik tőle a nagy mechanikai szilárdságot és a vízhatlanságot is. Nem kívánatos viszont a nagy vízgőz-átnemeresztő képesség, hiszen az ilyen tulajdonságú burkolat megakadályozná a kondenzvíz elpárolgását. Ezért a műanyagfóliák kevéssé alkalmasak a lőszer befedéséhez.

Ha a tárolási előírásokat nem szegik meg, a lőszergyártás korrózióvédelmi rendszabályaival elérhető a követelményekben megkívánt ötéves tárolási időtartam. Légmentes csomagolással a biztonságos tárolás tartama a tizenöt évet is eléri.

A lövészfegyverek töltényeinek lövedékeit és a hüvelyeket mintegy 0,1 mm vastag tombakréteggel vonják be, s így ezek csak ott vannak korróziónak kitéve, ahol a védőréteg hiányzik, azaz a bevágásoknál. Ezért ezeket a töltényeket időnként ellenőrizni kell. A gyárban a szóban forgó kihagyásokat a korrózió ellen csak kisebb mértékben védő lakkréteggel vonják be. A 9 mm-es lövedékeket, amelyeknek a hüvelyei sárgarézből készülnek, nedves környezetben a tárolás vagy a felhasználás alkalmával olajos ronggyal le kell törölni. A csappantyúkat sárgarézből készítik. A belső felületeket sellakkal vonják be, hogy az ötvözet és a gyújtóelegy durranóhigany tartalma közötti amalgám képződést megakadályozzák. Hosszabb ideig tárolt töltények csappantyúit minden esetben ellenőrizni kell korrózió szempontjából.

Mivel az ammónia a nitrogéntartalmú szerves anyagok elbomlásakor keletkezik, kerülni kell tábori körülmények között a sárgaréz hüvelyeknek istállókban és emésztőgödrök közelében való tárolását. Ugyanígy nem ajánlatos sárgaréz hüvelyeket hosszabb úton marhavagonokban szállítani. A lecsapódó nedvességből és az ammóniából képződő ammóniumhidroxid és más ammóniavegyületek a sárgaréz cinktartalmára fejtenek ki hatást. A sárgaréz kristályok közötti kötés eltorzul, és ha ez a folyamat a feszültségi helyeken megy végbe, kezdetben csak mikroszkópikus méretű, majd egy millimétertől néhány centiméterig terjedő hosszúságú repedések állnak elő.

Korrózióvédelem a lőkész állapotba helyezéskor és a felhasználás után

Ha a lőszeren jelentékenyebb korrózió jelei fedezhetők fel, akkor valamelyik lőszerraktárban fel kell újítani. Ilyenkor különféle korrózióvédő anyagokat pl. klórbunafestéket, sellakkot lehet felvinni a lőszerre. A védőszerek felhordása előtt a lőszer felületét mosóbenzinnel zsírtalanítani kell, és minden korróziós terméket (rozsdát) el kell távolítani.

Tüzérségi lőszerek lőkész állapotba hozása alkalmával különösen a réz vezetőgyűrű és a vas gránátfelület közötti varrat-részeknél kell korrózióvédő anyagokat felvinni. Itt ugyanis a nedvesség (elektrolit) jelenléte következtében miniatűr galvánelem keletkezik, amelyben a réz a katód, a vas pedig mint anód oldatba megy. Ugyancsak elengedhetetlen a hasonló védelem a sárgaréz hüvelyek és a vas gránáttest varratainál, továbbá a gyújtó és a gránáttest közötti varratnál, főként olyankor, amikor a lőkész állapotba helyezéskor a gyújtót elfordulás ellen pontozással (kirnerezéssel) a gránáttesthez rögzítik, és ezáltal a gyújtótest passzivált felületét, ill. a gránát korrózióvédő rétegét megsértik.

A sárgaréz hüvelyeket a lövés után erős mosással meg kell szabadítani a por maradékaitól, mivel az égéstermékek maradványai bázikus és savas anyagokat, valamint sókat tartalmaznak, amelyek nedvesség lecsapódása esetén erős korróziókeltő hatással vannak a hüvelyekre. Ha a hüvelyeket nem mossák ki, ötödrészük már egy negyedév elteltével megreped, félévháromnegyed év múltán pedig már felük, sőt kétharmad részük is. A kimosott hüvelyek ennyi idő leforgása alatt csak elvétve repednek meg. A megfelelően kezelt lőszerek fontos részei ilyenformán még egyszer felhasználhatók.

Értékelés, újabb irányzatok

Az utóbbi évek tapasztalatai szerint a lőszerek korrózióvédelmére használt eddigi módszerek eredményei nem kielégítőek. Különösen a sellakkal, zsírral és viaszokkal védett felületek korrodálódnak könnyen. Jelenleg műanyagfröccsölést, olvadó mártóanyagokat és vinilgyanta alapú lehúzólakkokat lőszerek korrózióvédelmére nem lehet használni. Egyebek között azért sem, mert a 60 C° feletti filmképződési hőmérsékleten negatív jelenségek lépnek fel. Profilos lőszerre lehetetlen a lakkot egyenletesen felvinni. Emellett a lehúzólakk szerves oldószer tartalma folytán termoplasztikus tapadás lép fel, úgyszintén a régi lakkréteg leoldódik, s így a réteg nem lesz lefejhető.

A legjobb eredményt a keverék-polimerizátum alapú lakkokkal érték el, de még ezek használatának is több kedvezőtlen vonása van. Az ilyen lakkokkal védett lőszert nem olajpapírral, hanem polietilén-fóliával becsavart közbülső betétfákkal kell csomagolni. Az említett klórbuna festék bevonatú lőszer markolási biztonsága nem kielégítő, mivel a felület teljes megtisztítását (zsírtalanítását) a hagyományos módszerekkel nem lehet megoldani. Szállítás után nagy területen szenved sérüléseket a lakkréteg. Ráadásul bizonyos ideig tartó tüzelést követően a fegyver nem veti ki a hüvelyt.

Más területen bevált számos korrózióvédő-anyag vagy módszer sem alkalmas a lőszerekhez. Nem jó a ládáknak impregnált papírral való kibélelése sem, ugyanis a kondenzvíz eltávozását a bélésanyag megakadályozza. Ugyanígy áll a dolog a mártózsírokkal is, amelyek jól védenek ugyan, de mégsem használhatók, mert a lőszerek megszabadítása ettől a konzerválástól nagyon késleltetné a lőkész állapotba helyezés műveletét. Lágy PVC-fóliát sem lehet alkalmazni, mert a kilépő lágyítóanyag a lakkozott felületen korróziót idézne elő. Ugyanígy alkalmatlan lőszerek korrózióvédelmére a keverék-polimerizátum, továbbá a szövött réteges, lakkfilmes összeállítású ún. kokon-csomagolás is.

Érdemes befejezésül áttekinteni, melyek azok az irányok, amelyekben a lőszerek maiaknál jobb korrózióvédelmét keresni lehet. Az új anyagok között elsősorban az inhibitorokkal kevert korrózióvédő viaszok és a fröccsölési eljárással felvitt mikrokristályos viaszok említendők, amelyek −30 C°-ig nem válnak rideggé, olvadáspontjuk pedig legalább 60 C°.

Jó eredmények várhatók a vas, az acél és a színesfémek védelmére szolgáló gőzfázisú inhibitoroktól. Ezeknek az az előnye, hogy a gőzfázisú anyag a nehezen hozzáférhető helyekre is behatol. A hatékony gőzfázis fenntartásához burkolóanyag is szükséges; erre a célra egyes műanyagfóliák lehetnek alkalmasak, de a poliamidfóliák túlzottan nagy vízgőzáteresztésük miatt itt nem használhatók fel.

A műanyagok közül a poliuretán-keményhab ígér sokat a korrózióvédelem, a csomagolás és a szabadban való tárolás komplex megoldásában. Nagy erőfeszítéseket tesznek a lehúzható védőburkolatok fejlesztésére. Az ilyen új anyagok közé tartoznak különféle csomagolólakkok, ráfecskendezhető bevonatok, olvadó mártóanyagok, amelyeket a lőszerről felhasználás előtt le lehet tépni.

Különös figyelmet szentelnek a kovasavgélfélék (kovasavgél, szupergél, kékgél) és hasonló anyagok felhasználásának. Ezek az anyagok a raktártérben és a csomagolásban előforduló nedvesség adszorpciójára és abszorpciójára alkalmasak.

Végül a korrózióvédelem módszerei között a lőszer vákuumcsomagolása biztat jó eredményekkel.

A legközelebbi években a vegyipar és más iparágak abban a helyzetben lesznek, hogy megfelelő anyagok és módszerek kidolgozásával véglegesen megoldják a lőszerek korrózióvédelmének a kérdését.

(Schulze S. cikkei nyomán a Militärtechnik 1970. évi 6. és 10. számaiból)

Infravörös sugárzás

kis enciklopédia

Az általános szóhasználatban, de még a szakirodalomban sem egységes az *infravörös sugárzás* elnevezés. Nem egyszer találkozunk az „ultravörös" megjelöléssel, sőt nem ritka a pontatlan „hősugárzás" fogalom használata sem. Ezeket az elnevezéseket sokszor összetévesztik egymással. Tudvalevően az infravörös sugárzás az *elektromágneses sugárzások* közé tartozik, hasonlóan a rádióhullámokhoz, a látható fényhez, az ibolyántúli, a röntgen- és a gammasugárzáshoz. Mindezek a sugárzások csak rezgésszámukban – vagy ami ugyanezt mondja: hullámhosszukban – térnek el egymástól (Haditechn. Szle. 1970. 63–64. old.).

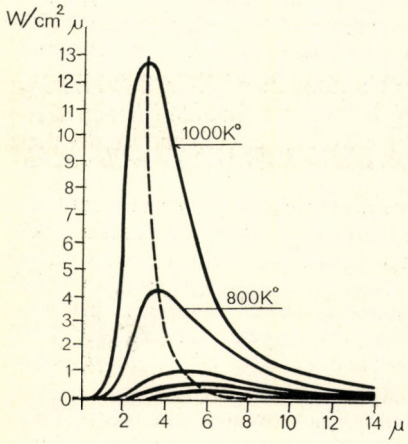
Maga a látható fény is a különböző hullámszosszú elektromágneses rezgések sokasága: ide tartoznak azok a rezgések, melyek hullámhossza nagyjából a $4 \cdot 10^{-7}$ m (0,4 μ) és a $8 \cdot 10^{-7}$ m (0,8 μ) közé esik. A különböző hullámhosszú fényrezgéseket az emberi szem különböző színűeknek érzékeli, így pl. a legrövidebbeket ibolyaszínűnek, a leghosszabbakat pedig vörösnek. Az elektromágneses rezgések birodalmában a látható fényt az *ultravörös* tartomány követi, mely $8 \cdot 10^{-7}$ m-től (0,8 μ-tól) mintegy 10^{-3} m-ig (1 mm-ig) terjed. Egyes szerzők az ultravörös tartomány felső határát más értékben, így pl. $54 \cdot 10^{-5}$ m-ben (0,54 mm-ben), néha $86 \cdot 10^{-5}$ m-ben (0,86 mm-ben) adják meg. Az ultravörös sugárzás és a milliméteres rádióhullámok tartománya között semmiképp sem lehet éles határt vonni. Ez idő szerint gyakorlati felhasználás szempontjából nem az egész ultravörös sugárzási tartomány jön tekintetbe hanem ennek csak egy töredéke, a 0,8 μ és

a 15 μ közé eső sáv. Szorosabb értelemben véve ez a sávba eső rezgéseket nevezzük *infravörös*nek. Szokás még ezt a sávot három alsávra fellosztani, éspedig a 0,8–1,4 μ közöttieket *közeli*, az 1,4–4 μ közöttieket *közepes*, végül a 4–15 μ közöttieket *távoli infravörös* sugárzásnak mondjuk.

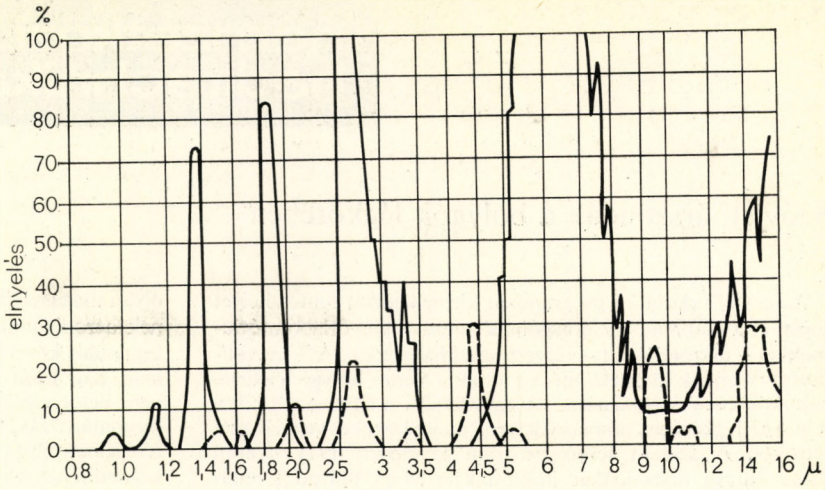
Jóllehet a katonai infrakészülékek egy részének működése a sugárzás hőhatásán alapszik, mégsem helyes az infrasugarakat hősugaraknak nevezni. Hullámhosszukra való tekintet nélkül mindenfajta elektromágneses sugárzásnak van hőhatása, tehát bizonyos értelemben hősugárzásnak is volna tekinthető. Mint ismeretes, az atombomba robbanásakor fellépő igen intenzív hőhatás túlnyomórészt éppenséggel a látható fényénél rövidebb hullámhosszú, ibolyántúli sugárzástól származik. Mindenképpen helytelen tehát a hősugárzást az infravörös sugárzással azonosítani, noha az infravörös sugárzásra a hőhatás különösképpen jellemző.

Kivétel nélkül minden test állandóan kibocsát magából infravörös sugárzást, ha hőmérséklete a 0 K°-nál (−273,16 C°-nál) nagyobb. Ez a sugárzás általában szélessávú, vagyis különböző hullámhosszú sugarakból tevődik össze. A Wien-féle (ún. eltolódási) törvény szerint a test maximális sugárkibocsátó képességéhez tartozó λ_{max} hullámhossz a T abszolút hőmérséklettel fordítva arányos, más szóval (μ-ban kifejezve) $\lambda_{max} = 2892/T$.

A Wien-törvény képletéből kitűnik, hogy a hőmérséklet növekedtével a λ_{max} értéke csökken (1. ábra), végülis kellő nagy hőmérsékleten a legnagyobb energiájú sugárzás már a látható fény tartományában mutatkozik. Ezt egyébként a közvetlen tapasztalat is igazolja. Így pl. egy vasdarab szobahőmérsékleten úgy sugároz, hogy a maximális energiájú sugárzás hullámhossza 10 μ körül van, vagyis a távoli infravörösbe esik. Ha ezt a vasdarabot hevíteni kezdjük, akkor a legnagyobb energiájú sugárzás fokozatosan a közepes, majd a közeli infravörösben jelenik meg. Még további melegítéssel a vasdarab izzani kezd, vagyis megkezdődik a látható fény kibocsátása, s a tárgy hőmérsékletétől függően különböző hullámhosszú fénysugarakat fog kibocsátani. Vannak egyes testek, elsősorban gázok, amelyek keskeny sávban sugároznak. Ezeket *szelektív sugárzók*nak nevezzük.



1. ábra



2. ábra

A test kibocsátotta sugárzás alapján következtetni lehet hőmérsékletére. Így pl. a Wien-törvény képletéből kiszámíthatjuk, hogy az emberi testből zömmel 9,3 μ hullámhosszú sugárzás lép ki, a mintegy 480 C°-os hőmérsékletű dugattyús motorból 3,8 μ-os, a hozzávetőlegesen 730 C°-os gázsugárhajtóműből pedig 2,9 μ hullámhosszú infravörös sugarak távoznak. Ha tehát valamilyen úton-módon meghatározzák a sugárzás hullámhosszát, akkor ebből többkevesebb pontossággal azonosítani lehet adott esetben a sugárforrást, sőt egyéni típusát is. Ezt az elvet a felderítés jól értékesítheti.

Nyilvánvaló, hogy a nagy hőmérsékletű fényforrások egyszersmind igen intenzív infravörös sugárforrások is. A napsugárzás összes energiájának zöme, kb. 83%-a jut az infravörös sugarakra. De a szokásos izzólámpák esetében sincs ez másképp. A legkorszerűbb kriptonlámpa is összes kibocsátott energiájának 76%-át az infravörös sugarak keltésére fecsérli. Ezeknek az infravörös sugaraknak létezéséről azáltal szerzünk tudomást, hogy az útjukba eső testekbe ütközve visszaverődnek róluk.

Az izzólámpa említett tulajdonságát a katonai infratechnika is hasznosítja. Ha ugyanis az izzólámpát egy olyan sugárvetőbe helyezik, amelynek nyílását a látható fényt kiszűrő, de az infravörös sugarakat átbocsátó ernyővel zárják le, akkor infrareflektort kapnak. Az ilyen reflektorokkal a terep besugározható, és ezáltal az éjszakai infravörös felderítés lehetővé válik.

Számos olyan anyag van, amely a látható fény terjedését megakadályozza, de az infravörös sugarakat többé-kevésbé akadálytalanul átengedi. Az infravörös sugárzás akkor tud valamilyen testen vagy közegen áthatolni, ha ez olyan anyagi részecskéket, kristályokat tartalmaz, amelyeknek méretei az adott sugárzás hullámhosszánál kisebbek. Így pl. a földi légkör sem bocsát keresztül mindenféle infravörös sugárzást. Az atmoszféra vízgőz-, széndioxid- és ózontartalma az infrasugárzást részben elnyeli vagy szétszórja; a légkör átbocsátóképessége az infravörös sugárzás hullámhosszától függ. Különösen az 1,2–1,5 μ, az 1,8–2 μ, a 2,6–3 μ és az 5–8 μ közötti hullámhosszú sugárzások szempontjából áthatolhatatlan az atmoszféra (2. ábra). Más hullámhosszú infravörös sugárzások számbavehető csillapítás nélkül haladnak át a légkörön. Nagy magasságokban a kisebb légsűrűség és nedvességtartalom következtében az infravörös sugárzás terjedése gyakorlatilag akadálytalan.

A felhőket, sűrű ködöket alkotó vízrészecskéken és jégkristályokon az infravörös sugárzás nem tud áthatolni. Terjedését mindenképpen gátolják a mondottak szerint az olyan légköri részecskék, amelyek méretei az adott infrasugárzás hullámhosszát jelentékenyen meghaladják. A könnyű párával telt levegőn, ritka ködökön, füstökön az infrasugárzás nagyobbrészt keresztülhatol, és ezt az előnyös tulajdonságát a katonai infratechnika széltében-hosszában fel is használja.

Mivel az infravörös sugarak hullámhosszban sokkal közelebb állnak a látható fényhez, mint a rádióhullámokhoz, ezért felbontóképességük a legrövidebb rádióhullámokénál is sokkal nagyobb, és megközelíti a látható fényét. E kedvező vonásuk az éjjellátó készülékek és az infravörös fényképezés szempontjából igen nagy fontosságú.

N. I. Gy.

Szovjet űrszondák a bolygók légkörében

A szovjet űrkutatási programban kiemelkedően fontos helyet foglal el a Naprendszer bolygóinak automatikus űrlaboratóriumokkal – űrszondákkal – végzett tanulmányozása. A *Venera*-típusú űrszondák kísérletei módot adtak a Venus bolygó légkörének közvetlen vizsgálatára, és egyedülálló adatokat közöltek a bolygó légkörének hőmérsékletéről, nyomásáról és vegyi összetételéről. A szóban forgó program keretében 1971 nyarán *Marsz*-típusú űrszondákat indítottak a Mars bolygó kutatására is.

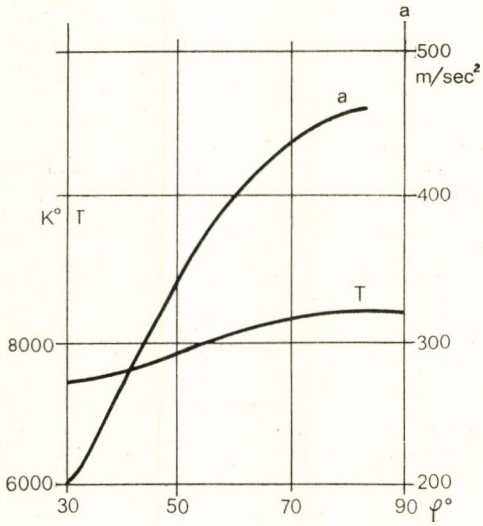
A bolygók tanulmányozásában az űrkutatás eleinte kénytelen volt azzal megelégedni, hogy a vizsgálatokat csakis a bolygó mellett kisebb-nagyobb távolságban elvonuló űrszonda pályájáról „menetközben" hajtsa végre. Mind nagyobb jelentőségre tesznek szert azonban azok a kutatási módszerek, amelyekben az automatikus űrlaboratóriumot a bolygó körüli pályára állítják át, s erről a szatellitpályáról vizsgálják a bolygót.

A bolygóatmoszféra és a leszállás

Legújabban egy még nehezebb, de sokat ígérő feladatra vállalkoztak a szovjet szakemberek: az űrszonda egyik egységét leszállítják a Venus vagy a Mars felszínére, s így közvetlen adatokat nyernek az ott uralkodó állapotokról. Evégből egy sereg bonyolult tudományos-műszaki problémával kellett megbirkózni, melyek a leszálló egységnek a bolygóra irányításával kapcsolatosak. A megoldandó alapfeladat az egységet lágyan, gyakorlatilag ütközésmentesen leszállítani a felszínre. Mindegyik bolygó esetében más megoldáshoz kell folyamodni, hiszen a Venus atmoszférája rendkívül sűrű, a Marsé pedig igen ritka.

Mielőtt az űrszondát valamelyik égitest felé küldenék, a célégitestre vonatkozó addigi ismereteket az adott űrprogram szempontjából részletesen elemzik. Ha leszállást is terveznek, különösen fontos a bolygóatmoszféra adatainak ismerete, hiszen ennek jellemzői határozzák meg az űrszonda konstrukcióját és pályáját.

Minden olyan bolygón, amelynek légköre van, megállapítható, hogy hol van az atmoszféra sűrűbb rétegeinek a határa. Ez olyan magasságban húzódik, ahol az űrszonda leszálló egységének aerodinamikus fékező ereje a bolygó gravitációs erejével legalábbis közel azonos nagyságrendű. Ha az űrszonda e határmagasság felett halad, akkor az aerodinamikus erő mozgását nem befolyásolja. A légkörön kívüli pályarész jellemző adatai meghatározzák, hogy a leszálló test a bolygóatmoszféra sűrűbb rétegeibe milyen körülmények között hatol be. A legfontosabb kezdeti feltételek: a belépési pont koordinátái, a belépő sebesség (v_b), valamint a sebességvektornak a helyi vízszintes síkkal bezárt legkisebb szöge (φ). Ezek közül a belépési sebesség úgyszólván teljesen az űrszonda pályájától függ.



1. ábra

A bolygóközi pályának két fő típusa van aszerint, hogy a Földről indított test közvetlenül áll-e reá erre a pályára, vagy pedig egy közbeiktatott Föld körüli parkolópályán való tartózkodás után. Ez utóbbi esetben a célbolygó közelébe ért űrszonda közvetlenül is leszállhat az égitestre. Bármelyik módnak megfelelően indították a Földről az űrszondát, választhatják azt a megoldást is, hogy a célbolygó körüli parkolópályára állítják, s leszálló egysége innen indul az égitest felszínére. A Földről közvetlenül startolt űrszonda esetében csak ezt a módszert alkalmazhatják.

Az adatok elemzése kimutatta, hogy közvetlen leszálláskor az űrszonda a Venus légkörébe 11 – 13 km/sec, a Marsába pedig 5–8 km/sec sebességgel lép be. Venus-szatellit vagy Mars-szatellit pályáról leszállva ezek az értékek 7,25–10,2 km/sec-ra, illetve 3,5–4,7 km/sec-ra csökkennek.

Fontos jellemző az űrszonda belépési folyosójának nagysága. Tudvalevően a bolygóközi röppálya általában kisebb-nagyobb mértékben eltér a számítottól, ezért szükség van a pályák helyesbítésére. A helyesbítés pontosságától, és következésképpen a pálya szabatosságától függ a belépési folyosó szélessége. A több százmillió kilométeres pályán persze nem érhető el olyan pontosság, mint a Föld és a Hold közötti néhány százezer kilométeren.

Ha az űrszonda már számottevő mértékben eltávolodott a Földtől, és a Venus vagy a Mars körzetében tartózkodik, a fedélzeti autonóm rendszerek pontosabban végezhetik el a navigációs méréseket. Ekkor a célbolygó felé úton levő test helyzetét és pályáját a bolygótól mérve néhány száz kilométer pontossággal lehet meghatározni. Mindent összevéve tehát a bolygó légkörébe lépés feltételei a bolygóközi pálya típusától és a célba vezetés pontosságától függnek elsősorban.

Leszállás a Venusra

Akár az egész űrszonda, akár ennek egy egysége száll le a bolygó felszínére, a test mozgási energiáját fékezés útján fel kell emészteni. Ha a bolygónak van légköre, akkor mód van az aerodinamikai fékezésre, mely energetikai szempontból sokkal kedvezőbb, mint az atmoszféra nélküli égitesteken, például a Holdon alkalmazott tisztán aktív fékezési módszer. Ez utóbbi jelentékeny hajtóanyagfogyasztású fékező rakéták működtetését igényli.

Érdemes mindenekelőtt a venusi leszállás körülményeit megvizsgálni. Ha az űrszonda leszálló egysége a pálya irányából látható bolygófelület közepén landol, akkor a φ belépési szög nagysága megközelíti a 90°-ot.

A Venusra leszálló egység felületi hőmérsékletét (T) és a fellépő maximális tengelyirányú lassulásokat, vagyis negatív gyorsulásokat (a) a belépési szög (φ) függvényében az 1. ábra szemlél-

teti. A gyorsulások abszolút értéke elérheti a 400–450 m/sec²-et, a leszálláskor kialakuló lökéshullám mögött fellépő hőmérsékletek pedig meghaladják a 8000 K°-ot. Homlokfelülettel behatoló, $v_b = 11$ km/sec belépő sebességű testre olyan nagy mértékű atmoszférikus fékezés hat, hogy a bolygó felszínétől számított néhány tucat kilométer magasságig a sebesség $v = 0{,}1$–$0{,}2$ km/sec értékig csökken. Ilyen sebességeken már használhatók az ejtőernyő rendszerek.

A belépési szög csökkenésével a gyorsulások abszolút értéke lényegesen kisebb lesz, de a leszálló egység hővédő bevonatának a szükségelt tömege növekszik. Ez ellentmondásosnak tűnik, hiszen – mint az 1. ábrán láttuk – csökkenő belépési szöggel a hőmérsékleti értékek is csökkennek. Ezek a hőmérsékletek azonban olyan magasak, hogy a szerkezeti anyagok nem tudják elviselni őket, tehát mindenképpen szükség van hővédelemre, általában szublimálódó bevonatra. Ha azonban a kisebb abszolút értékű gyorsulással értelemszerűen hosszabb ideig tart a leszállás, vastagabb – vagyis nagyobb tömegű védőbevonattal kell az egységet ellátni.

A *Venera*-típusú űrszondák leszálló egységeinek tervezői választás elé kerültek. Dönteniük kellett, hogy vagy csökkentik a gyorsulásértékeket, s egyúttal autonóm navigációs rendszerrel szerelik fel az egységet, és megnövelik az egység hővédelmét, vagy gondoskodnak arról, hogy az egység az igen nagy gyorsulási erőhatások ellenére is működőképes maradjon. Ekkor lemondva a kiegészítő navigációs rendszerekről, egyszerűbbé válik a leszálló berendezés, s így a hibaforrások száma is kisebb lesz. A szovjet tervezők ez utóbbi úton haladtak, és a gyakorlat teljes mértékben igazolta döntésük helyességét.

Mint azt a 2. ábrán látjuk, a Venus atmoszférájába $\varphi = 45°$ szögben $v_b = 10{,}7$ km/sec sebességgel belépő test leereszkedésekor a pályajellemzők gyorsan változnak. A sebesség mintegy 15 sec leforgása alatt csökken $v = 0{,}2$–$0{,}3$ km/sec értékre. A gyorsulás abszolút értéke eleinte növekszik, nagyjából $a_x = 230$ m/sec² értékkel eléri maximumát, majd csökkenve $h = 40 - 50$ km magasságban már gyakorlatilag elhanyagolhatóvá válik. Ezt követően a leszálló egység esése egyenletes, viszonylag kis sebességgel. Ez a sebesség a fékező ejtőernyő nyitásával még jobban csökken.

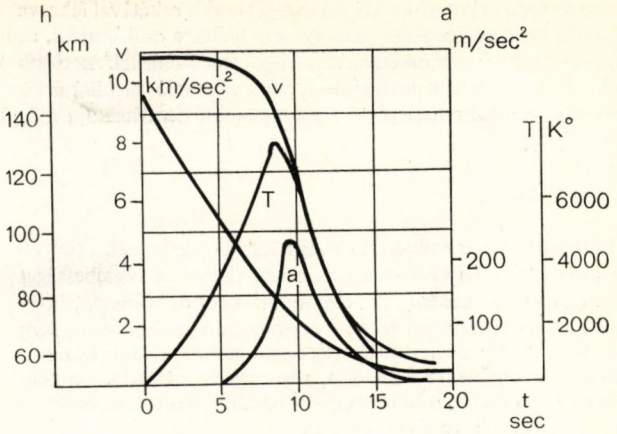
Ejtőernyő segítségével végzett leszálláskor az esési sebesség meglehetősen csekély (csupán néhány tucat m/sec az ejtőernyő nyitását követő szakaszon). A lassú leszállás folyamán különféle méréseket végeznek, s ezek adatait a Földre továbbítják elemzés végett. Ily módon ereszkedtek le a *Venera*-űrszondák leszálló egységei. Közülük a legutóbbi, *Venera–7* kísérletben az egység műszerei a bolygó felszínéig érve továbbították adataikat.

A légkör sűrűsége egyike a legfontosabb fizikai állapotjellemzőknek. A további űrrakéták konstrukciós munkái szempontjából feltétlenül ismerni kell a sűrűséget mint a magasság függvényét. Közvetlenül nem mérhető a sűrűség, de számítani lehet a különféle magasságokban mért hőmérsékleti és nyomásértékekből.

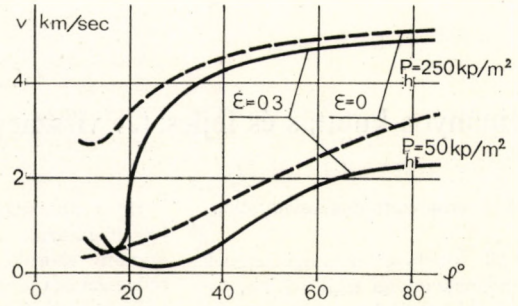
Nem hagyható azonban figyelmen kívül, hogy ezeket az értékeket a fékezés fő szakaszában gyakorlatilag nem lehet mérni, csupán az említett 40–50 km magasságtól kezdődő ejtőernyős fékezés folyamán. A nagyobb magasságokban fennálló hőmérsékleti és nyomásértékeket a lejjebb mért adatokból kell extrapolálni. A Venus sűrűbb légköri rétegeinek határa a bolygó felszíne felett 100–125 km magasságban húzódik, s ilyenformán viszonylag hosszú szakaszt kell extrapolálni. E feladat megoldásának igen nagy elméleti nehézségei vannak, mert hiányoznak a leszállás kezdeti feltételeire vonatkozó megbízható adatok. Kívánatos ezért, hogy a továbbiakban végezzenek olyan leszállási kísérleteket is, amelyekben az ejtőernyős fékezést nagyobb magasságokban kezdik meg.

Leszállás a Marson

Rátérve a marsi leszállásra, magától értetődően erre nézve is igaz, hogy energetikai tekintetben az aerodinamikai fékezés a kedvezőbb. Itt azonban nehézségek származnak mindenekelőtt amiatt, hogy a Mars légköre rendkívül ritka.



2. ábra



3. ábra

Amikor a leszálló egység a Mars légkörébe meredeken hatol be, akkor a $v_b = 5$–6 km/sec belépő sebességet az aerodinamikai fékező hatás a bolygó felszínéig legfeljebb 1–2 km/sec-mal csökkenti, ha a homlokfelületi terhelés $p_h = 200$–300 kp/m². Nyilvánvaló, hogy ez a sebességcsökkenés elégtelen, tehát törekedni kell az aerodinamikai fékezés minél hatékonyabb fokozására. Évégből a légköri belépés kezdeti feltételeinek pontosan egyezniük kell a számításokban szereplőkkel, továbbá úgy kell megszerkeszteni a leszálló egységet, hogy homlokfelületi terhelése minél kisebb legyen, s az egység felületén felhajtóerő ébredjen.

A 3. ábra a v végsebességet a φ belépési szög függvényében tünteti fel olyan ballisztikus típusú leszálló egységekre, amelyek azonos ε siklószámúak, de homlokfelületi terhelésük különböző. Mindegyik esetben a belépő sebesség $v_b = 6$ km/sec. Szembeötlő, hogy $v = 0{,}5$–$0{,}7$ km/sec sebességig csak azok a leszálló egységek fékezhetők le, amelyek homlokfelületi terhelése legfeljebb $p_h = 50$–60 kp/m². Ez rendkívül csekély érték, s az ilyen leszálló egységekkel a bolygó felszínére juttatott hasznos teher értelemszerűen sokkal kisebb, mint a nagy homlokfelületi terhelésűekkel.

Mivel a Marsra csak nagyobb időközökben indíthatók űrszondák, magától értetődik, hogy az egyes indítások tudományos programját bővíteni kell. Ennek velejárójaként a szállított hasznos teher megnő, ez pedig ellentmond az aerodinamikai fékezés tovább fokozása követelményének. Itt tehát egy sereg probléma vár megoldásra. Többek között ki kell alakítani a leszálló egység olyan aerodinamikai formáját, amelyen megfelelő nagy felhajtóerő ébred, ki kell alakítani a leszállást irányító rendszert és így tovább.

Az autonóm fedélzeti irányító rendszer egyfelől gondoskodik a belépési szög optimális értéken tartásáról, másfelől a leszálló testet tömegközéppontja körül elforgatva az orientáció változtatásával megváltozik egyszersmind a testen ébredő felhajtóerő is. Ezeknek a műveleteknek révén a leszállás végsebességét tetemesen csökkenteni lehet.

Semmiképpen sem kedvező, ha a végsebesség csökkentését egyes-egyedül rakétás fékezéssel érnék el. Ha például egy tíz

tonna tömegű űrkutató eszköz sebességét csakis rakétával fékezve akarnák másodpercenként néhány száz méterre csökkenteni, ez a művelet több tonna rakétahajtóanyagot emésztene fel. Az előbb említett módszer alkalmazásához, az orientáció beállításához szükséges rendszer tömege viszont általában nem haladja meg a 40–50 kg-ot.

A lágy leszállás

Előljáróban már említettük, hogy a leszálló egységnek a bolygó felszínét lágyan, zökkenésmentesen kell elérnie, a végsebességet zérusra kell csökkenteni. Az elmondottakból nyilvánvaló, hogy ehhez az aerodinamikai fékezés egymagában gyakorlatilag nem elegendő. A Venus légkörébe leereszkedéskor a lágy leszálló rendszer alkalmazása nélkül a végsebesség másodpercenként néhány tucat méter, a Marson pedig néhány száz méter. Szükség van tehát további fékező erőkre is.

A lágy leszállásnak többféle eszköze lehetséges: fel lehet szerelni a leszálló egységet csavarszárnnyal, fékező rakétahajtóművel, ejtőernyővel, továbbá ezeknek különféle kombinációival. A Marson és a hasonló ritka légkörű bolygókon a kisebb tömegű egységek leszállásához ejtőernyővel kombinált rakétahajtómű alkalmas, a nagyobb tömegűekéhez pedig célszerűbbnek látszik a fékező rakétahajtómű használata.

Mindazzal, amit cikkünkben elmondtunk, semmiképpen sem merítettük ki a bolygókra való leszállás igen kiterjedt témakörét. Számos olyan szerteágazó feladattal kell megbirkózni, melyek a leszálló egységek formájának kialakításával, a hővédő és hőszabályozó rendszerekkel, a szerkezeti anyagok kiválasztásával éa légiónyi más nehéz kérdéssel kapcsolatosak. A *Marsz–3* űrszonda leszálló egységének a bolygó felszínére épségben juttatása bebizonyította, hogy a szovjet tudósok és mérnökök sikeresen oldották meg ezeket a bonyolult feladatokat.

(A. Miranov cikke alapján az Aviacija i Koszmonavtika 1972. évi 1. számából)

A tudományos kutatás és fejlesztés visszaesése az Egyesült Államokban

Támadások a természettudományok ellen

Az Egyesült Államok gazdasági életének és tudományának eddigi leghosszabb, folyamatos fejlődési periódusa végén, a tudományt a legkülönfélébb oldalakról és a legváltozatosabb ürügyekkel éri támadás. Igaz: a tudomány, minden sikere ellenére, nemcsak hogy nem oldott meg, hanem még jobban elmélyített számos régi problémát. Talán ez magyarázza, hogy napjaink tudományát és technikáját egyes támadói öntörvényű, nagyhatalmú „gonosz szellemnek" állítják be, mely kiszabadult az ellenőrzés alól és könyörtelenül tör újabb meg újabb feladatok felé. Mások viszont olyasmit állítanak, hogy a tudomány tehetetlen, képtelen megelőzni a nagyvárosok energiaszolgáltatásának, közlekedésének és hírközlésének a csődjét. Szerintük a tudományos eredmények egyre elvontabbak és kevés a közük a társadalom valódi szükségleteihez.

Ezek az Amerika-szerte elterjedt nézetek végülis olyan alapvetően fontos tudományterületek kutatási alapjainak katasztrofális megnyírbálására vezettek, mint a biológiai és az orvostudományok, s térhódításuk nyomán olyan műszaki ismereteket hanyagolnak el, amelyek már kezdték megtalálni a választ a nagyvárosi túlzsúfoltság, környezet-szennyeződés és akadályozott közúti forgalom gondjaira.

Érdekes módon a támadások egy része a tudományon kívülről, egyszerű amerikaiaktól ered, akiket aggaszt a tudomány egyre nagyobb bonyolultsága és költségessége, valamint életük gyorsuló átalakulása; úgy vélik, egészen jól megvolnának kevesebb tudománnyal is, és a költségvetés erőteljes csökkentését követelik. Érik a tudományt támadások azonban nagy tudósok részéről is: e hangos kisebbség a fontossági sorrend körül folytat vitát.

De e „forradalmároknál" sokkal veszélyesebbek azok az értelmiségiek, akik a tudomány szorult helyzetét fölhasználva a művészet és tudomány ősi, ámde hamis antagonizmusát igyekeznek fölleleszteni. Ennek a tudományellenességnek legláthatóbb hajtása az új ifjúsági „ellen-kultúra", amely az egzakt természettudományoktól elfordulva vissza akar térni a „természethez" és a kezdetlegeshez. Kétségtelen, hogy ez a mozgalom igen kétesértékű társadalmi jelenség. Esküdt technika-ellenességében paradox módon függ az elektrotechnikától (erősítők, elektromos gitárok), a vegyészettől (szintetikus kábítószerek), közösségei soha sem szakadnak ki a a bevásárló központok szomszédságából és nem vetik meg a gépkocsit vagy a motorkerékpárt. Ez a mozgalom tehát elfogadja, ami a tudomány és technika világából a kedvére van, a többit le akarja rombolni.

A tudomány azonban oszthatatlan, az ismeretek szerteágazó hálója, amelynek elég egyetlen szemét megbontani, és felbomlik az egész szövedék. A tudomány áldásos és kellemes hatásait nem lehet szétválasztani potenciális káraitól. Nincsaz az életmentő gyógyszer, amelynek ne volnának mellékhatásai, amelynek fogyasztása ne jelentene kockázatot, hiszen minden gyógyszer végső soron méreg, tehát mindennel vissza lehet élni.

A terjedő tudományellenes hangulatot persze a tudománnyal és a technikával való nagyonis valóságos visszaélés, mindenekelőtt az elhúzódó indokínai háború idézte elő. A falvak tömeges bombázását, Vietnam nagy részének vegyszeres lombtalanítását mind több amerikai is az újkori történelem legnagyobb tudományos visszaélésének tekinti. A tudományellenesség másik fontos oka az emberi környezet érezhető válsága: a levegő, a talaj és a víz gondatlanságból, helytelen használatából eredő fokozódó elszennyeződése már-már az élet pusztulásával fenyeget.

A tudományellenes támadásokban sok vád éri a természettudósokat és a mérnököket. Pedig nyilvánvaló, hogy a szakember, akinek a kezében nincsen hatalom, csak választási lehetőséget kínálhat a társadalomnak. Hagyományos szerepe a tanácsadóé, s a tanácsát gyakrabban utasítják el, mint ahányszor elfogadják.

Tudósok munkanélkülisége

Ezen a társadalomfilozófiai zűrzavaron kívül az Egyesült Államok tudománya még az elhúzódó háború, az infláció és az összezsugorodó gazdasági élet közvetlen következményeivel, *a kutatás és a fejlesztés visszaesésével* is szembetalálta magát. A szövetségi kormány tudományos ráfordításainak összege 1967 óta reálértékben számítva 20%-kal csökkent. Ez egész programok elejtését, mások megnyírbálását, s folyamatban levő fejlesztések félbeszakítását jelenti.

Északkeleten és a nyugati partvidéken, ahol a legtöbb tudományos intézmény csoportosult, az újságok sokat cikkeznek állástalan mérnökökről és taxisofőröknek elszegődött ifjú fizikusokról. A *National Science Foundation* (Országos Tudományos Alapítvány) 1971 első negyedéből származó jelentése szerint az amerikai tudósoknak legalább 2,6%-a van munka nélkül, szemben az előző évi 1,5%-kal. Hogy ez a százalékarány nem nagyobb, kizárólag annak köszönhető, hogy sokan más iparágakba „vándoroltak át".

Legérzékenyebben a fiatal, friss diplomájú szakembereket érinti a munkanélküliség: 5,3%-uk nem talált munkát. A most munka nélkül maradt tudósok 45%-a olyan munkákon dolgozott, amelyek az-

előtt állami támogatást élveztek. A fizikusok és a kémikusok 3,9, illetve 3%-a maradt munka nélkül 1971 tavaszán. A doktori fokozatú tudósok között a munkanélküliség 1,4% volt az előző esztendő 0,9%-ával szemben. A doktori fokozat nélküli tudósok körében a megfelelő számok: 3,5, illetve 2,9%. (Az amerikai *Doctor of Philosophy* nagyjából a mi kandidátusi fokozatunknak felel meg – *Szerk.*)

A legnagyobb arányú munkanélküliség a 30 éven aluli tudósoknál mutatkozott 5,3%-kal. Hasonlóképpen kiugró szám, hogy míg a tudományos pályán dolgozó nők közül 5,2% a munkanélküli, addig a férfiak közül csak 2,3%. Említésre méltó, hogy szemben az előző évvel, amikor a munkanélküli tudósok kétötöde került ki a korábban a kutatásban és a fejlesztésben dolgozók közül, 1971-ben már háromötödükről volt ez kimutatható.

A munkanélküli tudósok ágazatonkénti vizsgálata azt mutatja, hogy *a katonai kutatásban és az űrkutatásban* voltak a legnagyobb elbocsátások (11, illetve 4%). Az állásukat vesztett tudósok körülbelül 45%-a olyan intézménynél dolgozott, amelyet azelőtt kisebb-nagyobb mértékben támogatott az amerikai szövetségi kormány. Egészét tekintve a katonai szükségletek kielégítésére dolgozó iparágakban a foglalkoztatottság 1968 óta 3,6 millió főről 2,3 millió főre esett vissza. Mivel éppen ezekben az iparágakban működik jóval az átlagon felül kiválóan kvalifikált munkaerő, ezt különösen súlyos jelenségnek tartják.

Az 1971. június 1-i adatok szerint a munkanélküliség átlagos időtartama hét hónap volt.

A tudománypolitika zsákutcája

Visszatérve a kutatás és a fejlesztés visszaesésének problémájára, rá kell mutatni arra, hogy bár az 1971. évi *szövetségi tudományos költségvetés* még mindig 15 milliárd dollár, ez az összeg az infláció álarca alatt egyensúlyhiányt és meredek reálértékcsökkenést rejt. Ha ez az irányzat nem ér véget, utóbb katasztrofális hatással lehet az egész gazdaságra.

Az Egyesült Államok tudományának a második világháború utáni igen nagy mértéket öltő fejlődése meglehetősen egyenlőtlen és ellentmondásos volt. A háború végén nem volt polgári hatóság, amely át tudta volna venni az alapkutatások támogatását. A Natonal Science Foundationt csak öt esztendővel a háború után, 1950-ben hozták létre, s akkor is sokkal kisebb hatáskörrel és szerényebb anyagi eszközökkel, mint eredetileg tervezték. A szövetségi tudományos költségvetés csak az ötvenes években, a hidegháború nyomására kezdett exponenciálisan növekedni, bár a megnövekedett összeg több mint háromnegyedét a *Pentagon,* valamint az *Atomic Energy Commission* (Atomenergia Bizottság) kapta. Azután, hogy a Szovjetunióban Föld körüli pályára állították 1957-ben az első szputnyikot, újabb növekedési hullám indult el; ez vezetett az űrigazgatóság: a *NASA* megszervezéséhez, úgyszintén az elnök tudományos tanácsadója tisztségének létrehozásához, s az újabb fellendülés együtt járt a természettudományos képzés fokozásával.

Amikor 1963-ban a szövetségi tudományos költségvetés elérte a 12 milliárd dollárt, a kongresszus idegesen kereste a csökkentés módját. Minthogy a katonai kutatások szintjét nem akarták csökkenteni, és a NASA is kötelezettséget vállalt, hogy a hatvanas évek végéig eljuttatja az első expedíciót a Holdra, a költségvetés megkurtításának a NASA tudományos és távlati fejlesztési programjai estek áldozatul.

Johnson kormányzatának és a vietnami háború eszkalációjának beköszöntésével tovább romlott a szövetségi tudománytámogatás struktúrája, amely amúgy sem volt eléggé átgondolt felépítésű, Johnson ráunt az északkeleti tudósok washingtoni vezetőszerepére, és a kongresszussal egyetértésben megindított két olyan irányzatot, amely nagyon is kétes eredményeket hozott. Az első, a tudományos célokra fordított összegek *területileg egyenletesebb szétosztása* volt; ennek keretében több középnyugati egyetemi központ létesült. A második a kutatások „gyakorlatiasabb" irányvonalának támogatása, a fáradságosabb alapkutatások elhanyagolása; ez utóbbinak elsősorban az egészségügyi kutatás adta meg az árát. A több pénz tehát vékonyabban csordogált és kevesebb eredményt hozott.

Az érdekelt körök azt remélték, hogy Nixon hivatalbalépése a tudományos ügyek intézésében kedvező változást hoz. Nixon ugyanis választási hadjárata során komoly ígéretet tett, hogy véget vet az alapkutatások elhanyagolásának, s úgy tűnt, hogy első intézkedéseinek egyike, Lee A. DuBridge tudományos tanácsadói kinevezése, igazolja a várakozásokat. A Nixon-kormányzat 1970–1971. évi tudományos költségvetését valóban növelték is, ezt azonban nem tudta ellensúlyozni az infláció és a korábbi csökkentések káros hatását. Később megromlott Nixon és a tudóstársadalom viszonya: a National Science Foundation új vezetőjét leváltották, mikor a rakétavédelem kérdésében az elnökkel szembekerült, helyettesét nem nevezték ki a *California Institute of Technology* (a pasadenai műszaki egyetem) elnökévé, mert ellenezte a kambodzsai inváziót, majd más tudósok tervezett kinevezését is elejtették ellenzéki nézeteik miatt. Lee A. DuBridge váratlan lemondásával új, viszonylag ismeretlen, és a tudományigazgatásban járatlan ipari kutató, Edward E. David került az elnöki tudományos tanácsadó székébe, akinek két nehéz feladat jutott osztályrészül: rendeznie kellett az országos *tudománypolitikai feladatok fontossági sorrendjét,* és meg kellett javítania a viszonyt a tudóstársadalom és a Fehér Ház között.

Davidnek nincs könnyű dolga az ingerlékeny törvényhozással, mely néha teljesen önkényesen csökkenti a tudományos célokat szolgáló pénzt. Egy 1969 végén életbeléptetett törvény, az úgynevezett *Mansfield-kiegészítés,* megtiltja a Pentagonnak, hogy valamely nem meghatározott hadművelet célját szolgáló kutatásokat végezhessen. Ez a rendelkezés elsősorban a katonai szervek támogatásával folyó *alapkutatások*at érinti, s még a vietnami háborút ellenző tudósok is helytelenítéssel fogadták. A Mansfield-kiegészítés mintegy 8 millió dollárral csökkentette a Pentagon alapkutatási költségvetését, de igazi jelentősége abban áll, hogy más minisztériumok is követték a példát. A katonai alapkutatások és a NASA költségvetésének csökkentése teljesen megbénította az Egyesült Államok repülő- és űriparát, amelynek hatóköre az iskolai természettudományi oktatás támogatásától a legfejlettebb technológiák kifejlesztéséig terjedt. Az állás nélkül maradt repülő- és űripari mérnökök ezreinek javarésze nem is számíthat arra, hogy a közeljövőben a szakmájában helyezkedhessék el.

Hol várható lemaradás?

Amíg a magasan kvalifikált emberi munkát és tehetséget így pazarolják, aközben halmozódnak az elvégzendő feladatok. A National Academy of Sciences (Országos Tudományos Akadémia) a hatvanas években több tanulmányt végzett, s ezekben felsorolta, hogy hol lát az Egyesült Államok tudományában hiányokat. A kormányzat ezzel kapcsolatban arra – az egyébként helyes – álláspontra helyezkedett, hogy az ország nem játszhat minden tudományban vezető szerepet. De a jelenlegi helyzet azzal fenyeget, hogyha az ország nem igyekszik, mindenben legfeljebb a második-harmadik helyet foglalhatja el. Érdemes itt néhány területet megemlíteni.

Nagyenergiájú fizika: Európa a hatvanas évek végén átvette a vezető szerepet a legkorszerűbb részecskegyorsítók fejlesztésében. Ilyen készülékek épültek vagy épülnek a Szovjetunióban, Franciaországban, Olaszországban és Svájcban. Az Egyesült Államokban azonban csak elkésve láttak neki két nagyobbenergiájú készülék kifejlesztésének a Stanford Egyetemen és az illinoisi Westonban; ezek talán 1972-ben lesznek üzemképesek.

Rádiócsillagászat: az Egyesült Államok az ötvenes években elfoglalt vezető szerepét gyorsuló iramban veszíti el. Öt éve képtelen fölépíteni tervezett három nagy rádióteleszkópját. A légihaderő támogatásával létesült régebbi létesítmények fönntartása a Mansfield-kiegészítés következtében nehézségbe ütközik. Eközben a Szovjetunióban, Nagy-Britanniában, az NSZK-ban, Hollandiában, sőt Indiában is lázas munka folyik a rádiócsillagászat két nagy felfedezése, a kvazárok és a pulzárok kutatása terén.

Plazmafizika: az utóbbi idők legjelentősebb eredménye volt a Tokamak készülékek megépítése a Szovjetunióban. Az Egyesült Államokban és Nagy-Britanniában végzett kísérletek igazolták a szovjet eredményeket, és azt az indokolt reményt keltették, hogy

a gyakorlati hasznosítás közelebb van, mint gondolták. Az Egyesült Államok termonukleáris kutatásait viszont oly nagy mértékben megnyírbálták, hogy a fejlesztés hosszú késésben van. Az irányított magfúzió kísérleteire a Szovjetunióban nagyjából kétszer annyit költenek, s e kísérletekkel mintegy háromszor annyi embert foglalkoztatnak, mint az Egyesült Államokban.

A hagyományos energiaforrások kutatása: a Szovjetunióban a közeljövőben rendszeresen termel az első nagy magnetohidrodinamikus villanyerőmű, amely tüzelőanyagként ugyan fosszilis energiaforrásokat fogyaszt, de közvetlenül és nagyobb hatásfokkal gerjeszt energiát a nagy hőmérsékletű, ionizált, szuperszonikus gázáramból, mint a hagyományos gőzturbina. Az Egyesült Államokban ilyet még nem is terveznek. Minthogy az ország energiaellátásának alapanyagául még hosszú ideig a szén szolgál, a környezet szennyeződését fokozza, hogy elhanyagolták az ilyen jellegű kísérleteket.

Űrrepülés: a jelenlegi tervek szerint az Apollo–17 után egyelőre további holdexpedíciókra nem kerül sor, jóllehet a felszerelést már régen megrendelték és ki is fizették. A NASA költségvetését annyira csökkentették, hogy a néhány évvel ezelőtt kidolgozott távlati tervek nagy részének megvalósítása bizonytalan időre kitolódott. Bár az amerikaiak juttattak el legelőször embereket a Holdra, több űrprogramban (űrállomások, a Hold kutatása automatikus eszközökkel, űrszondák lágy leszállása a Venusra és a Marsra) a szovjet űrkutatás megelőzte őket.

Közlekedés: az Egyesült Államok gépkocsiállománya kétszerte olyan gyorsan nő, mint a lakosság száma, de továbbra is késik az új tömegközlekedési rendszerek kifejlesztése, noha ennek minden műszaki lehetősége megvolna. Japánban megépítették és üzembe helyezték szuperexpressz forgalomra a Tokaido-vonalat, felújult Európai vasúti hálózata is, megjelentek a gázturbinás vasúti járművek prototípusai. Ugyanakkor az Egyesült Államok csak jelképesen tartotta fenn az 1965-ben a vasútak új életre keltését célzó „Northeast Corridor" tervezetet.

Biológiai és orvostudományok: A National Academy of Sciences felmérése szerint a kutatási ráfordítások mintegy 20%-kal (évi 250 millió dollárral) maradnak el a kutatási kapacitás mögött. E lemaradás rendkívül sajnálatos, hiszen késik többek között a mérgező hatású rovarirtószereket felváltani hivatott biológiai insecticidek szintetikus előállítása, s akadályozva van a daganatos betegségek, úgyszintén a szívbetegségek kutatása.

Záró megjegyzések

Az elmúlt évtizedben tömegével születtek tanulmányok és javaslatok, miképpen lehetne az Egyesült Államok bonyolult tudományszervezetét egyszerűsíteni és korszerűbbé tenni. A javaslatok egy központi szövetségi tudományügyi hivatal felállításától a National Science Foundation szerény szervezeti átalakításáig terjedtek. Mindemellett a legtöbb tudós még a centralizálás jelenlegi mértékét is sokallja.

Tisztában kell lenni azonban azzal is, hogy a szervezeti kérdés *más* formában merül fel az alaptudományok és *más* formában a technika területén. Az alapkutatások, bármilyen intellektuális rendszerességet igényelnek is, lebonyolításukat tekintve gyakran rendszertelenek: a kutató nehezen tud a fontossági sorrend kérdéseiben helyes álláspontot kialakítani. A műszaki kutatások viszont megkövetelik az előzetes technológiai becsléseket. Ezek a becslések lehetőséget adhatnak az ellenőrzésre, hogy megakadályozhatók legyenek a fejlett technikai módszerekkel való esetleges visszaélések. A szervezett ellenőrzés megvalósítására a tudományos körök többféle javaslattal éltek: az indítványozott intézmények skálája a kongresszus mellett működő külön bizottságtól egészen egy tudományos felsőbíróság-féle szervig terjed. Végső soron persze nem a szervezeti forma a döntő, hanem az a szellem, amelyben a megvalósult szervezet működnék. S az utóbbi évek fejleményeit figyelembe véve az amerikai tudósoknak és mérnököknek nincs okuk az optimizmusra.

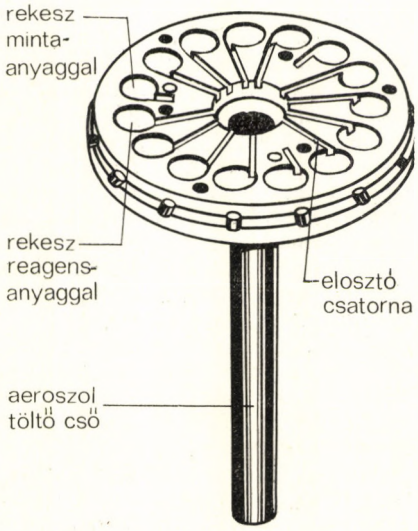
(A Tudományszervezési Tájékoztató 1971. évi 6. számából)

Életjelenségek távfelderítése

Látszólag nincs közük a haditechnikához azoknak az úgynevezett exobiológiai műszereknek, amelyeket avégből fejlesztettek és fejlesztenek ki, hogy az idegen égitesteken esetleg „honos" élő szervezetek jelenlétét automatikusan megállapítsák. De csak látszólag nincs közük; a szerkesztésükben olyan elvekhez folyamodnak, amelyek alkalmazásával földi célokra, biológiai harcanyagok távfelderítésére is lehet készülékeketi konstruálni.

Az exobiológiai műszerek első telepítési helye a Mars bolygó lesz. Egyelőre nem remélhető, hogy húsz-harminc esztendőnél hamarabb emberek eljussanak bolygószomszédunkra, tehát az automatikus eszközöktől várnak feleletet az izgalmas kérdésre: van-e élet a Marson? Mindjárt hozzátehetjük, hogy más égitestekkel kapcsolatban a tudomány jelenlegi álláspontja szerint az élet kérdése nem merül fel. Tisztázták, hogy a Holdon nincs „bennszülött" élet, s a Venuson uralkodó állapotok is valószínűtlenné teszik, hogy ott valaha is élő szervezetek létezni tudtak volna. A Naprendszer többi bolygói és holdjaik az életjelenségek kutatása szempontjából teljesen figyelmen kívül esnek.

Marad tehát a Mars bolygó. Eddigi ismereteink alapján ez idő szerint az a felfogás uralkodik, hogy e bolygón magasabbrendű élő szervezetek nemigen fejlődhettek ki, s legfeljebb mikroorganizmusok, talán nagyon igénytelen növényfajták, zuzmófélék vagy hasonlók élhetnek rajta.



1. ábra: A Multivator *mérőegysége*

Az eddigi szovjet és amerikai űrszondák felvételeinek értékeléséből a marsi élet kérdése nem tisztázható, hiszen a bolygó mintegy ezer kilométeres távolságból végzett fényképezése még kedvező látási viszonyok között sem teszi lehetővé az életjelenségek felismerését. Evégből az űrszondának vagy legalábbis műszeres egységének le kell szállnia a bolygó felszínére. Ezt a feladatot a legutóbbi *Marsz–3* szovjet önműködő laboratórium teljesítette ugyan, de nem volt felszerelve az esetleges marsi élet felderítését szolgáló exobiológiai műszerekkel.

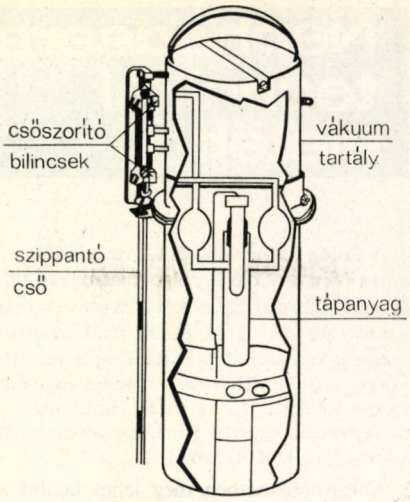
Ilyen műszereket, automatikus készülékeket már a hatvanas évek elején kialakítottak, s földi laboratóriumokban mintapéldányaikat eredményesen kipróbálták. A tervezett készülékek közül elvileg a legegyszerűbb a mikroszkóppal egybeépített televíziós kamera. Ehhez egy segédberendezés tartozik, mely a Mars felszínéről vagy légköréből befogott mikroszkópikus részecskéket az optikai rendszer tárgylencséje alá juttatja. Ilyen segédberendezés lehet egy légypapírhoz hasonlítható, táp

talajjal bevont film, amelyen a mondott részecskék megtapadnak, az élő szervezetek esetleg szaporodni kezdenek.

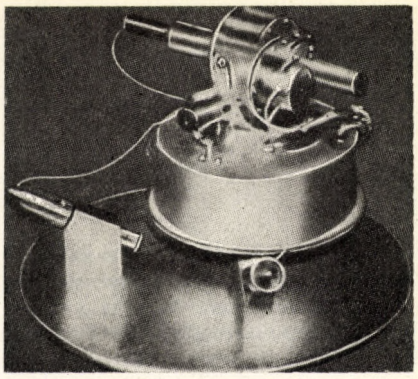
Ugyancsak pormintákat vizsgálna az úgynevezett *Multivator*. Ebben a készülékben (1. ábra) tizenkét rekesz van megfelelő reagensanyaggal töltve, további három rekesz anyaga pedig referenciaértékek megállapítására szolgál. Ennek az anyagnak az a tulajdonsága, hogy az enzimek hatására előzetes megvilágítás után fluoreszkálni kezd. A készülék rekeszeibe port szívnak, majd a reagenseket kis izzólámpákkal megvilágítják, s a fluoreszkálás fényét különleges fotocellával, úgynevezett sokszorozócsővel észlelik.

Egy másik érdekes készülék neve *„farkascsapda"* (2. ábra). Ez az elnevezés tulajdonképpen angol szójáték, s tervezője: Wolf Vishniac keresztnevére (wolf=farkas) utal. A készülék vákuum-szívórendszere egy csövön talajmintát szippant fel, s ezt a tenyésztő tápanyagba ejti. A folyékony tápanyagban itt is figyelik az élő szervezetek, mikroorganizmusok szaporodását, éspedig a folyadék megzavarodása, továbbá savasságának megváltozása révén. Az észlelésre fotocella és p_H-mérő berendezés szolgál.

A sok terv közül még a *Gulliver*-készüléket (3. ábra) kell megemlíteni. A minták



2. ábra: A „farkascsapda" *mérőegysége*



3. ábra: A Gulliver-*készülék*

begyűjtésére ezen a készüléken is az említett légypapír-elvet alkalmazzák, éspedig oly módon, hogy a készülékből egy kis lövedéket lőnek ki néhány méter távolságra; a lövedékhez zsineg csatlakozik. Ezután a készülék motorja visszahúzza és feltekercseli a zsineget, amely tápanyagba kerül. A tápanyag radioaktív szén tartalmú; az esetleges mikroorganizmusok radioaktív széndioxidot fejlesztenek, s ezt észlelik sugárzásjelzővel.

Vannak más exobiológiai detektáló módszerek is. Javasolnak többek között spektroszkópiai, továbbá optikai forgatásvizsgálatokat is. Ezek segítségével a dezoxiribonukleinsav jelenlétét lehetne kimutatni. Remélhető, hogy a következő marskutató űrszondák valamelyikével, talán már 1973-ban valamilyen exobiológiai műszerrel kísérletet tesznek majd.

Nagy István György

konyvszemle

Lőrincz–Poór:
Lövészpáncélosok – páncélos lövészek

(Zrínyi Katonai Kiadó, 204 old. 73 ábra és kép)

A rakéta-atomfegyverekkel vívott háborúban a harci helyzet gyorsan és élesen változik. Ezért a szárazföldi csapatok mozgékonyságának fokozásával velejáró gépesítés kiemelkedően fontos kérdéssé vált. A modern hadseregekben ilyenformán napirendre került a lövészeket szállító páncélozott járművek különféle típusainak kifejlesztése és rendszerbe állítása.

A régebbi, hagyományos értelemben vett gyalogság szervezése, fegyverzete és e csapatok harci alkalmazása lényegesen megváltozott. A nem is olyan régen még gyalog menetelő és gyalogosan harcoló katonák napjaink háborúiban már a harckocsikkal együtt, velük azonos ütemben, páncélozott szállító járművekről vívják harcukat. Harcjárműveik ma már a lövészpáncélosok, a gyalogosokat pedig felváltották a páncélos lövészek.

Az új könyv, mely ebben a témakörben az első magyar szerzők tollából származó publikáció, részletesen foglalkozik a lövészpáncélosokkal, létrejöttük körülményeivel, fejlettségük jelenlegi szintjével, nemkülönben a közelebbi jövő várható fejlődésével. A szerzőpár erről a bonyolult, szerteágazó kérdéscsoportról ad művében átfogó képet.

Tudvalevő, hogy a páncélozott szállító járművek harci alkalmazásának hatásosságát három – egymástól elválaszthatatlan, de részben ellentmondó – követelmény szabja meg: a tűzerő, a mozgékonyság és a védettség. A tűzerő a páncélozatlan, de ugyanúgy a páncélozott célokat, valamint az alacsonyan támadó légi célokat is eredményesen leküzdő, összetett fegyverzet kialakítását igényli. A megoldás: géppuskák, gépágyúk és páncéltörő rakéták a jármű fedélzetén. A mozgékonyság a nehéz, átszeldelt terepen is gyorsan és biztosan manőverező harcjármű kifejlesztését követeli. A versengés a kerekes és a lánctalpas futómű között folyik. A védettség a hagyományos fegyverek találatain és repeszein túlmenően a tömegpusztító eszközök – elsősorban az atomfegyverek – hatásai elleni védelmet igényli.

Arra a kérdésre, hogy hol tartunk ma a mondott követelmények teljesítésében, a szerzők válaszaikat így összegezik: a megkívánt tűzerőt a körforgó toronyba épített 20 mm-es gépágyúk és a 7,62 mm-es géppuskák adják; a harckocsikét megközelítő mozgékonyságot a többségükben kétéltű és légi szállítható, 20–30 LE/Mp fajlagos teljesítményű járművek megfelelő mértékben kielégítik; a korszerű lövészpáncélosok védettsége nemcsak a tűzfegyverek, hanem az atomfegyverek hatására is kiterjed, és a hermetikusan zárt belső tér, a szűrő-szellőző-légkondicionáló berendezés ma már általános.

A fejlesztés világszerte egyre inkább érvényesülő iránya a fegyverrendszerek és a járműcsaládok kialakítása. A legújabb nézetek a fegyvert, a hordozóját és a harcbavetést szolgáló technikai eszközöket egyetlen egésznek: fegyverrendszernek tekintik. A családelv az azonos alapjárműre többféle, többcélú jármű felépítését tűzi célul. Itt háromféle járműcsalád körvonalai bontakoznak ki: a páncélozott harcjárműcsaládé, a támogató járműcsaládé és a fenntartó járműcsaládé.

A könyvet a korszerű páncélozott szállító harcjárművek típusismertetője teszi teljessé.

A magyar haditechnikai irodalom nagy vesztesége, hogy a hézagpótló munka egyik szerzője, *Lőrincz István* mérnök-alezredes röviddel a könyv megjelenése után örökre eltávozott sorainkból.

Sz. S

A hadtudományi disszertációk hasznosítása

A tudományos fokozatok mai rendszere hazánkban két évtizedes múltra tekinthet vissza. Már régen felvetődött az a kérdés, hogyan lehetne társadalmilag jobban hasznosítani a megvédett kandidátusi és doktori disszertációkban megtestesülő hatalmas szellemi tőkét. A Tudományos Minősítő Bizottság több szakbizottsága foglalkozott ezzel a problémával, s a Hadtudományi Szakbizottság is a közelmúltban kialakította erre vonatkozó elvi állásfoglalását.

Más területektől eltérően a hadtudományi kutatás eredményeképpen született szellemi termékek többnyire a tudományos munkát végző személy szolgálati tevékenységéből származnak. A disszertációk témáinak kutatása a hadsereg távlati fejlesztését, végeredményben a harckészültség növelését szolgálja, s mindvégig szorosan kapcsolódik a hadsereg életéhez.

A dolog természeténél fogva a hadtudományi disszertáció kidolgozóját ugyan teljes mértékben megilletik a törvényben biztosított szerzői jogok, munkájával azonban mégsem rendelkezhet szabadon; a rendelkezési jog általában a döntésre jogosult elöljárót illeti, ő határozza meg, hogy a disszertációt részben vagy egészében nyilvánosságra lehet-e hozni.

A legtöbb esetben meg lehet találni a disszertációban összefoglalt tudományos eredmények hasznosításának a leginkább célravezető módját. Az írásművek tartalmát, ajánlásait, többek között különféle katonai segédletek kidolgozásakor, szerkesztésében használhatják fel, más formájú eredményeket, például a műszaki alkotásokat új haditechnikai eszközök kialakításakor, ezek gyakorlati felhasználásában, kísérleteiben, javításakor és így tovább.

Igen gyakran a disszertáció egyes meghatározott fejezeteinek nyilvánosságra hozatala a szolgálat érdekeit és egyéb szempontokat az elöljáró döntése szerint nem sérti. Ilyenkor – különösen, ha a kiragadott fejezet önmagában is egészet alkot, vagy kisebb átdolgozással ilyenné alakítható – helyesnek látszik a szóban forgó anyagnak valamelyik katonai folyóiratunkban való publikálása.

Mindenképpen hozzáférhetővé kell tenni a disszertációkat az erre kijelölt katonai tudományos könyvtárakban, éspedig az elöljáró döntése szerint vagy nyílt, vagy csak külön engedéllyel tanulmányozható anyagként.

Helyes, ha a disszertációk szerzői kezdeményezik munkájuk hasznosítását és a Hadtudományi Szakbizottsággal együttműködve keresik ennek az adott esetben leginkább érvényesíthető módszereit.

SZ.

Néphadseregünk technikai életéből

Katonaszociológia

(Zrínyi Katonai Kiadó, 1971. 308 old.)

könyvszemle

Wiatr lengyel szociológus igen ötletesen és mélyértelműen, úszó jéghegyhez hasonlította a katonaszociológiát. Valóban: e szociológia belső műhelytitkairól és legfőbb vizsgálatairól vajmi keveset tud a kívülálló; a „jéghegy" nagyobb részét a katonai titoktartás hullámai fedik, s csak tenyérnyi darabka látszik belőle a felszínen. Az új könyv ebben a témakörben az első olyan magyar nyelvű gyűjtemény, amely felöleli a legfontosabb nemzetközi tapasztalatokat. A szerzők között megtalálhatók a legismertebb szovjet, lengyel, csehszlovák, német és bolgár katonaszociológusok.

A tanulmánygyűjtemény válogatója és szerkesztője: *Nagy Emil* a kötethez írt bevezetőjében vázolja a marxista és a polgári katonaszociológia megszületésének történelmi előzményeit, és ezeknek az ellentétes irányzatoknak eddigi fejlődését. Részletesen bemutatja a marxista katonaszociológia tárgyával és jellemzőivel kapcsolatos fontosabb külföldi álláspontokat.

A könyv két részre oszlik: az elsőben a marxista katonaszociológia elméletével, a másodikban pedig főbb kutatási területeivel foglalkozó tanulmányokat találjuk.

Az első rész *Bocskarjev* szovjet szociológus tanulmányával indul; ebben a szerző éles és alapos bírálattal illeti a harmadik világháború abszolút lehetetlenségének, az ún. atompatt eszméjének, a jelenkori háború „korszerűtlenségének" hangoztatóit. *Wiatr* tanulmánya a marxista katonaszociológia továbbfejlesztésének feladatait tárgyalja. *Rychtařik* írásában a csehszlovákiai kutatások alapján lényeges és eredeti megfontolásokkal járul hozzá a katonaszociológia tárgyának pontosabb meghatározásához. *Alekszandrov* a bolgár kutatók körében kialakult felfogást ismerteti, és részletesen elemzi a konkrét katonaszociológiai kutatások módszertani kérdéseit. *Sobczak* lengyel katonaszociológus írása a szocialista típusú hadseregnek mint társadalmi intézménynek általános és egyszersmind pontos elméleti jelemzését nyújtja. *Hzabé* és *Podzemsky*, Csehszlovákia Tudományos Akadémiája Filozófiai és Szociológiai Intézetének munkatársai önálló kutatások alapján és újszerűen világítják meg Engels tevékenységét a fegyveres erőszak szociológiai elméletének kidolgozásában.

A második részben mindenekelőtt *Vorobjev* szovjet szociológus tanulmányát olvashatjuk. Ebben számos adattal szemlélteti a szovjet társadalom szociális struktúrájának változásai, valamint a fegyveres erők összetétele és ütőképessége közötti összefüggést. Ezt követi *Wiatr* tanulmánya, mely a katonai szolgálat professzionalizálódásáról ad történelmi áttekintést Lengyelországban, különös tekintettel az 1945 utáni fejleményekre. *Konopljov* a szovjet, *Stawica* pedig a lengyel ifjúság társadalmi orientációiról, a katonai hivatással, illetve a katonai szolgálat iránti beállítottságáról ír. *Tabunov* szovjet katonaszociológus igen időszerű kérdést tárgyal: a katonai kisközösségek struktúrájával és a katona személyisége formálásában bekövetkezett szerepével foglalkozik. *Zlatinov* a tiszti politikai oktatás egyik bolgár formájának kísérleti modelljét ismerteti, *Ladanov* szovjet szerző pedig az amerikai szárazföldi haderő szociológiai vizsgálatait. *Belascsenko* szovjet kutató igen érdekes tanulmányában az amerikai katonák ideológiai meggyúrásának raffinált és veszedelmes mechanizmusát elemzi. A kötetet *Rau, Schulze* és *Stüber* német katonaszociológusok közös tanulmánya zárja, amelyben a szerzők kimutatják a Német Nemzeti Néphadsereg valóban népi jellegét, s ugyanakkor tudományosan ellenőrzött adatokra és tényekre támaszkodva leleplezik a Bundeswehr tisztikarának reakciós társadalmi és politikai természetét, megrögzötten militarista beállítottságát.

A tanulmánykötet tartalmánál fogva igen hasznos segítséget nyújthat a hivatásos állomány mindennapi nevelési munkájában, és sok hasznos tapasztalatot nyújt mindazoknak, akik a honvédelmi nevelés kérdéseivel foglalkoznak.

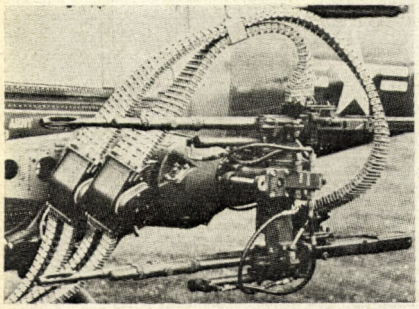
T. J.

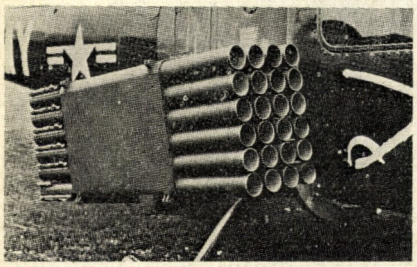
haditechnikai hiradó

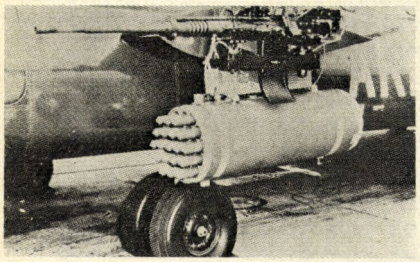
Harci helikopterek fegyverzete

A legkülönfélébb fegyverzettel felszerelt helikopterek harci alkalmazhatóságát az amerikai katonai szakértők azzal indokolják, hogy a légijárművekkel földre tett csapatok harcát a nagy sebességű vadászbombázó gépekkel többnyire nem lehet megbízhatóan támogatni.

Képeink néhány amerikai harci helikopter fegyverzetét mutatják be. Az *UH–1B* típusú helikopter egyik változatára az *M–60C* jelű géppuskákat szerelték fel, amelyeket a belső térből távvezérléssel működtetnek. Ugyanilyen típusú helikoptereket fegyvereznek fel rakéta sorozatvetőkkel is; képünk egy 24 csöves egységet mutat, amelynek párja a gép másik oldalán van.



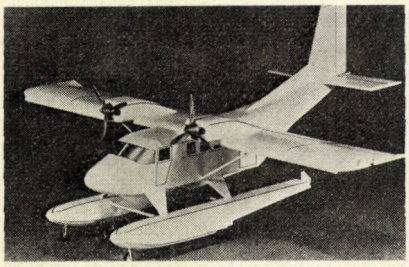




A *CH–47A Chinook*ot 20 mm-es űrméretű *M–24A* típusú gépágyúval és *XM–159* jelű rakéta sorozatvetővel látják el.

Az ilyen és hasonló fegyverzetű helikoptereket az amerikaiak széltében-hosszában használják indokínai agresszív háborújukban. „Helikopter-kísérleteik" lefolytatására ez a szennyes háború különösen alkalmasnak bizonyult. A hős partizánok „megfoghatatlansága", és a meglepésen alapuló „dzsungel-harcászata" megnehezítette az amerikaiaknak és dél-vietnami zsoldosaiknak csapataik ellátását, veszteségeik pótlását, a harci körzetekből sebesültjeik kiszállítását. Az efféle harci feladatokat többkevesebb sikerrel helikopterek bevetése révén oldják meg.

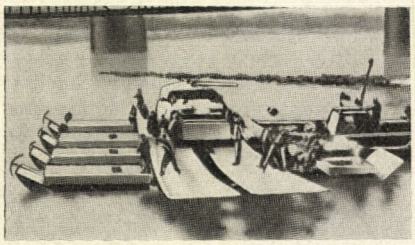
A Skytrader



A kanadai Dominion Aircraft cég új szárazföldi vagy vízi rövid fel- és leszállópályás szállító repülőgép: a *Skytrader* fejlesztésén dolgozik. A 2 db 400 LE teljesítményű motorral üzemelő gép vízi bombázásra is alkalmassá tehető. A *Skytrader* hossza 12,5 m, szárnyfesztáva 16,8 m, legnagyobb felszálló súlya 3855 kp, legnagyobb sebessége 340 km/h. Felszálláskor a 15 m-es magasságot mintegy 280 m-en éri el, leszálláskor 15 m-ről nagyjából 220 m-en landol.

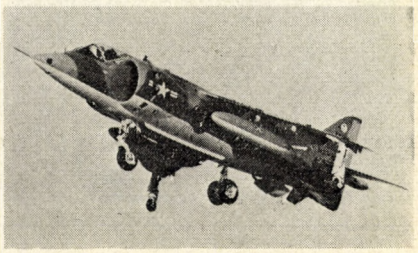
Az osztrák Bundesheer hídkészlete

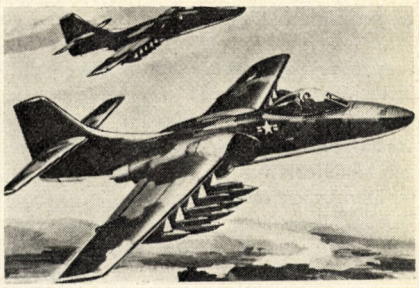
Az osztrák hadsereg műszaki alakulatainá befejeződtek a csapatpróbák az új alumínium felépítményű hídkészlettel. A pontonok megfelelnek azoknak a követelményeknek, amelyeket a gyorsfolyású alpesi folyókon való átkelés feladata kíván meg. A hídkészlettel dunai átkelési gyakorlatokat végeztek Tulln környékén. Komphídként is felhasználhatják ekkor négy pontonból állítanak össze átkelő kompot, amelylyel egy *M 60 A 1* típusú harckocsi szállítható. Az említett dunai gyakorlaton a harckocsik átkelése a be- és kirakással együtt kilenc percet vett igénybe.



Csatarepülőgép-tervek Amerikában

Mindhárom amerikai haderőnem foglalkozik új csatarepülőgépek rendszerbe állításával. A földierők vizsgálatai szerint igényeiket leginkább a felső képünkön bemutatott Lockheed-féle *AH–56 A Cheyenne* helikopter elégítené ki. A haditengerészet a Hawker–Siddeley gyár által fejlesztett *Harrier* mellett döntött (középső képünk), a légihaderő pedig kiírta az *A–X* tervpályázatot; ennek prototípusai közül alsó képünk a *Northrop*-fejlesztésű *A–9A* jelű gépet ábrázolja.





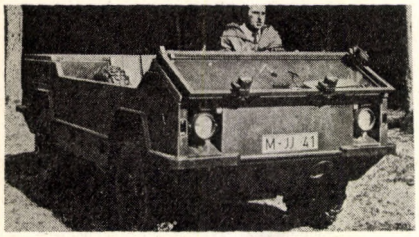
Az Egyesült Államok kongresszusában a párhuzamos tervek körül élénk vita indult. A kiküldött tanulmányi bizottság a kongresszushoz intézett jelentésében megállapította, hogy a három irányú fejlesztést indokoltnak tartja, mivel az egyes típusok speciális tulajdonságai kiegészítenék egymást. A *Cheyenne* alkalmasnak látszik arra, hogy a harci övezetben elszórtan fekvő szükség-repülőterekről intézzen a napszaktól és az időjárástól függetlenül támadást. A rövid fel- és leszállású *Harrier*nek elsősorban azt a szerepet szánják, hogy támogassa a partraszálló műveletekben résztvevők harcát, s elősegítse a hídfőállások elfoglalását, végül az *A–X* programban kifejlesztendő gépek alkalmasak lennének hosszabb ideig tartó járőrszolgálatra is.

Terepjáró gépkocsi önhordó műanyagtesttel

A repülőgépiparban már hosszabb idő óta nemcsak a korszerű önhordó héjszerkezeti építési módszert alkalmazzák, hanem emellett az ilyen konstrukciókban mind gyakrabban használnak műanyagokat. Szinte magától értetődik, hogy az ilyen technológiában nagy gyakorlatra szert tett üzemek megpróbálják ezt a szárazföldi és vízi járműépítésbe is bevezetni.

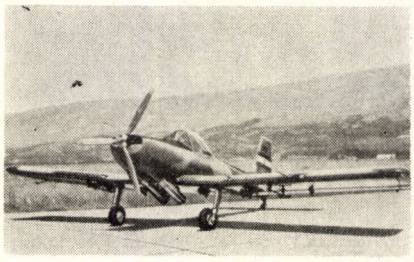
A nyugatnémet repülőipar ismert nagyvállalata, a Messerschmitt–Bölkow–Blohm cég a Bundeswehr részére kétéltű terepjáró gépkocsit fejlesztett ki önhordó műanyagszendvicses szerkezettel. Az üvegszálvázas, üregesen kialakított úszótest belsejében helyezték el a BMW-gyártmányú *CDS 175* típusú 95 LE teljesítményű motort, valamint az erőátviteli rendszert. Futóműve független kerékfelfüggesztésű, négykerékhajtású, differenciálzárral.

A jármű hossza 3,91 m, szélessége 1,84 m, hasmagassága 0,33 m, önsúlya 1795 kp, melyből a poliuretán keményhabbal kitöltött falú úszótestre mindössze 195 kp jut. Legnagyobb sebessége 105 km/h. Lejtőmászóképessége 4 km/h sebességen 60% a megengedhető 500 kp hasznos teherrel.



Jugoszláv vadászbombázó

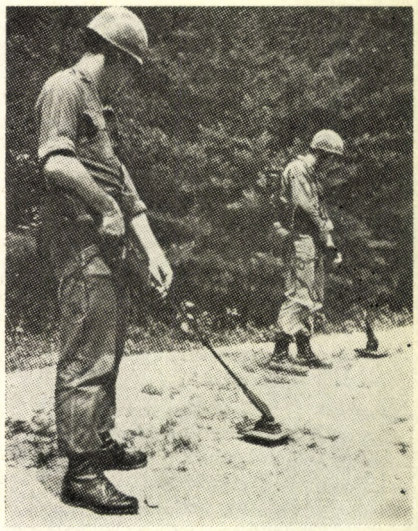
A jugoszláv Soko-féle *Kraguj*-típusú vadászbombázó elsősorban a hegyes terepen tevékenykedő csapatok támogatására szolgál. Az egyszemélyes, 10,64 m szárnyfesztávú dugattyús motoros gép háromlapátos légcsavarjának átmérője 2,44 m. Tartálya 240 l üzemanyag befogadására alkalmas, ezzel a készlettel mintegy 800 km távolságot tehet meg. Csúcssebessége 1500 m magasságban 295 km/h, utazósebessége 280 km/h. A gép fel- és leszálláskor nem igényel betonpályát, 110 m-es nekifutással fűről is fel tud szállni.



A *Kraguj* vadászbombázó viszonylag erős fegyverzetű. Két 7,7 mm-es géppuskán kívül ugyancsak két, egyenként 100 kp-os bombát függeszthetnek törzsére, szállít emellett egy 150 l űrtartalmú napalm-tartályt. Ez utóbbi helyett az ütőképesség fokozására elhelyezhető rajta két rakétaindító. Ezekből 25 db 57 mm-es nem irányított rakétával lehet támadni. A vadászbombázó ezeken kívül még 2 db 127 mm-es rakéta indítására alkalmas. A rakéták hat felfüggesztési ponton kapcsolódnak a géphez.

Kutatóműszer fémmentes aknákhoz

Az amerikai földierők saját fejlesztése az *AN/PRS–7*-típusú aknakutató műszer. Ez az eszköz a gyalogsági- és harckocsiaknák felkutatásában egyaránt hatékonyabb az eddig használt hátikészüléknél, jóllehet annak 8 kp súlyával szemben mindössze 4,1 kp-ot nyom, akkumulátortelepének élettartama pedig háromszor akkora. A kutatóműszer nyelén és a derékszíjon helyezik el a kis dobozt, amely a jelfeldolgozó áramkört és az áramforrást tartalmazza. A karbantartást megkönnyítik a cserélhető működő egységek és a könnyen kiszerelhető oszcillátor. Kiegészítő berendezés felhelyezése után a kutatóműszer nagy hidegben is használható.

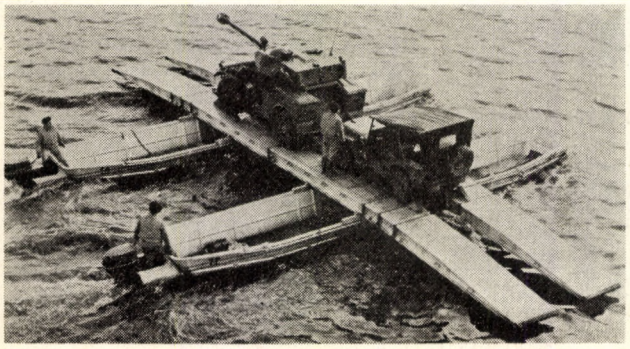


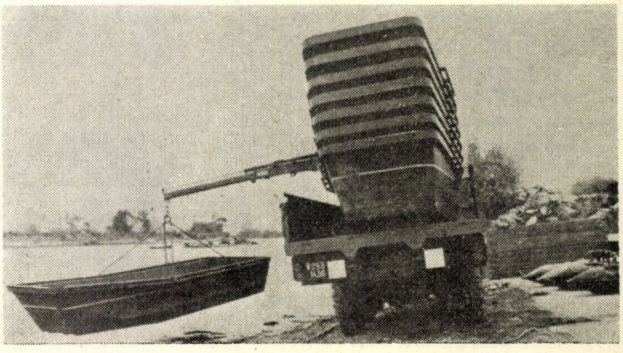
Új francia átkelőeszközök

A francia műszaki csapatok felszerelésében új átkelőeszközt rendszeresítenek, mellyel 25 Mp felső súlyhatárig kerekes és lánctalapas járművek egyaránt áthaladhatnak legfeljebb 3 m/sec sebességű folyókon. Az igen szilárd és egyszerűen kezelhető eszköz alkalmas akár pontonkompok, akár hidak építésére. A könnyűfém pontonok két részből állnak; ezeket vízrebocsátás után rudazatok kötik össze. A rendeltetési helyre a pontonokat nyolc ember viszi a külső oldalakra erősített fogórúd segítségével. Az ugyancsak könnyűfém szerkezetű kétnyompályás hídburkolat középrészből, közbenső részből, valamint a rámpákból áll.

Nagyobb távolságokra az átkelőeszközt a pontontípustól függően 2,5 vagy 4 Mp-os tehergépkocsikon vagy utánfutókon szállítják. A fel- és a lerakodás műveleteihez hidraulikus darut használnak, melynek segítségével közvetlenül a vízre is helyezhetik az elemeket. A kompokat méreteiktől függően 26–35 ember állítja össze 1/2–1 óra alatt. A kész kompot motorcsónakkal lehet tolni, kompkötéllel is mozgatható, de 40 LE teljesítményű függesztett motor közvetlenül is hajthatja. A kompok stabilak, jól manőverezhetők, s deszantdereglyeként használva 24 felszerelt katonát vagy 4 Mp egyéb terhet szállíthatnak. Az átkelőeszköz nyompálya eleme egyenetlen terepen alkalmas könnyebb járművek részére hidprovizórium építésére is.

Az egyik kép egy négy nyompályaelemből és négy félpontonból összeállított kompot mutat, mely két függesztett csónakmotorral hatjva egy terepjáró gépkocsit és egy 90 mm-es löveggel felszerelt páncélozott gépjárművet szállít. A másik képen egy félponton vízreemelését látjuk. A gépkocsi darujával nemcsak a saját rakfelületén levő szállítmányt lehet leemelni, hanem az utánfutót vagy másik járművet is ki- vagy berakhatnak. A gépkocsi platóján a félpontonokat egymásba helyezve szállítják.

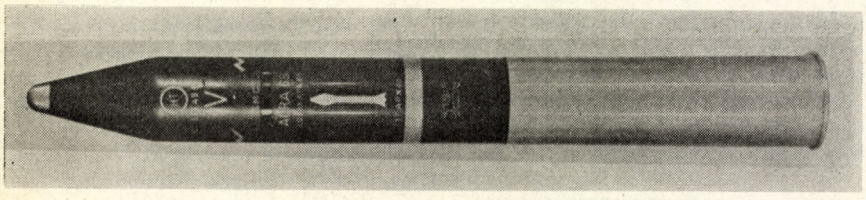




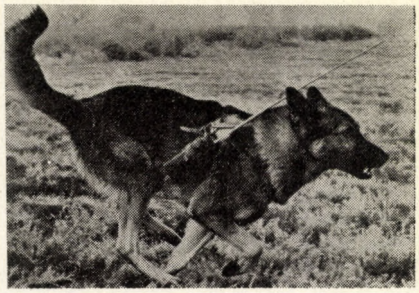
Az Acra-fegyverrendszer

Francia tervezők egy csoportja olyan fegyverrendszert dolgozott ki, mely sok tekintetben egyesíti a rakéták és a hagyományos fegyverek kedvező tulajdonságait. Ezzel az *Acra* elnevezésű fegyverrendszerrel a páncélozott járművek valamennyi fajtáját fel akarják szerelni. Az *Acra* 1,25 m hosszú lövedéke egykamrás hajtóművet vesz körül, ezt a lövedéket a hagyományos tüzérségi lövedékhez hasonlóan hüvelybe szerelik. Működésében két égési fázis különböztethető meg: az elsőben a csőből kilépő lövedék sebessége 1 sec alatt 150 m/sec-ről 500 m/sec-ra növekszik. A második égési fázisban ezt a sebességet tartják fenn 5 sec-on keresztül.

Az *Acra* robbanófeje üreges töltetű, a robbanóanyag 3 kp súlyú. A fegyverrendszernek új típusú infravörös vezetősugaras irányítása van; a sugárnyalábot laserrel állítják elő. A lövész irányzáskor e sugárral befogja a célt; a nyalábot egy giroszkópos stabilizátor tartja a célon. A lövedék érzékelőegysége ezt követi, indítás után már nem lehet pályahelyesbítést végezni. A rakétalövedék legkisebb hatótávolsága 25 m, a legnagyobb 3300 m. Ugyanebből a csőből hagyományos kiegészítő lövedék is tüzelhető, 10 m-es legkisebb és 8000 m-es legnagyobb lőtávolsággal. A rakétalövedék és a kiegészítő lőszer egyaránt 142 mm űrméretű. Az *Acra* fegyverrendszerrel jelenleg a valóságos harchelyzethez hasonló körülmények közt lőkísérletek folynak.



Őrkutya „távirányítása"



Rádióval „irányított" őrkutyákat használ az angol légihaderő repülőtereinek őrzésére. Farnborough-ban állították szolgálatba a tranzisztoros vevővel felszerelt derék négylábúakat. Az idomár 8 km távolságról is utasítást adhat az őrkutyáknak. Ezek sötétben, ködben is ellátják szolgálatukat, olyan bokros és bozótos terepen is, amelyen az ember megfigyelőképessége erősen csökken.

Új francia katonai tehergépkocsi

A Saviem-cég az utóbbi években a polgári célokra szolgáló tehergépjárművei (*SG2* és *SG4* típusok) bázisán katonai és rendőrségi tehergépkocsikat is kifejlesztett.

A képünkön bemutatott *TP3* típusú 4×4 kerékképletű könnyű katonai tehergépkocsit Renault-gyártmányú 78 LE teljesítményű motor hajtja. Az 1,8 Mp hasznos terhelésű jármű hossza 5,3 m, szélessége 2 m, legnagyobb sebessége 95 km/h, mászóképessége 50%.

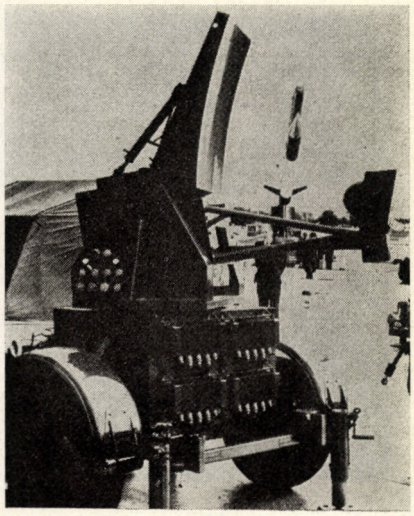
Hangrobbanáskeltő csatorna

A szuperszonikus repülőgépek üzemének kísérőjelenségeként fellépő robbanásszerű zaj, a hangrobbanás (Haditechn. Szle. 1967. 128–132. old.) világszerte sok panaszra adott okot. A Saint-Louis-i francia–nyugatnémet ballisztikai kutatóintézet programjába vette a jelenség kísérleti vizsgálatát.

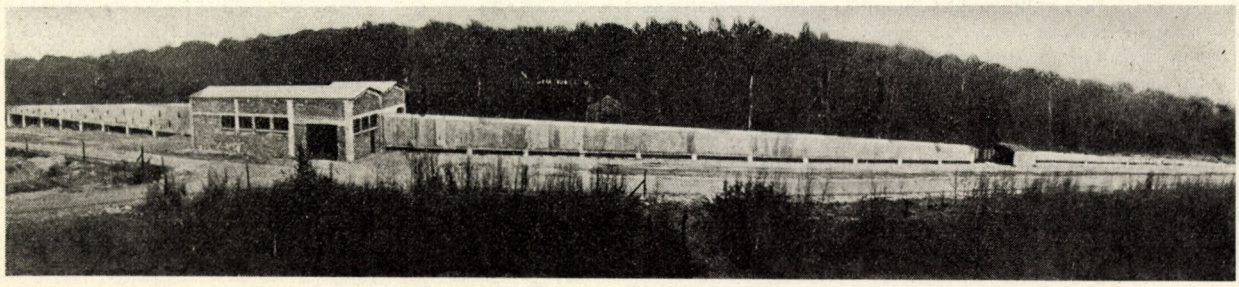
Evégből egy különleges hangrobbanáskeltő csatornát építettek. A képünkön bemutatott berendezés építménye mintegy 190 m hosszú, létrehozásának költségei elérték az 1,2 millió francia frankot. A berendezés jobboldali végén a csatornából membránnal kamrát választanak le, s ezt a teret sűrített levegővel töltik meg. A membránt eltörve hirtelen nyomásváltozás támad, amely a csatorna egész hosszában végigterjedve, közben áthalad a csatorna utolsó harmadának kezdetére épített kísérleti és mérőszobán. Az említett nyomáshullám a hangrobbanási hullámot szimulálja. A sűrített levegő nyomásának és a membrán helyzetének változtatásával az intenzitási és az időtartambeli jellemzők is megváltoznak.

A berendezés módot nyújt arra, hogy kísérleti állatokon a hangrobbanás okozta hatások: sérülések, vérnyomásváltozások, szívműködési zavarok vizsgálhatók legyenek.

A Rapier-rakéta



A *Rapier* angol légvédelmi fegyverrendszerhez a Marconi cég a közelmúltban célkövető lokátort fejlesztett ki. Ilyenformán mód nyílt arra, hogy az eddig optikai irányítóberendezésével csak jó látási viszonyok között nappali felhasználásra alkalmas *Rapier* rakétát minden időben felhasználhatóvá tegyék. Nem szándékoznak valamennyi rakétaegységet ilyen lokátorral felszerelni, mivel Angliában az a vélemény alakult ki, hogy belátható időn belül harci repülőgépek mélytámadásával csupán jó időben számolhatnak.



Forgásstabilizált régi rakéták

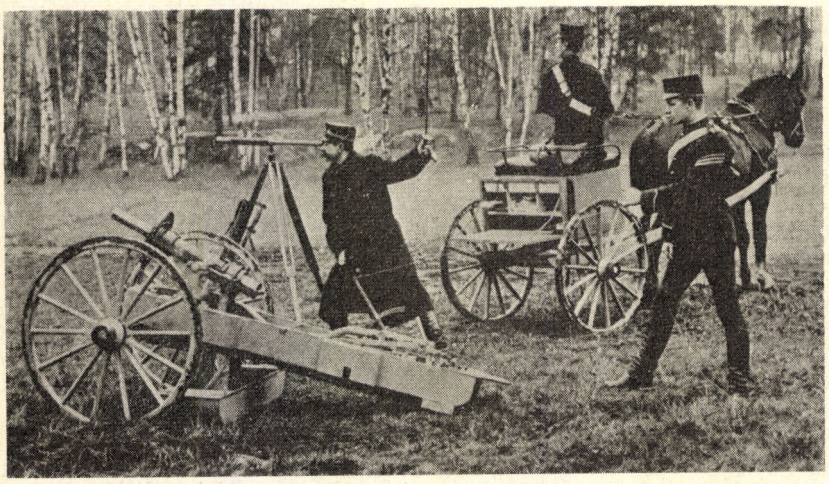
emlékezzünk régiekről...

Évszázadokig a rakéták stabilizálásának egyetlen módját ismerték: a röppentyű testéhez hosszú rudat erősítettek, s így a pályáján elindított test nem imbolygott, nem bukdácsolt. Még a múlt század közepe táján is a röppentyűsök annyi jól megmunkált farudat vittek magukkal, ahány rakéta készletükben helyet foglalt. A rúddal stabilizált rakétafegyverekkel persze bajosan lehetett egy adott célpontot eltalálni, de területtűzre, nagy kiterjedésű célobjektumok támadására így is bevethették őket.

Kézenfekvő volt, hogy a forgásstabilizálás már régebben ismert elvét a célzás pontosságának növelésére a rakétákon is alkalmazzák. Az első többé-kevésbé használható konstrukcióval 1846-ban *William Hale* (1797–1870) angol rakétaszerkesztő jelentkezett. A Hale-röppentyűn a kiáramló gázok lapátszerkezeten távozva turbinaszerűen hozták forgásba a rakéta testét.

Említésre méltó, hogy a múlt század ötvenes éveiben *Martin Lajos* (1827–1897) magyar mérnök – később a kolozsvári egyetem professzora – foglalkozott a forgásstabilizált rakéták elméletével.

A vontcsövű ágyúk bevezetése után a rakétafegyver hosszú időre eltűnt a hadseregek felszereléséből. A rohamosan fejlődő, nagy tűzerejű és viszonylag nagy valószínűséggel célba találó lövegekkel a mai szemmel nézve kezdetleges rakéták nem tudtak versenyre kelni.



Wilhelm Teodor Unge (1845–1915) svéd hadmérnök a Hale-típusú rakéták legfőbb fogyatékosságát a stabilizálás aránylag kis fordulatszámában látta. Unge több konstrukciót dolgozott ki; közülük az elsőt 1893-ban szabadalmaztatta. Ezek olyan rakéták voltak, amelyeket már elindításuk előtt, a vetőcsőben gyors forgásba hoztak. A célzási pontosságot még tovább lehetett növelni, ha a rakétának is volt – Hale-típusú vagy más hasonló elvű – forgató rendszere.

Az első Unge-rakétákat a vetőcsőben tekercsrugó forgatta meg. A rugót kézzel lehetett felhúzni, s a rakétaindítás műveletében oldották ki. Unge szerkesztett hadihajókon vagy erődítményekben való telepítésre nagyobb rakétavetőket is, amelyeken a rugót gőzgéppel húzták fel.

A képünkön bemutatott kombinált hidraulikus-pneumatikus Unge-rakétavetőn tartályba szivattyúzott vízzel levegőt sűrítettek. Indításkor a folyamat megfordult: a sűrített levegő nagy nyomással a körforgó szivattyú lapátjaira lövellte a vizet. Ekkor a szivattyú turbinaként működve a rakétát megforgatta.

Még a régi rakéták forgásstabilizálásának történetéhez tartozik *Robert H. Goddard* (1882–1945) amerikai rakétaszerkesztő 1913-ból származó találmánya. Itt a rakétát a rászerelt kis kerék forgatta; a villamos gyújtással indított töltetek égéstermékei a kerék fúvókáin kiáramolva hozták létre a forgó mozgást.

H. Á.

könyvszemle

Sárdy–Bálint–Erdős–Lőrincz–Szentesi: Haditechnika – 1972

(Zrínyi Katonai Kiadó 1972. 220 old. 94 ábra és kép)

A haditechnika rohamos ütemű fejlődése nem teszi lehetővé, hogy egyetlen könyv mutassa be akár csak egy esztendő folyamán megjelent új fegyvereket, haditechnikai eszközöket. Ezért a szerzők olyan tanulmánygyűjteményt állítottak össze, amely a megírás évére jellemző katonapolitikai nézetek alapján a haditechnikának csupán néhány kiemelt területét vizsgálja.

A hat fejezetből álló könyv első fejezete az egész munkának mintegy a katonapolitikai keretét adja meg. A világméretű fegyverkezési verseny a tőkés hatalmakat rádöbbentette arra a felismerésre, hogy a korábban egyes vonatkozásokban fennállott vagy csupán vélt katonai fölényük immár a múlté, és számukra nincs más kiút: tárgyalni kell!

A második fejezet a hadászati rakéta-atomfegyverek mai állapotát és fejlődésük távlatait elemzi.

Ezt követően, a harmadik fejezetben a tömegpusztító eszközök mai helyzetéről van szó. Hol van a reális határa a nukleáris fegyverek, a nukleáris robbanóerő fokozásának? A tanulmány a vegyi és a biológiai fegyverek jelenével, úgyszintén jövőbeni, lehetséges felhasználásával is foglalkozik.

A hadügy forradalma nyomán napirendre került, hogy gépesítsék a szárazföldi csapatok vezetését. A negyedik fejezet a csapatvezetés korszerűsítésének módjairól, lehetőségeiről szól, s megvizsgálja, hogy miként alakul az ember és a gép, majd a gépesítés és az automatizálás helye és szerepe a katonai vezetésben.

Az ötödik fejezet „A rehabilitált tűzfegyverek" címet viseli. Mondanivalójának kiindulópontja, hogy a jelenkori háborúban a rakétákkal valamennyi tűzfeladat nem oldható meg, és a csöves tüzérség korszerűsített kivitelű lövegei a harcban ma sem nélkülözhetők.

A katonai helikopterek mai fejlődési állapotát, vizsgálja a hatodik fejezet. Új fegyver jelenik meg: a harci helikopter! Feladata: nagyobb terheléssel, sebesebben és távolabbra jutva oldani meg kitűzött harcifeladatait.

A könyvet áttanulmányozó olvasó jó képet alkothat magának a haditechnika számos időszerű kérdéséről, s a szocialista tábor nyilvánvaló haditechnikai fölényéről.

Sz. S.

A Lengyel Néphadsereg újítóinak munkáiból

Lökéscsillapított ülés terepjáró gépjárművekhez

A terepen mozgó gépjárműre változó és jelentékeny nagyságú függőleges irányú gyorsulások hatnak. Jóllehet a célszerűen kialakított kerékfelfüggesztés ezeket a gyorsulásértékeket számottevően csökkenti, védve ezáltal a jármű felépítményét, a szállítmányt és az utasokat, mégis a terepegyenetlenségek keltette gyorsulások erőhatásai kedvezőtlenül hatnak a jármű személyzetére, sőt néha sérüléseket is okoznak.

Ez különösen élesen jelentkezik a nagy sebességű gépjárművek üzemében. A lánctalpas járművek terepen mozgásakor ható gyorsulások legnagyobb értéke általában mintegy 2 g körül van, de a rugók összenyomódása után a járműtest ütközőkre csapódásakor fellépő gyorsulások a 10 g-t is elérhetik. A terepjáró gépkocsikon és lánctalpas járműveken eddig használt ülések nem nyújtottak kielégítő védelmet az ilyen nagy gyorsulások hatásai ellen.

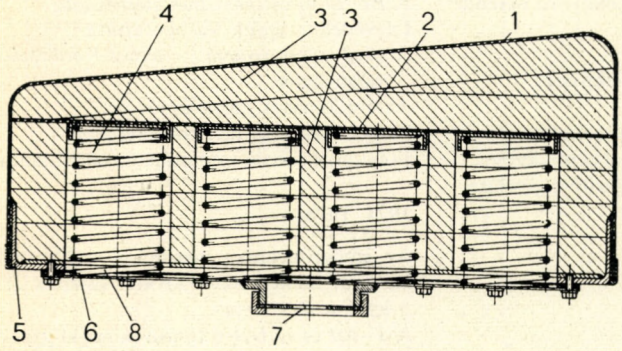
Wiesław Schier, a Lengyel Néphadsereg mérnöke új ülést dolgozott ki, melynek alapgondolata a nemlineáris rugóselemek, valamint a levegővel működő lökéscsillapító felhasználása. Ez a konstrukció megfelelő mértékben csökkenti a gyorsulásnak a kocsiban utazókra gyakorolt hatását.

Az ülés metszetét az 1. ábra mutatja be. A párna betétanyaga kispórusú szivacsos szerkezetű gumi, melynek gumizott vászonborítása tömítésül is szolgál. A betét légkamráiban 16 db hengeres tekercsrugó van elhelyezve. Az ülés tömített fémaljazatán található a kalibrált furattal ellátott cserélhető betétlap.

Az üléspárna összenyomásakor a légkamrából eltávozó levegő a betétlap furatán áramlik ki, az összenyomást követő levegőmozgás pedig a betétlap furatátmérőjének megfelelő megváltoztatásával csillapítható.

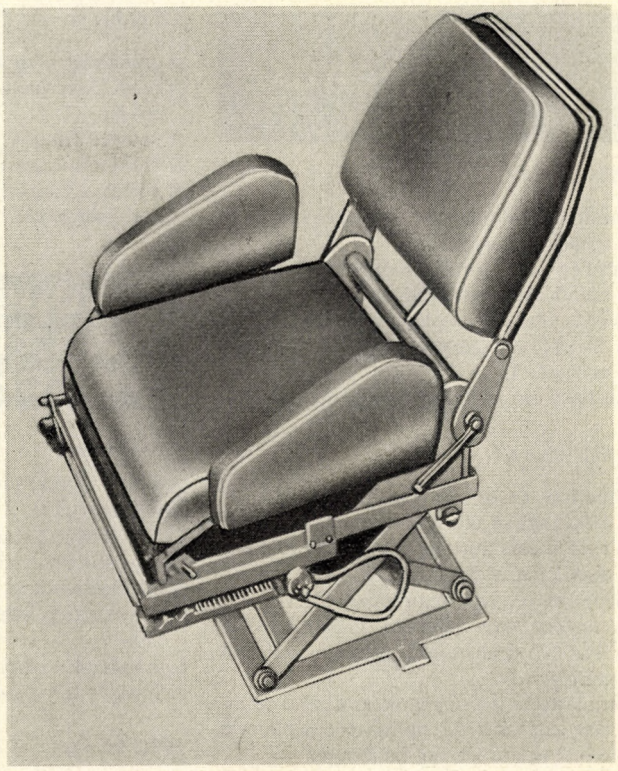
Az új ülés több változatával folytattak kísérleteket, így például üres párnabetétekkel; ilyenkor a csillapítás csak a gumibetét rugózási tulajdonságainak függvénye. Kísérleteket végeztek tekercsrugókkal ellátott párnabetéteken is. A vizsgálatok folyamán több, 10, 14, 16 kp/cm keménységű gumibetét és különböző rugóállandójú tekercsrugó kombinációját próbálták ki, s eközben a betétlap furatátmérőjét is változtatták.

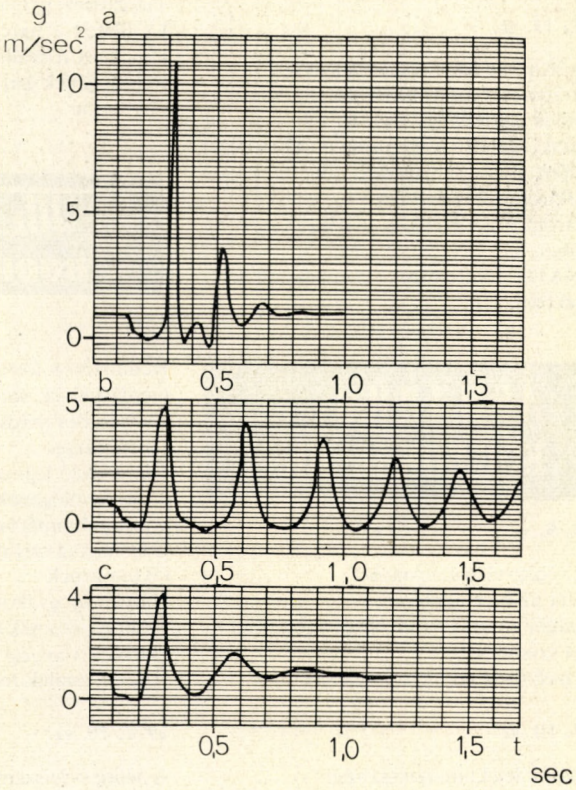
A méréseket két ütemben hajtották végre, és az eredményeket a nagyjából 19,5 kp/cm keménységű, eddig általánosan használt ülésekre vonatkoztatták. Az első próbaütemben egy rendkívül kényelmetlen terepjárat feltételeit szimulálták mintegy 2 **g** gyorsulásértékkel, a másodikban pedig a legnagyobb intenzitású lökések hatásait vizsgálták olyan körülmények között, hogy a gyorsulás elérte a 10 **g**-ot. A 10 **g**-hez tartozó összehasonlító mérések regisztrált eredményeit a 2. ábra szemlélteti.



1. ábra: Az ülés metszetrajza

1 *tömítés*, 2 *elválasztó réteg*, 3 *szivacsgumi*, 4 *légkamra*, 5 *üléskeret*, 6 *alsó zárólap*, 7 *betétlemez*, 8 *rugó*





2. ábra: A gyorsulásértékek változása azonos terepen

a *gyorsulás az eddigi ülések használatakor*, b *gyorsulás az új üléssel csillapítás nélkül*, c *gyorsulás optimális csillapítású új üléssel*

testvérlapjainkból

militärtechnik

1971. 9. sz.

Információfeldolgozás a hetvenes és a nyolcvanas években
Belsőégésű motorok alkatrészeinek elhasználódását befolyásoló tényezők.
Gépjárművek szervokormányai. I.
A NATO földierőinek új páncélelhárító eszközei. I.
Az 1971. évi párizsi repülőgépkiállítás

1971. 10. sz.

Páncélos- és gépjárműszolgálat irányítása elektronikus adatfeldolgozással
A rádiómérés információinak automatikus elsődleges feldolgozása. I.
Gépjárművek szervokormányai. II.
A tartózkodási időmérő problematikája
A NATO földierőinek új páncélelhárító eszközei. II.
Híradástechnikai anyagok tárolása és szállítása az *Ural 375D* típusú tehergépkocsin
A *V–12* típusú szovjet helikopter

1971. 11. sz.

A korrózióvédelem racionalizálása. I.
A rádiómérés információinak automatikus elsődleges feldolgozása. II.
Műszaki gépek terepformáló lehetőségei
A *DOK* típusú univerzális földmunkagép elektromos berendezése
Elektromos géperősítők a páncélostechnikában. I.
A NATO földierőinek új páncélelhárító eszközei. III.

АВИАЦИЯ И КОСМОНАВТИКА

1971. 9. sz.

Repülőgép-tüzelőanyagok
Rakéta az űrrepülőtéren
A világűr mint a nemzetközi együttműködés színhelye
A veszélytelen repülési magasság

1971. 10. sz.

A pilóták lélektani felkészítése
Űrállomások
Távoli bolygók felé
A *V–12* típusú helikopter a párizsi repülőgépkiállításon
Az *Apollo–15* űrrepülése

1971. 11. sz.

A repülés lélektani korlátai
A repülőgép-javítások meggyorsításának módja
A szovjet űrhajók fejlődése
A Hold természeti kincsei
A légcsavaros gázturbina-hajtómű magassági jelleggörbéi

WOJSKOWY PRZEGLAD TECHNICZNY

1971. 9. sz.

A *Mazur D–350* típusú terepjáró gépjármű
Radioaktív por
Hibrid integrált rendszerek
Puska sportlőszerek bevizsgálásához
Rádióelektronikus zavarok a gépkocsiban
Szennyezettség elleni védőeszközök javítása
Számadatok továbbításának technikája
A híradás tervezésének automatizálása

1971. 10. sz.

Tirisztoros gyújtórendszer
Új ülések a harcjárműveken
Páncélozott szállító harcjárművek. I.
Repülőgépek hajózó személyzetének oktatóterme

ТЕХНИКА И ВООРУЖЕНИЕ

1971. 9. sz.

Radioizotóp források
Gépjárművek szervokormányai
Az Aeroflot rendszeresített elektronikus berendezései
Önműködő légnyomásszabályozó berendezés repülőgépeken
Új megohmmérők
Üzemanyag-szivattyú szabályozó
Oktatógépek
Harckocsi gyakorlótér parancsnoki harcálláspontjának technikai berendezései
Harckocsi anyagok előkészítése tárolása
Híradóvonalak telepítése

1971. 10. sz.

A *Minszk-23* számítógép
Távoli célok felderítése
Hó- és mocsárjáró gépjármű
Jelzsugorítás
Téli átkelések előkészítése
A hálótervezés alkalmazásának korlátai

1971. 11. sz.

A csapatvezetés automatizálásának néhány kérdése
Szcintillációs számlálók
Hajók villamos berendezései
Hidromechanikus erőátviteli rendszerek
Búvárfelszerelés
Híradó oktató berendezés

atom

1971. 9 ·sz.

Célrepülőtestek
Csehszlovák repülőgépek
Katapultálás repülőgépről
Kétáramú sugárhajtóművek
Rakétahajtóművek konstrukciójának vizsgálata
Signaltron típusú jelzőberendezés
Rádiólokátorok javítása tábori körülmények között

1971. 10. sz.

Harcászati repülőgépek fegyverzete. I.
A Wankel-motor jelene és jövője
A *TU–144* típusú repülőgép
A függőlegesen felszálló repülőgépek hajtóművei
Rádiólokátorok zavarainak felderítése
A *SAMBIS* amerikai rakétaelhárító rendszer

ВОЕННА техника

1971. 9. sz.

A vezetés automatizálása a figyelem középpontjában
A *PL–15* típusú benzines előmelegítő
Légvédelmi ágyúk karbantartása
A jövő nyersanyagai: a fémszál erősítésű műanyagok
Az űrállomások jelene és jövője
Nagyfrekvenciás távbeszélőrendszer
Folytonos üzemű zajmodulált rádiólokátor

1971. 10. sz.

Az ember-technika viszony a hadügyben
Katonai szakemberek kiválasztásának lélektani módszerei
A *V–401* és az *UD–6* típusú műszaki gépek motorjai állapotának meghatározási módszere
Penetrációmérés tábori körülmények között

TARTALOM

Dr. Reimann József: Matematikai módszerek alkalmazása a katonai elemző tevékenységben 1

Dr. Mueller Othmár: Új irányok a robbanótöltetek méretezésében 5

Lőrincz István: A lasertechnika katonai alkalmazásának jelene és jövője 7

Ács Imre: A hidromechanikus sebességváltók kenéstechnikai kérdései 13

Dr. Aujeszky László: Az ejtőernyős akciók és a meteorológia 18

A GYAKORLATBÓL – A GYAKORLATNAK 20

KIS ENCIKLOPÉDIA 22

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

Szovjet űrszondák a bolygók légkörében 24

A tudományos kutatás és fejlesztés visszaesése Egyesült Államokban 26

Életjelenségek távfelderítése 28

KÖNYVSZEMLE 29, 30, 34

NÉPHADSEREGÜNK TECHNIKAI ÉLETÉBŐL 30

HADITECHNIKAI HÍRADÓ 31

EMLÉKEZZÜNK RÉGIEKRŐL 34

ÚJÍTÁSI SZEMLE 35

TESTVÉRLAPJAINKBÓL 36

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Й. Рейманн: Применение математических методов в военной аналитической деятельности 1

Д-р О. Мюллер: Новые направления в рассчетах подрывных зарядов 5

И. Лёринц: Военное применение лазерной техники 7

И. Ач: Некоторые вопросы смазки гидромеханических коробок передач 13

Д-р Л. Ауески: Прыжки с парашютом и метеорология 18

ПРАКТИКЕ ИЗ ОПЫТА ПРАКТИКИ 20

КРАТКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ 22

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Спуск в атмосфере планет 24

Регресс научного исследования и развития в США 26

Дальное обнаружение появления жизни 28

ОБЗОР КНИГ 29, 30, 34

ТЕХНИЧЕСКАЯ РАБОТА В НАШЕЙ НАРОДНОЙ АРМИИ 30

ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА 31

ИЗ ИСТОРИИ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ 34

НОВАТОРСКОЕ ДВИЖЕНИЕ 35

ИЗ БРАТСКИХ ЖУРНАЛОВ 36

INHALT

Dr. J. Reimann: Mathematische Methoden in den militärischen Analysen 1

Dr. O. Mueller: Neue Richtungen in der Dimensionierung der Sprengladungen 5

I. Lőrincz: Die Lasertechnik und ihre militärische Anwendungen 7

I. Ács: Einige schmiertechnische Fragen bei hydromechanischen Wechselgetrieben 13

Dr. L. Aujeszky: Die Rolle der Meteorologie in Fallschirmsprünge 18

AUS DER PRAXIS – FÜR DIE PRAXIS 20

KLEINE ENZIKLOPÄDIE 22

INTERNATIONALE MILITÄRTECHNISCHE RUNDSCHAU

Sovjetische Raumsonden in den Atmosphären der fremden Planeten 24

Rückfall der amerikanischen wissenschaftlichen Forschung und Entwicklung 26

Fernaufklärung von Lebenserscheinungen 28

BÜCHERSCHAU 29, 30, 34

TECHNISCHE ARBEIT DER UNGARISCHEN VOLKSARMEE 30

MILITÄRTECHNISCHE KURZBERICHTE 31

AUS DER GESCHICHTE DER MILITÄRTECHNIK 34

AUS DER NEUERERARBEIT 35

AUS DEN ZEITSCHRIFTEN UNSERER WAFFENBRÜDER 36

Ára: 6,– Ft
Évi előfizetés: 24,– Ft

A Zrínyi Katonai Kiadó újdonságaiból

DR. LANTÓDI JÓZSEF:

A hadtudományi kutatásról

A könyv komplex módon foglalja össze és elemzi a hadtudományi kutatás helyét, szerepét a tudományos kutatás rendszerében. Feltárja a hadtudományi kutatás irányítói és végrehajtói, valamint más tudományágak közötti összefüggéseket és a sokoldalú kapcsolatokat.

Kötve 268 oldal, ára 23,– Ft

BRABENEC, M.:

Csapás a harmadik dimenzióból

A szerző tömör és átfogó elemzését adja a tér és az idő, a tűz és a mozgás összefüggéseinek. Részletesen taglalja a légi harcászati-hadműveleti mozgékonyság szerepét és jelentőségét.
A légierő ütőképességének, legfontosabb kérdéseinek logikus kifejtése, okosan érvelő gondolatvezetése és a gazdag szemléltető anyag felhasználása révén átfogó képet ad a harmadik dimenzió felhasználásának mai lehetőségeiről és távlatairól.

Kötve 240 oldal, ára 30,– Ft

DR. REIMANN JÓZSEF:

Ismerkedés a valószínűségszámítással

A valószínűségszámítás, és ezen belül a matematikai statisztika ma már a műszaki értelmiség szakmai felkészültségének alapjaihoz tartozik. Jóformán a technika egyetlen területén sem lehet eredményesen munkálkodni alapos ismerete nélkül. Az elektronika, a kibernetika, a közgazdaságtudomány, a hadtudomány akármelyik területéről legyen is szó, e tudományág ismerete nélkülözhetetlen.

Kötve 320 oldal, ára 30,– Ft

haditechnikai szemle

A Magyar Néphadsereg műszaki tudományos és ismeretterjesztő folyóirata

2

HATODIK ÉVFOLYAM 1972 ÁPRILIS–JÚNIUS

A légtér őrei
(DMV-fotó)

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, képek és rajzok 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
Pénzforgalmi jelzőszám: 215–96162
Példányonkénti árusítás
a Posta hírlapüzleteiben

Indexszám: 25381

72.2712/2-02 – Zrínyi Nyomda, Budapest
Felelős: Bolgár Imre vezérigazgató

LÉVAY GÁBOR
okl. gépészmérnök

Földgyaluk munkateljesítményének meghatározása

A haditechnika gyors fejlődésével együtt jár, hogy igen rövid idő alatt kell az új eszközök használatát elsajátítani, kezelésükben megfelelő jártasságra szert tenni. Különösen így áll a dolog azokkal a munkavégző gépekkel és eszközökkel, amelyek üzemeltetése nem csupán a felhasználás néhány változatát jelenti. Ezek a gépek és eszközök ugyanis változó fizikai tulajdonságú anyagokat munkálnak meg és komplex gépcsoportokban működnek, Így hasznosításuk hatékonyságát, teljesítményüket az időjárási, valamint egyéb általános befolyásoló körülményeken kívül a munkaszervezési és a technológiai tényezők egész sora határozza meg.

A műszaki gépek között minden hadseregben a talaj megmunkálásának egyik alapvető, sokoldalúan felhasználható géposztályaként fontos szerepet töltenek be a földgyaluk, más néven bulldózerek. E gépek fejlődésére is jellemző egyrészt a feladatok szerinti szakosodás, másrészt az általános technikai korszerűsödés. Nálunk is a *D—271* típusú mechanikus működtetésű földgyaluk mellett megtalálhatók az ugyancsak szovjet gyártmányú, hidraulikus működtetésű *D—687* típusúak. Indokolt tehát, hogy összehasonlítsuk technikai és üzemi tulajdonságaikat, munkateljesítményüket. Túlságosan messzire vezetne, ha a számítások részleteire kitérnénk, ilyenformán arra szorítkozunk, hogy itt a determináló tényezők kiemelésével adjunk áttekintő tájékoztatást.

A munkavégzés jellemzői

A földgyalu a talaj helyzetének megváltoztatásával munkát végez, amelyet az áthelyezett talaj Q mennyiségével [m^3] mérünk. Munkateljesítménynek az óránként áthelyezett T talajmennyiséget [m^3/h] mondjuk.

A munkavégzésnek általában három alaptényezője van: a munka tárgya, a munka eszköze és az emberi munkaerő. A talaj megmunkálásakor a munka tárgya maga a talaj, a munka eszköze esetünkben a földgyalu. Az első tényezőt vizsgálva a továbbiakban a talajokat a szokásos módon I—IV. kategóriára csoportosítjuk; ezek főbb talajfizikai adatait ismerteknek tételezzük fel. A talajok jellemzőit a III. táblázatban foglaltuk össze; a földgyalu munkavégzése szempontjából különösen fontos a talajnak a nyeséssel szemben tanúsított k fajlagos ellenállási értéke, az ún. nyesési ellenállás.

Az I. talajkategória többnyire csak felszíni rétegként (humusz) fordul elő, ezért a katonai munkákban rendszerint figyelmen kívül hagyható. A II. és a III. kategóriák átlagértékei azért érdekesek, mert különösen nagyobb volumenű munkák végzésekor ezek a talajfajták egymagukban viszonylag ritkán fordulnak elő. Ezeknek az átlagértékeknek a használatát indokolja, hogy eltérésük a II. és a III. kategória értékeitől — a nyesési ellenállást kivéve — nem nagy, és számításaink szempontjából elhanyagolható. Ily módon a számítás a II. és a III. kategóriák átlagára és a jól elkülönülő IV. kategóriára irányulva egyszerűbb lesz, s emellett a tervezési gyakorlat követelményeit jól kielégíti.

A munkavégzés másik két tényezőjét: a munkaeszközt és az emberi munkaerőt az „ember-technika" rendszerben együtt értelmezzük. Feltételezzük a gép jó technikai állapotát és a kezelő átlagos begyakorlottságát. Ezzel a szóban forgó két géptípus munkateljesítményre közvetlenül ható mutatói az I. táblázatban feltüntetett értékek lesznek.

I. táblázat

Megnevezés	Földgyalu típusa	
	D–271	*D–687*
Legnagyobb vonóerő az E 1 sebességi fokozatban [kN]	90	95
Teljes munkasúly [kN]	133	140
Járműellenállás munkában $\mu = 0{,}1$ ellenállási tényezővel	13,3	14
A tolólap B szélessége [m]	3,0	3,2
A tolólap h magassága [m]	1,1	1,2
$Bh^2/2$ tényező	1,8	2,3

A munkateljesítmény meghatározói

A földgyaluk felhasználásának két alapesete van. Az egyikben eredeti állapotú tömör talaj kifejtésére (kinyeséssel), korlátozott távolságra való szállítására (eltolással) és töltésbe, mellvédbe, depóniába stb. való elhelyezésére szolgálnak. Másik felhasználási módjuk a már kitermelt, deponált talaj továbbszállítása (össze-

gyűjtéssel és eltolással). Mindegyik esetben a munkát jellegzetesen ciklusos módban, ismétlődő műveletekkel végzik.

Ha a t_c az átlagos ciklusidő [s], vagyis a műveletek („fogások") időszükségletének átlaga, n az óránkénti ciklusok száma és q a ciklusonként áthelyezett átlagos talajmennyiség [m³], az eredeti állapotú – tömör vagy deponált – talajra vonatkoztatva, végül k_g a gépkihasználási tényező, vagyis az egy órára eső átlagos gépüzemidő, akkor a földgyalu T munkateljesítményét [m³/h] az alábbi összefüggés fejezi ki:

$$T = n\,q\,k_g = (3600/t_c)\,q\,k_g \qquad (1)$$

A t_c ciklusidő a nyesés (vagy összegyűjtés), a szállítás és deponálás, a visszamenet és az irányváltoztatás mint műveletelemek időszükségletéből tevődik össze. A kérdés vizsgálatában mindkét gépre és valamennyi talajkategóriára egységesen a II. táblázatban összefoglalt átlagos v_{mu} munkasebességekkel számolunk. Ezeket a munkasebességeket az adott műveletelem sebességi fokozatának megfelelő v_{me} menetsebességre vonatkoztatva fejezzük ki. Ciklusonként irányváltoztatásra 10 s-nyi időt vettünk figyelembe. Ezek az adatok megfelelnek a Szovjetunióban nagy volumenű munkák értékeléséből kapott, *Arszenyev* által publikált, de hazai tapasztalatokkal is igazolt átlagoknak.

II. táblázat

Műveletelem	Sebességi fokozat	v_{me} [m/s]	v_{mu} [m/s]
Nyesés	E 1	0,67	0,6 v_{me} = 0,4
Összegyűjtés	E 1	0,67	0,75 v_{me} = 0,5
Szállítás (tolás)	E 2	1,07	0,75 v_{me} = 0,8
Visszamenet	H 2	1,25	0,8 v_{me} = 1

Mindezek alapján a táblázati sebességértékekkel számolva, a t_c a nyesés időszükségletétől, vagyis a talajkategóriától, úgyszintén a szállítási távolságtól függ. Ezeket pontosan számításba tudjuk venni.

Ami a q értékét, tehát a ciklusonként áthelyezett átlagos talajmennyiséget illeti, ennek nagyságát meghatározza mindenekelőtt a tolólap méreteiből számított $B\,h^2/2$ tényező, továbbá a μ talaj-talajon súrlódási tényező, azaz a torlódott, tolt állapotú talaj természetes ε rézsűszögének a tangense, végül a szállítási távolság (elmaradási veszteség). Az említett két különböző típusú gépet e tényezők szempontjából összehasonlítva kitűnik, hogy a *D–687* földgyalu által kifejthető legnagyobb vonóerő csak 5%-kal, $B\,h^2/2$ tényezője viszont 27%-kal nagyobb a *D–271* típusú gép hasonló jellemzőjénél. Ezért azonos sebességen a *D–687* a nagyobb talajtömeget hosszabb úton, tehát hosszabb idő alatt nyesi fel és gyűjti össze. Ilyenformán ciklusideje némileg megnő ugyan, de korántsem annyira, mint ahogyan a q növekszik. Így tehát a *D–687* munkateljesítménye nagyobb, mint a *D–271* típusú földgyalué.

III. táblázat

Megnevezés	Talajkategória I.	II.	II–III. átlaga	III.	IV.
Átlagos tömör térfogatsúly [kN/m³]	13	15	16	17	19
Lazulási tényező [m³/m³]	1,12	1,20	1,22	1,24	1,33
Nyesési ellenállás [N/cm²]	6,5	10,5	14	16,5	25
Talaj-talajon súrlódási tényező	0,8	0,8	0,85	0,9	1,0

IV. táblázat

Jellemző adatok	Földgyalu típusa	Talajkategória I.	II.	II–III. átlaga	III.	IV.
A nyesési ellenállás leküzdésére fordított vonóerő [kN]	*D—271*	56,7	55,0	53,7	52,7	50,7
	D—687	54,5	52,0	51,0	50,0	48,0
Nyesési rétegvastagság [cm]	*D—271*	29	17	13	10	7
	D—687	26	15	12	9	6
A nyesési szakasz hossza [m]	*D—271*	2,2	3,4	4,4	5,3	6,4
	D—687	3,1	4,8	5,8	7,0	9,0
A nyesés időszükséglete [s]	*D—271*	6	9	12	14	18
	D—687	8	13	16	18	24
A művelet kezdetén elérhető nyesési rétegvastagság [cm]	*D—271* / *D—687*	36	22—30	16—24	12—18	10

A vizsgált típusokra a technológiailag legkritikusabb művelet, a nyesés átlagos adatairól a IV. táblázat ad tájékoztatást. Táblázatunk legalsó sorában megadott nyesési rétegvastagság a talajkategória megállapítására szolgáló kísérleti jellemző. Ha a talajkategória megállapítására nincs más módunk, akkor az E 1 sebességfokozatban, legnagyobb üzemi fordulatszámon a munkaszervvel fokozatosan benyesve a nyesési szakasz első részén (a *D–271* géppel általában 3 m-es, a *D–687* típusúval ennél kisebb távon) elérhető nyesési rétegvastagságnak 5–15 kísérletből álló sorozattal kapott átlaga tájékoztat a talaj kategóriájáról. Támpontot ad a kísérletsorozat arra nézve is, hogy mikor érdemes a II. vagy a III. kategóriát önmagában, s mikor kettejük átlagát venni számítási alapként. Itt említjük meg, hogy a hidraulikus működtetésű, tehát lefelé is terhelhető tolólappal felszerelt *D–687* gép különösen előnyös az ismert, de gyakorlatunkban indokolatlanul mellőzött „tarajos" nyesési módszer alkalmazására.

Szólnunk kell a k_g tényező felvételéről. Ez a tényező sok mindent foglal magában: a gépek technikai állapotát, karbantartás-igényét, a kezelők begyakorlottságát, gondosságát. Kifejezi a munkahely technológiai sajátosságait, valamint különféle munkaszervezési jellemzők együttes hatását. Tartós és sokoldalú tapasztalat-értékelés alapján a különös bonyolultságtól vagy kedvezőtlen időjárási, évszaki hatásoktól mentes, ún. „átlagosan kedvező" munkakörülményekre a k_g értéke 0,6 és 0,8 között vehető fel. A továbbiakban $k_g = 0{,}7$ értékkel számolva, az (1) összefüggés az alábbi alakot ölti:

$$T = 2500\, q/t_c \qquad \text{(1a)}$$

Ezzel egy egyszerűen kezelhető képlethez jutottunk, amelynek felhasználásában csupán a q és a t_c alakulására kell gondot fordítani. A következőkben ezeket vizsgáljuk meg az alkalmazás alapeseteire.

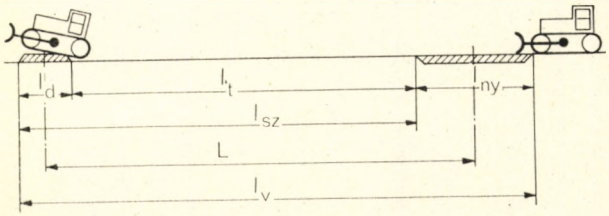
Fejtés és szállítás

A munkafolyamat technológiai és munkahelyi sajátosságai meghatározzák a t_c átlagos ciklusidő értékében szerepet játszó távolságokat (1. ábra). Ezek a távolságok: l_{ny} a nyesési szakasz hossza, l_t a tolási szakasz hossza, l_d a deponálási szakasz hossza. Nyilvánvalóan a szállítási hossz: $l_{sz} = l_t + l_d$, a visszatérési hossz pedig: $l_v = l_d + l_t + l_{ny}$.

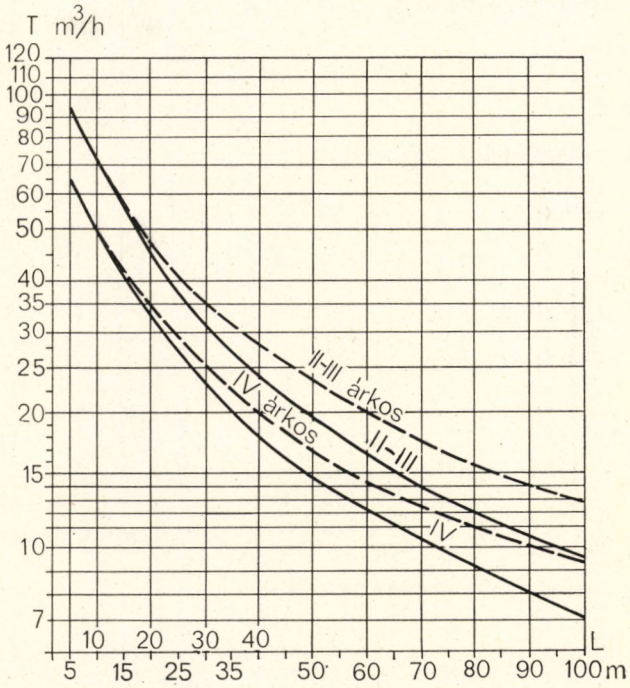
A nyesési szakasz l_{ny} hosszát a talajkategória határozza meg, értékét a IV. táblázatban találjuk. A deponálási szakasz l_d hossza a depónia, a mellvéd, a töltés stb. méreteitől függ, de átlagosan az előbbinek harmadrésze, tehát 0,7 és 3 m között változhat. Mindezeket az adatokat talajkategóriánként meghatározva, továbbá az irányváltoztatások időszükségletét figyelembe véve, a $t_c = f(L)$ függvényhez, illetve a

$$t_c = aL + b \quad [\mathrm{s}] \qquad (2)$$

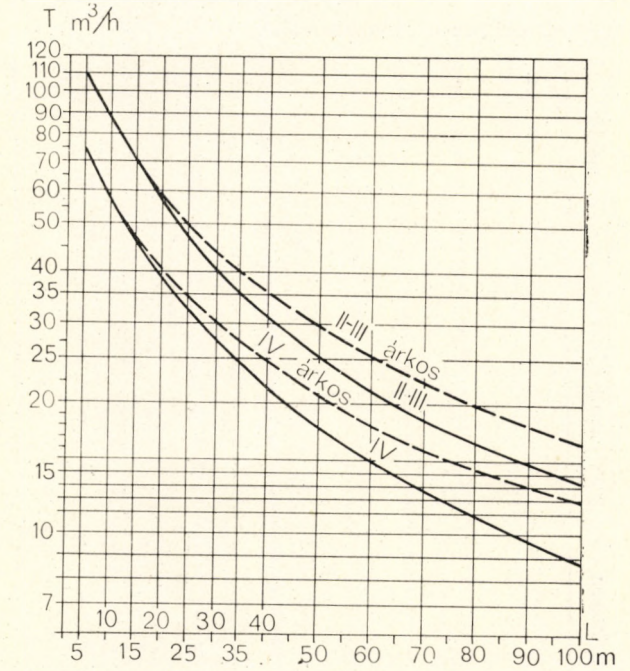
általános függvényalakhoz jutunk. Itt L a ciklustávolságnak is nevezhető – a ciklusidőre nézve meghatározó – független változó, amelyet az l_{ny} és l_d szakaszhosszak felezővonalai közötti távolságként



1. ábra: A fejtés és a szállítás műveleti jellemzői



2. ábra: A D—271 *típusú földgyalu munkateljesítménye a vízszintes fejtési és szállítási műveletekben* $k_g = 0{,}7$ *gépkihasználási tényezővel*



3. ábra: A D-687 *típusú földgyalu munkateljesítménye a vízszintes fejtési és szállítási műveletekben* $k_g = 0{,}7$ *gépkihasználási tényezővel*

V. táblázat

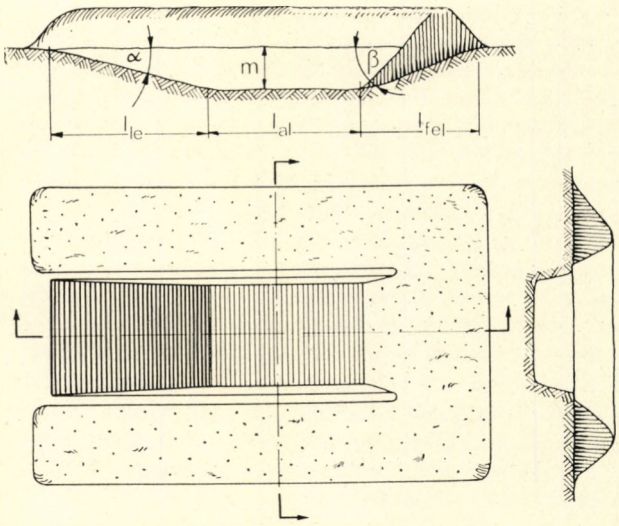
Megnevezés	D–271 Talajkategória II.	II–III. átlaga	III.	IV.	D–687 Talajkategória II.	II–III. átlaga	III.	IV.
A) Fejtés és szállítás bevágásból töltésbe								
a (2) összefüggésben szereplő állandók								
a	2,3	2,4	2,5	2,6	2,3	2,4	2,5	2,6
b	22	25	27	30	27	30	32	38
ciklusonkénti talajmennyiség *q* [m³]								
„árkos"	1,6	1,5	1,4	1,2	2,1	1,9	1,8	1,5
„nem árkos" $L<20$ m	1,6	1,5	1,4	1,2	2,1	1,9	1,8	1,5
„nem árkos" $21<L<30$ m	1,5	1,4	1,3	1,1	2,0	1,8	1,7	1,4
„nem árkos" $31<L<50$ m	1,4	1,3	1,2	1,0	1,9	1,7	1,6	1,3
„nem árkos" $51<L<75$ m	1,3	1,2	1,1	1,0	1,7	1,6	1,5	1,2
„nem árkos" $76<L<100$ m	1,2	1,1	1,0	0,9	1,6	1,5	1,4	1,1
B) Vízszintes fejtés és depóniába szállítás								
a (2) összefüggésben szereplő állandók								
a	2,5	2,6	2,7	2,8	2,5	2,6	2,7	2,8
b	22	25	27	30	27	30	32	38
ciklusonkénti talajmennyiség *q* [m³]	mint *A)* alatt							
C) Alapgödör kifejtés és mellvédbe szállítás								
a (3) összefüggésben szereplő állandók								
alapgödör *a*	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
alapgödör *b*	1	1	1	1	1	1	1	1
alapgödör *c*	14	14	14	16	14	14	14	16
alapgödör *d*	19	19	19	22	22	22	22	25
mellvéd *a*	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
mellvéd *b*	0	0	0	0	0	0	0	0
mellvéd *c*	6	6	6	6	6	6	6	6
mellvéd *d*	16	16	16	18	18	18	18	20
együttesen *a*	4	4	4	4	4	4	4	4
együttesen *b*	1	1	1	1	1	1	1	1
együttesen *c*	20	20	20	22	20	20	20	22
együttesen *d*	35	35	35	40	40	40	40	45
ciklusonkénti talajmennyiség *q* [m³]	1,6	1,5	1,4	1,2	2,1	1,9	1,8	1,5

[m] értelmezünk; az a és a b tényezőkben pedig valamennyi lényeges függési viszony kifejezésre jut.

Az egy ciklusban gyakorlatilag szállítható q talajmennyiség a szállítás közbeni elmaradási veszteségtényező miatt szintén függvénye az L-nek, tehát $q = f(L)$. Ezt a függvényt igen nagy volumenű munkák szovjet adatai alapján ismerjük, s így az egyes tényezők ismeretében a q értékeit meghatározhatjuk.

A mondottak szerint a t_c és a q értékeit talajkategóriánként kiszámítottuk; eredményeinket az V. táblázatban foglaltuk össze. Kitűnik innen, hogy igazolódtak előzetes következtetéseink: a *D–687* ciklusidői kevéssel, szállított talajmennyiségei viszont tetemesen nagyobbak a *D–271* azonos jellemzőinél.

Vízszintes fejtésre és szállításra a munkateljesítmények várható arányai (II–III. kategóriák átlaga, IV. kategória) jól kitűnik a 2. és a 3. ábrák grafikonjairól. Itt kell rámutatnunk a szakemberek által ismert, de ritkábban alkalmazott árkos szállítási mód előnyeire, különösen a nagyobb ciklustávolságokon.



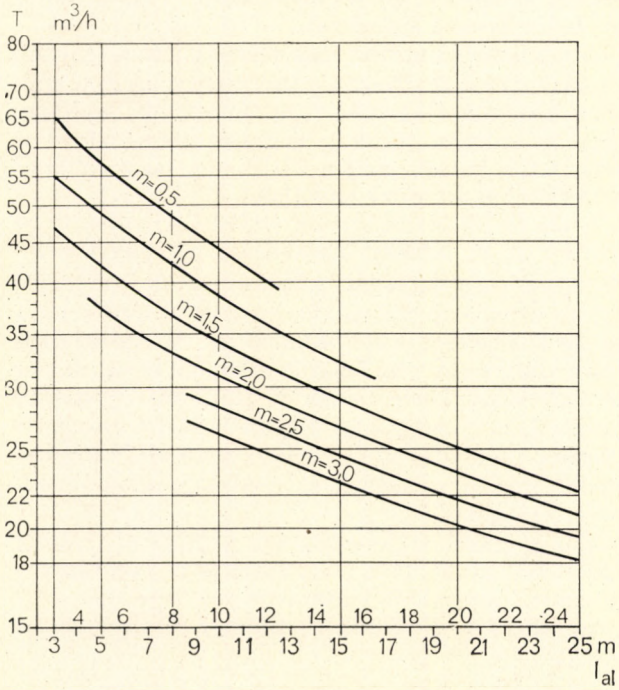
4. ábra: Alapgödör és mellvéd geometriai jellemzői

Alapgödör kiásása

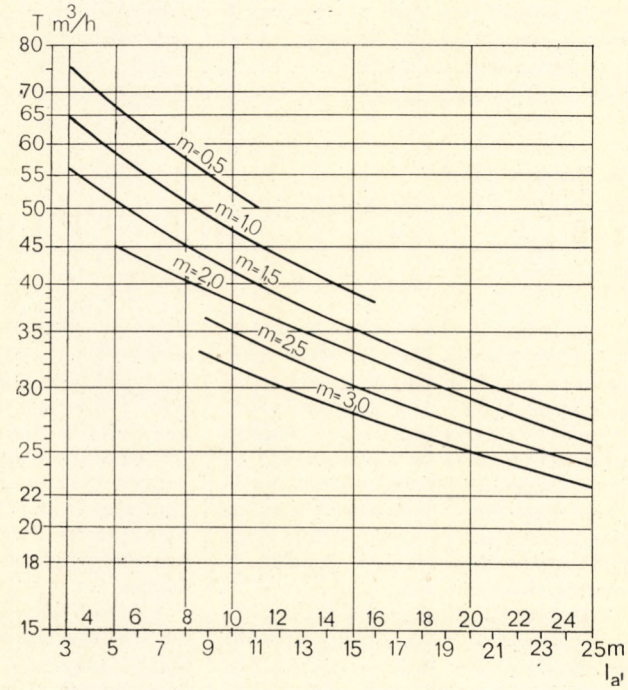
A katonai alkalmazások között sűrűn fordul elő a tüzelőállás vagy fedezék alapgödör kiásása (kifejtése), többnyire a kifejtett talajnak mellvédbe tolásával együtt. Ennek műveleti jellemzői az alapgödör geometriai adataitól függnek, nevezetesen az alap l_{al}, a lejáró l_{le} és a feljáró l_{fel} hosszától, a lejáró α és a feljáró β lejtési szögétől, az sz alapszélességtől és az m mélységtől (4. ábra).

Az alapgödör Q kubatúrájával azonos köbtartalmú kitermelendő tömör földmennyiség [m³] az alapgödör geometriai adataitól és a talajkategóriára jellemző természetes ε rézsűszögtől, mint talajfizikai jellemzőtől függ. Ezek közül az alaphossznak, valamint a le- és feljáró hosszának nyilvánvaló hatása van a műveleti jellemzőkre is, hiszen a szállítási távolság mind a kitermelés, mind a mellvédbe tolás alkalmával ezekkel arányos lesz. Hatása van végül a mélységnek, mert felfelé kell szállítani és részben nyesni is.

Az említett tényezők közül számításainkba beépíthetjük a le- és a feljáró hosszát. Mivel a kialakult gyakorlat szerint $\alpha = \beta \approx 20°$, ennélfogva $l_{le} = l_{fel} = m/\mathrm{tg}\,\alpha = m/0{,}364 = 2{,}75\ m$. Végeredményben tehát ezeket a tényezőket az m mélységre [m] vezetjük



5. ábra: A D—271 *típusú földgyalu munkateljesítménye alapgödör kiásásakor és mellvédbe hordásakor II—III. kategóriájú talajban az alapgödör l_{al} alaphossza és m mélysége függvényében k_g = 0,7 gépkihasználási tényezővel*



6. ábra: A D—687 *típusú földgyalú munkateljesítménye alapgödör kiásásakor és mellvédbe hordásakor II—III. kategóriájú talajban az alapgödör l_{al} alaphossza és m mélysége függvényében k_g = 0,7 gépkihasználási tényezővel*

vissza. Hasonlóan véve figyelembe a többi műveleti tényezőt is, a $t_c = f(l_{al}, m)$ függvényhez, illetve a

$$t_c = al_{al} + bm^2 + cm + d \quad [s] \qquad (3)$$

általános függvényalakhoz jutunk el, ahol a már ismert jelöléseken kívül az *a, b, c* és *d* állandók szerepelnek, amelyek a gyakorlatilag fontos függési viszonyok kifejezésére szolgálnak.

A munkateljesítményt meghatározó másik tényező, a ciklusonként áthelyezett *q* talajmennyiség itt a szállítási távolságtól kevésbé függ. Ennek oka egyrészt, hogy a szállítási távolság nagyobb alapgödörnél is csak ritkán haladja meg a 20–25 m-t, de a szállítási mód ekkor is árkosnak tekinthető.

A (2) és (3) összefüggések állandóit, valamint a *q* értékeit az V. táblázat tartalmazza. Itt külön is kimutattuk az alapgödör kifejtésre és a mellvédbe tolásra vonatkozó állandókat, hiszen ezek a műveletek önálló feladatként is előfordulhatnak. Az utóbbi esetben a szállítandó talaj fellazult állapotát is figyelembe vettük. A talajkategóriának a ciklusidőre gyakorolt hatása olyan csekély, hogy a t_c-nek a II–III. kategória átlagára vonatkozó értéke a II. vagy a III. kategória önálló megmunkálásának az esetére is pontos eredményt szolgáltat.

Még gyorsabban dolgozhatunk az 5. és 6. ábrákon feltüntetett grafikonok felhasználásával. Nyilvánvaló módon az alapgödör kiásásához szükséges idő a *Q* kubatúra és a *T* munkateljesítmény hányadosaként adódik.

Munkakörülményi tényezők

Csökkenthetik a munkateljesítményt az ismertetett k_g tényezőn kívül az átlagosan kedvező munkafeltételeket rontó egyéb feltételek, körülmények is. Ezek hatása sokrétű, s kiterjedhet a munkateljesítményt meghatározó tényezők közül egyesekre vagy együttesen valamennyire is. A szóban forgó körülmények ronthatják a gépkihasználást, növelhetik a ciklusidőt, csökkenthetik a kifejtett vagy szállított talajmennyiséget, sőt mindezeket együttesen is. Nagyobb volumenű, hosszabb tartalmú munkában különösen nehéz a tervezéskor valamennyi ilyen várható hatást előzetesen figyelembe venni. Az eddig szerzett rengeteg tapasztalat azonban módot ad az efféle ún. munkakörülményi tényezők számszerű k_m értékének a meghatározására is. Ilyen tényezőket VI. táblázatunk tüntet fel.

VI. táblázat

Megnevezés	k_m
Nagyobb mennyiségű követ és gyökeret tartalmazó talaj	0,85
Nedves, sáros talaj	0,7–0,85
Felszíni gyepréteg-nyesés, humuszolás (nyesési rétegvastagság <20 cm)	0,85
Késő ősszel v. télen végzett munkák (november 1. és március 30. között)	0,85
Emelkedőn felfelé végzett nyesés és szállítás (az emelkedő *i* %-os)	1—0,04 *i*

A k_m tényezők egyidejű, együttesen kifejtett hatását elvben összeszorzásukkal kell figyelembe venni. A gyakorlatban nehéz megítélni az egybeesés összhatását. Persze ilyenkor a munkateljesítmény könnyen a kedvezőnek a felére is csökkenthet, és felvetődik a kérdés: meddig szabad a munkát erőltetni, hiszen ezáltal romlik a gép műszaki állapota is.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a földgyaluk kihasználásának alapfeltétele a lelkiismeretes gondozás. Ez teremt alapot a munka megbízható végzéséhez. A megfelelő gépkihasználás másik feltétele a munkafolyamatok helyes megtervezése, megszervezése. Evégből pontosan kell ismernünk a gép képességeit, a várható munkateljesítményt. Ez utóbbinak az eddig ismertnél gyorsabb, egyszersmind pontosabb meghatározásához szándékoztunk e gépek felhasználóinak tájékoztatást nyújtani.

könyvszemle

Dr. Reimann József:
Ismerkedés a valószínűségszámítással
(Zrínyi Katonai Kiadó, 1972. 262 old. 98 ábra, 6 tábl.)

A tudomány és a technika rohamos fejlődése, a matematika egyre sikeresebb alkalmazása a termelésben, a gazdasági életben, a tudományok majd minden területén arról győznek meg bennünket, hogy a világból keveset értünk meg, ha a matematikát kirekesztjük gondolkodásmódunkból. A gyakorlati alkalmazás tekintetében különösen nagy jelentősége van a matematika egyik legdinamikusabban fejlődő ágának: a valószínűségszámításnak.

A Haditechnikai Szemle olvasói a folyóiratban megjelent cikkeiből is jól ismerik a szerzőt, aki e könyvecskében úgy írja le a valószínűségszámítás legalapvetőbb tételeit, hogy viszonylag kevés előismerettel is meg lehet érteni őket. A szerző már abból a szempontból is dicséretes munkára vállalkozott, hogy olyan témáról nyújt át könyvet, amelyről hasonló jellegű, ismeretterjesztői szinten, olvasmányosan megírt művet eddig hiába kerestek az érdeklődők. A könyv tanuló ifjúságunknak éppúgy, mint különféle területeken: a hadseregben vagy a népgazdaságban munkálkodó technikusoknak rendkívül hasznos segítséget nyújt. Példatára az olvasó érdeklődési köréhez közel esik, jól érthető, szemléletes és mindenféle szakmai elvontságtól mentes.

A könyv rövid tartalma a következő: *1) Alapfogalmak* (a véletlen esemény matematikai fogalma, a valószínűségek közötti összefüggések, a feltételes valószínűség, a teljes valószínűség tétele stb.). *2) Valószínűségi változók és valószínűség-eloszlások* (a többdimenziós valószínűségeloszlás, a feltételes eloszlásfüggvény és sűrűségfüggvény stb.). *3) A valószínűségeloszlások jellemző adatai* (a várható érték, a valószínűségi változó momentumai, a korrelációs együttható stb.). *4) A generátor függvény és a karakterisztikus függvény. 5) Fontosabb diszkrét valószínűségeloszlások* (a binomális polinomiális, geometriai, Poisson-féle eloszlások stb.). *6) Folytonos eloszlások* (a normális eloszlás, a logaritmikus eloszlás, a gamma-eloszlás stb.). *7) A nagy számok törvénye és a központi határeloszlástétel* (a Bernoulli-féle skála, a központi határeloszlástétel stb.). *8) Statisztikai módszerek az ismeretlen valószínűségeloszlás meghatározására* (empirikus eloszlásfüggvény, illeszkedésvizsgálati módszerek, Kolmogorov–Szmirnov próbák, grafikus módszerek stb.).

Cs. Gy.

DR. KOVÁTS ZOLTÁN
a műszaki tud. kandidátusa

NAGY ISTVÁN JÁNOS
okl. gépészmérnök

Új rendszerű irányzék lövészfegyverekre

Tudvalevően az irányzék feladata, hogy segítségével a lövész a fegyvercsövet a célra irányítsa, s ezáltal a lövedék röppályája áthaladjon a célon. Mivel a cél a háromdimenziós térben helyezkedik el, a fegyver csöve pedig ugyanebben a térben szabadon mozgatható, ezért az irányzás folyamatát fel lehet bontani három tengely körüli forgó mozgásra. Már régen felismerték, hogy a lőfegyver irányzásának legegyszerűbb eszköze a csőtorkolatnál elhelyezett célgömb és a hátrább helyet foglaló nézőke. Az irányzék két része ugyanabban a – csőtengelyen átmenő – síkban fekszik, s az irányzás folyamán ezt a síkot kell függőleges helyzetbe hozni, vagyis ügyelni kell arra, hogy a nézőke irányzóéle vízszintes legyen. A nézőke és a célgömb egy egyenest határoz meg: az ún. irányzóvonalat; a lövésznek irányzás közben ugyanis a szem–nézőke–célgömb–cél egyenest kell pontosan létrehoznia ahhoz, hogy az irányzás helyes legyen. A nézőke és a célgömb felhasználásával végzett célzás közben a fegyvert úgy kell mozgatni oldal- és magassági irányban, hogy a célpont is az irányzóvonalra kerüljön.

Az ilyen, egyszerű mechanikus, ún. nyílt irányzék ma is igen gyakran fordul elő a lövészfegyvereken, valamint a golyós vadászfegyvereken. Az előbb leírt irányzási mód általánosan elterjedt ugyan, de figyelmen kívül hagyják, hogy a szemet nagyon megerőlteti. A szemtől ugyanis a nézőke mintegy 20–50 cm, a célgömb pedig 70–90 cm távolságban van, viszont a cél – a szem alkalmazkodása, akkomodációja szempontjából – végtelennek tekinthető távolságban helyezkedik el. Az irányzás közben tehát a szemnek állandóan három különböző távolságra kell fókuszolódnia, hogy az irányzóvonalat létrehozza. Az emberi szem ugyan rendkívül alkalmazkodóképes, főként fiatal korban, de e bonyolult feladat végrehajtása több-kevesebb hivábal jár. A nehézségek csak szaporodnak, ha a megvilágítási viszonyok nem kielégítőek.

A nyílt irányzék hibáinak kiküszöbölése

Hosszú évtizedekig kutatták annak lehetőségeit, hogy a mechanikus nyílt irányzékkal végzett célzás nehézségeit hogyan lehetne legalább részben kiküszöbölni. A kutatás eredményeként különféle nézőke- és célgömb-alakok születtek meg, melyekkel a célzás a szemet kevésbé fárasztja. Az első valóban jó megoldást azonban a sörétes vadászfegyvereken vezették be. Itt ugyanis az emberi szemnek azt a tulajdonságát alkalmazták, hogy jól érzékel nem élesen fókuszolt, de azért még eléggé a látómezejébe eső tárgyakat is.

A sörétes vadászfegyvereken nincs nézőke, viszont helyette a csövek között (vagy fölött) sín fut végig. A szem erre nem akkomodál, csak a csőtorkolatnál levő célgömbre és a célra, viszont célzás közben a csősín – és vele a cső – irányát mintegy „tudomásul veszi" és ezzel segíti az irányzást. Kielégítő irányzási pontosság érhető el ilyen módon ezeken a fegyvereken, melyek torkolatát lövéskor egy sörétraj hagyja el. Ez a módszer nem eléggé pontos azonban a golyós fegyverekhez. Ezt az is mutatja, hogy a kombinált (sörétes-golyós) csövű drillingeken a golyós csőre történő átváltáskor a csősínből egy nézőke emelkedik ki.

A lövészfegyvereken és a golyós vadászfegyvereken diopteres irányzék használata könnyíti meg a szem irányzási munkáját. Itt a nézőke helyére egy gyűrű alakú tárcsa (vagy kör alakú nyílással ellátott lap) kerül, és ekkor a szemnek már csak a célgömbre kell akkomodálnia, hiszen a kör alakú nyílás középpontját automatikusan megtalálja. Ez sem megy azonban hiba nélkül, s ezért a célzást a diopteres irányzékkal ugyanúgy be kell gyakorolni, mint a nyílt irányzékos irányzást.

Az optikai irányzék használata fárasztja a legkevésbé a szemet; egyszersmind ez az irányzék valamennyi közül a legpontosabb. Az irányzóvonalat optikai felépítésénél fogva itt maga az irányzék tartalmazza, s ha a lövész az irányzójelet (szálkeresztet) a célra viszi, az irányzás már helyes is. Ideális megoldásnak mondható, hogy a szemnek csak egyetlen pontra kell akkomodálnia. Az optikai rendszernek emellett bizonyos fénygyűjtő tulajdonságai is vannak, ilyenformán rossz látási viszonyok között, sőt éjszaka is eredményesebben használható az optikai irányzék a mechanikus típusúnál.

Az eddig elmondottakból az következnék, hogy minden fegyverhez optikai irányzékot célszerű használni. Ez azonban nem lehetséges, hiszen egy jó optikai irányzék majdnem annyiba kerül, mint egy jó fegyver, tehát az optikai irányzék tömeges bevezetése elsősorban gazdasági természetű akadályokba ütközik. A mesterlövőpuskákon azonban mindig van optikai irányzék, sőt az igényesebb vadászok is szereltetnek golyós puskáikra optikai irányzékot, ún. puskatávcsövet. A távcsöves puskák szállítása, kezelése, karbantartása is kényesebb lévén, tömeges felhasználásukkal újabb nehézségek állanának elő.

A mechanikus irányzékok között az emberi szem tulajdonságai tekintetében nincs lényeges különbség. Az egy pontra akkomodálni tudó szemnek majdnem mindegy, hogy két vagy három pontra kellene egyidejűleg koncentrálnia; ehelyett gyakorlatilag váltogatja az akkomodálási távolságokat. Kétségtelen, hogy a diopteres irányzékkal némileg könnyebb célozni, viszont van a diopternek egy számottevő hátránya, nevezetesen hogy eltakarja a cél közvetlen környezetét a lövész elől, a nyílt irányzék pedig csak a cél alatti környezetet fedi. Ezért a felbukkanó célokra végzett tüzelésben a nyílt irányzék használata a célszerűbb, s ez magyarázza, hogy diopteres irányzékot találunk sok sportfegyveren, viszont a katonai fegyvereket részben ma is nyílt irányzékkal szerelik fel.

Minden szempontból a legjobb megoldás egy olyan irányzék, amely hasonlóan az optikai irányzékhoz

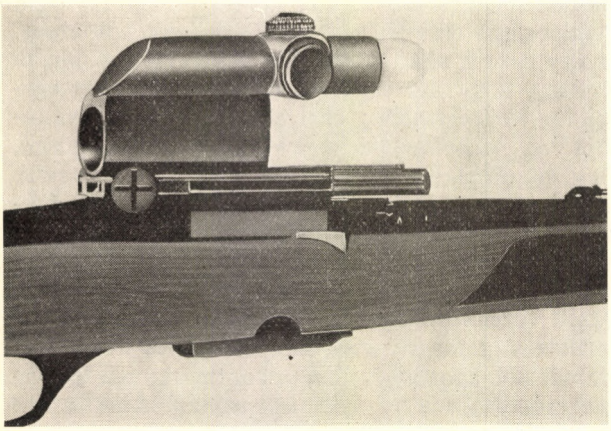
a szemtől csak egyetlen pontra való akkomodálást követel meg, de emennél sokkal olcsóbb, s ugyanakkor lehetőleg nem takarja el a céltárgy környezetét. Ezeket a követelményeket próbálja kielégíteni a *Singlepoint* (magyarul: ‚egyetlen pont') elnevezésű irányzék.

A Singlepoint irányzék

Ennek az új rendszerű irányzéknak az elve Nils *Rüder* svéd mérnöktől származik. Rüder az első működő példányt 1964-ben készítette el. Szabadalmának licenciáját egy angol cég vásárolta meg, s ennek alapján négy évig tartó kutató- és fejlesztőmunka után 1968-ban megkezdődött a sorozatgyártás. Jelenleg az ilyen rendszerű irányzékok nemcsak katonai fegyverekhez készülnek, hanem golyós és sörétes vadászfegyverek tartozékaként kereskedelmi forgalomban is vannak.

Mint az irányzék elnevezése is mutatja, itt az irányzás művelete egyetlen pont segítségével történik; ezt kell egyeztetni a céllal. A pontot optikai rendszer vetíti ki a célterületre, de az irányzék mégsem optikai, hiszen nincs se nagyítása, se látómezeje.

1. ábra: A Singlepoint-*rendszerű irányzék sörétes vadászpuskán*



2. ábra: Az új irányzék oldalnézete

Szerkezeti felépítését tekintve a *Singlepoint*-irányzék az irányzópontot létrehozó és azt a terepre kivetítő két fő egységből áll. A pont zöldes vagy vörös színben fénylik, gerjesztésére ártalmatlan mennyiségű anyagot tartalmazó radioaktív sugárforrás szolgál. A fénylés egyenletes és intenzív. Az irányzék másik fő egysége egy kollimátor, amely a szem felé eső végén egy okulárt foglal magában; a fénypontot a szemlencse gyújtósíkjába kell bevetíteni.

Amikor a lövész a szokásos irányzás szerint félszemmel a kollimátor szemlencséjébe néz, akkor nem lát mást, csupán homályosan a fénypontot. Ekkor a szem ugyanis közelre akkomodál, az okulár gyújtósíkjában levő fénypont pedig a végtelenben látszik. Éppen ezért a szóban forgó eszköz használatakor mind a két szemet nyitva kell tartani. Ekkor az egyik szem, nevezetesen az, amelyik nem az irányzékba néz bele, látja a célt teljes környezetével együtt, a másik szem pedig a fénypontot. A lövész így a két szem által közvetített képet egyesítve érzékeli, vagyis a terep képét, benne a céltárggyal és – ha helyesen irányoz – rajta a fényponttal. Mindössze arra kell ügyelnie, hogy mindkét szeme a célra akkomodáljon.

Az irányzék gyakorlati kivitele többféle lehet. Az első katonai kivitelben az egész irányzék lényegileg a kollimátorból áll. A kollimátorcső hátsó végén a szemlencse, elülső végén pedig a zöld fénypontot gerjesztő radioaktív sugárforrás helyezkedik el. Az okulár tehát tulajdonképpen itt közvetlenül csak a fénypont kivetítésére szolgál. A kollimátorcső az irányzékházban van; ezen a házon találhatók a kötőelemek a fegyverre való rögzítéshez, úgyszintén a vízszintes és a függőleges tengely körüli beszabályozásra szolgáló állítócsavarok, mely utóbbiakkal az irányzékot a fegyver ballisztikai jellemzőihez szabályozzák be. A rögzítő- és az állítóelemek olyan szerelésűek, hogy lövés közben nem mozdulhatnak el.

Lehet az irányzék periszkopikus is; ezen a vörös fénypontot az okulár elé prizma közvetítésével vetítik be. A rögzítő és az állító szerkezeti elemei nagyon hasonlóak az előbbi irányzékéhoz.

Az új rendszerű irányzék jellemzői

A *Singlepoint*-típusú irányzékok egyik kedvező vonására már rámutattunk: a szemnek csak a célra kell akkomodálnia. Ezáltal kisebb a célzási pontatlanság, kevésbé fárad el a szem, és az ilyen rendszerű irányzékú fegyverekkel sokkalta több jó lövőt lehet kiképezni. Harcászati szempontból nem elhanyagolható másik előny, hogy az irányzási pont, a vörös vagy a zöld fénypont nappal és éjszaka egyaránt jól látszik a terepen. Ha tehát a cél eléggé kivehető, akkor akár éjszaka is jól lehet a fényponttal irányozni. Ezt az is elősegíti, hogy az a szem, amelyik nem az irányzékon néz át, a cél teljes környezetét jól látja, s ilyenformán a cél kevésbé veszíthető el, ha egyszer már sikerült megfigyelni. Az éjszakai irányzásban nincs tehát gond a nézőke és a célgömb láthatóvá tételével, a szür-

kületkor végrehajtandó lövészetet pedig segíti a nagyító okulár-lencse bizonyos mértékű fényerősítése.

A cél környezetének állandó megfigyelhetősége igen jó segítséget ad a lövésznek a mozgó célok elleni tüzeléskor az előretartás képzéséhez. Ennek begyakorlásához persze szükség van fényjelzős lőszerrel végzett lövészetekre. Kellő begyakorlás után viszont – amint arról az összehasonlító lövészetek tanúskodnak – a mozgó célok leküzdésében az új irányzék 50%-kal nagyobb teljesítményre volt képes a hagyományos nyílt irányzékokéhoz képest.

Az irányzás folyamata alatt a szem működése természetesebb, mint amikor mechanikus irányzékkal céloznak. Mivel a lövésznek mindkét szeme nyitva van, a célt a térben látja, panorámaszerűen. Az irányzék a célból és ennek környezetéből semmit nem takar el, s ez is elősegíti a természetesség érzetét. A kollimátor az irányzó fénypontot a szem végtelen akkomodációs távolságára vetíti ki, ahol a cél is van. Ezáltal a lövésznek célzáskor az a benyomása, mintha az irányzó jel ténylegesen a célon rajta feküdnék. Az eddigi tapasztalatok szerint a hirtelen megjelenő, felbukkanó célokra történő lövéskor a természetességnek ez a jobb megközelítése azt eredményezi, hogy a találati teljesítmény 40%-kal növekszik a mechanikus irányzékokéval összehasonlítva.

Az eddig említett előnyökből egyszersmind az is következik, hogy sorozatlövő fegyverekkel is könnyebb sorozatlövés közben a célon tartani a fegyvert, hiszen csak egyetlen pontra kell ügyelni, s mindössze ezt kell a céllal egyeztetni. A lövész nem veszíti el a célt, hiszen a fegyver mellett elnéző szeme a cél teljes környezetét látja. Mindebből azonban adódnak az új rendszer hátrányai is.

A célzási folyamat ugyanis a *Singlepoint*-típusú irányzékokkal a hagyományostól teljesen eltérő kiképzési és lőtechnikát kíván. Ebből a szempontból már az első tapasztalatok is igen tanulságosak voltak. Azokat a katonákat, akik már megkapták a lőkiképzést a hagyományos nyílt vagy diopteres mechanikus irányzékú fegyverekkel, nagyobb részben vagy csak hosszú idő múlva, vagy semmiképpen sem lehetett az új irányzékkal való célzásra átképezni. Kedvezőbb tapasztalatokat szereztek az azonos időben bevonult újoncok két lőkiképzési csoportra osztásával. Az egyik csoportot a mechanikus irányzékkal való célzásra képezték ki, a másik csoport újoncai pedig csak az új irányzékot használták. A kiértékelés azt mutatta, hogy az addig céllövésben teljesen gyakorlatlan újoncok közül azok értek el hamarabb és lényegesen jobb lőeredményt, akik az új irányzékkal tanultak meg célbalőni.

Nyilvánvalóan az új irányzék nagyobb mértékű elterjedését gátolja, hogy a hagyományos irányzékhoz szokott lövész nehezen tud a használatára átállni. Pedig nem írható az új irányzék rovására, hogy aki már megtanult úgy célozni, hogy az egyik szemét behunyja, az nehezebben tanulja meg a célzásnak azt a módját, amelyben mindkét szemét nyitva kell tartania és mindkettővel csak a célt figyelnie.

Az eddigiekből kitűnik, hogy az új irányzék előnyei tekintetében megegyezik az optikai irányzékokkal. Figyelembe véve azonban, hogy használatakor mindkét szemet nyitva kell tartani, továbbá, hogy az irányzékon átnézve csak az irányzójel látható, mégsem tekinthető optikai rendszerűnek. Valójában tehát egy olyan mechanikus irányzékkal van dolgunk, amelynek irányzóvonal-hosszúsága végtelen, vagyis egy pszeudo-optikai irányzékkal.

A pszeudo-optikai irányzék felhasználási területe

Az új irányzék egyik legfontosabb előnyéről még nem esett szó, nevezetesen arról, hogy gyakorlatilag bármelyik fegyverre felszerelhető, hiszen a lövész szeme és az irányzék közötti távolság nem kötött, mint a mechanikus irányzékoknál; gyakorlatilag 3 cm és 1 m között változtatható. Az optikai elemek jó megválasztásával ugyanis a fényfoltot a mondott távolsági tartományban a célterületre megfelelően ki lehet vetíteni.

A legegyszerűbb megoldást alkalmazva az irányzékot vagy legalábbis ennek a házát elmozdíthatatlanul rögzítik a fegyverre. (Ilyenkor az irányzékot és a fegyvert az említett állítócsavarokkal szabályozzák össze, minimális oldal- és magassági szögelforgatásokkal.) Felvetődik ezek után, hogy az irányzék használható-e így hatásosan. Ami az ún. alapirányzék beállítását illeti, erre a kérdésre igennel kell felelnünk.

A kérdést azonban részletesebben is lehet vizsgálni. Legyen adva egy olyan kézifegyver, amelynek $X = 170$ m lőtávolságon a csőemelkedése $\vartheta_o = 2'35''$ és $X = 300$ m lőtávolsághoz $\vartheta_o = 6'07''$ csőemelkedési szög tartozik. A külső ballisztika közelítő képleteivel ezekből az adatokból kiszámítható a lövedék röppályájának tetőpontmagassága. A tetőpontmagasság ugyanis

$$y_t \approx 1{,}25\, T^2 = 5\, T^2/4,$$

a lövedék röpideje pedig

$$T \approx 0{,}5 \sqrt{X \operatorname{tg} \vartheta_o}, \text{ azaz } T^2 \approx 0{,}25\, X \operatorname{tg} \vartheta_o$$

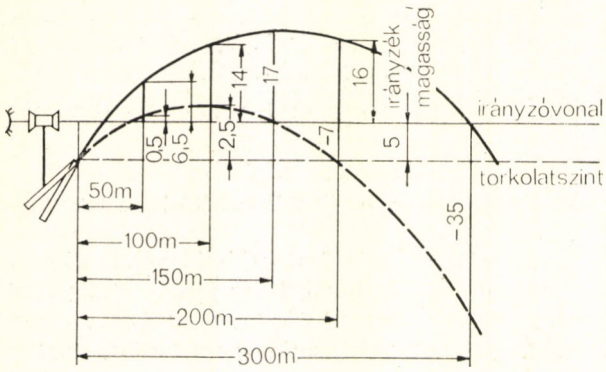
Tehát

$$y_t \approx 0{,}312\, X \operatorname{tg} \vartheta_o.$$

E közelítő összefüggésbe helyettesítve kapjuk, hogy az említett $X = 170$ m lőtávolságon a megadott csőemelkedési szög által meghatározott röppálya magassága $y_t = 4$ cm, ugyanennek a fegyvernek $X = 300$ m lőtávolságához $y_t = 17$ cm tetőpontmagasság tartozik, $x = 150$ m lőtávolságához pedig $y_t = 2{,}5$ cm.

Célszerű felrajzolni a teljes röppályát, hogy az irányzási viszonyokról jobb képet kaphassunk (3. ábra). A vázlat két röppályát tüntet fel az adott puskánál: a 150 és 300 m lőtávolságokhoz tartozókat (a pályamagasságokat az irányzóvonalhoz képest számítva). Gyakorlatilag ez azt jelenti, hogy az irányzékot úgy szabályozták be, hogy az egyik esetben 150 m, a másikban pedig 300 m lőtávolságon talál a fegyver oda, ahová az irányzék néz, a többi lőtávolságokon a találati pont az ábrán megadott távolságra esik az irányzási pont fölé vagy alá.

Az eltérések tanulmányozása világosan megmutatja, hogy céllövőversenyeken helytelen a 150 m-re beszabályozott irányzékú fegyverrel a 300 m-re elhelyezett céltáblára lőni, hiszen a lövések középső találati pontja ez esetben az irányzási pont alatt 35 cm-rel lesz. De az ábrából az is kitűnik, hogy ugyanezzel a puskával, ha irányzékát 300 m-re szabályozták be, a



3. ábra: Puskalövedék röppályái 150 és 300 m lőtávolságra belőtt irányzékkal; a röppályák távolsága az irányzóvonaltól

mellalak alsó részére célozva a találatok még mindig az alakon belül esnek.

Katonai célokra az előbb vizsgált puska alkalmas tehát oly módon, hogy a 300 m-nél közelebbi célok ellen a 300 m-re belőtt irányzékot használják, minden állítás nélkül, vagyis a pszeudo-optikai irányzék a fegyverre fixen ráépíthető. Nézzük meg azonban, mi helyzet általában véve a kézi lőfegyverekkel?

Evégből meg kell vizsgálni a röppályák alakulását különböző fegyverekre, ha az irányzékot a 300 m lőtávolsághoz lőtték be. Itt nem térünk ki arra a kérdésre, hogy ezek a röppályák pontosan milyen súlyú lövedékkel, lőportöltettel, csőhosszal, stb. alakultak ki, hiszen manapság az egyes kézi lőfegyverek ballisztikai jellemzői nem nagyon térnek el egymástól. Táblázatunk, mely a röppályák adatait tartalmazza, a fegyverek egyéb jellemzői helyett csak a röppályát leginkább befolyásoló ballisztikai mutatót, a lövedék kezdősebességét tünteti fel.

Szembeötlő, hogy minél nagyobb a lövedék kezdősebessége, annál inkább lehetséges fix, ráépített irányzékkal használni a kézi lőfegyvereket a 300 m-en belüli lövésre. Gyakorlatilag 700 m/s kezdősebességérték fölött tehát az új rendszerű irányzékot hatásosan használhatják a gyalogsági fegyvereken.

Az eddigi tapasztalatokból azonban az is kiviláglik, hogy célszerű kihasználni azt az említett tulajdonságot, hogy a lövész szeme és az irányzék közötti távolság változtatható. Azt észlelték ugyanis, hogy a 200 m-t meghaladó lőtávolságokon akkor születtek a legjobb lőeredmények és a lövész akkor erőltette meg szemét a legkevésbé, ha ez a távolság 50 cm és 1 m között volt. Amikor a lőtávolság 200 m-nél rövidebb, célszerű az irányzékot a fegyverre kisebb szemtávolságra szerelni.

A lövészfegyvereken tehát nagyon jól beválik a fixen ráépített pszeudo-optikai irányzék, legalábbis 300 m távolságon belül, ha a lövedék kezdősebessége 700 m/s fölött van. Egyébként kisebb kezdősebességeken a lövés nem is elég hatásos 300 m-t meghaladó távolságra, ezért az ilyen fegyverre szerelt irányzékot ajánlatos rövidebb lőtávolságra belőni. A golyós vadászfegyverek lőszereire pedig a ballisztikai adatok között a lőszergyárak megadják az optimális irányzék-belövési távolságot, amely természetesen valamivel kisebb a katonai lövészfegyverekre érvényes értéknél.

Felvetődik azonban a kérdés, hogy mi a teendő, ha nagyobb lőtávolságra is használni akarják az új irányzékot. Sajnálatos módon ilyenkor le kell modani a fix ráépítés előnyeiről és a mechanikus irányzékokhoz hasonlóképpen különböző távolságokra állíthatóan kell az irányzékot a fegyverre felszerelni. Oldalirányú beállításhoz ekkor is elegendő lesz a szabályozó csavarok nyújtotta beállítási lehetőség, magasságban azonban az irányzékházat is el kell mozdítani a megfelelő szögértékkel.

A szakirodalom beszámol arról, hogy ezt az elmozdítást, jobban mondva az elmozdított irányzék elállítódás nélküli rögzítését is megoldották, s ezáltal az új, pszeudo-optikai irányzék nemcsak kézifegyverekhez, hanem egyéb fegyverekhez is alkalmas.

Pisztolyokon az új irányzék használata 25–50 m lőtávolságon gyors lövéscsoport, szinte sorozattűz leadására adott módot. Emellett a pisztoly hatásos lőtávolságát is meg lehetett növelni vele, mégpedig oly módon, hogy fekvő testhelyzetben a pisztoly markolatát mindkét kézzel átfogta a lövész; ilyenformán a pisztolytűz 100–150 m-re is hatásos volt.

Önműködő puskával és géppisztollyal (rohamfegyverrel) úgy próbálták ki az irányzékot, hogy 10–15 cél jelent meg a lövész előtt különböző lőtávolságokra, s ezeket kellett leküzdenie célonként egy másodpercen belül.

Golyószórókon és géppuskákon hasonlóképpen végezték a próbákat, de ekkor a célok távolsága 200–600 m között volt. Az új irányzékot felszerelték páncéltörő kisrakéták vetőszerkezetére, és néhány száz méter lőtávolságon hajtottak próbákat végre. Helyesen beállított irányzékkal az eredmények itt is megfelelőek voltak.

Kezdősebesség [m/s] / Lőtávolság [m]	1100	880	780	715	705	525
	300 m-re belőtt irányzékkal az irányzóvonal és a középső találati pont távolsága [cm]					
50	3	9	11	13	14	27
100	8,5	19	22	24	26	49
150	11	23	27	29	32	60
200	11	22	25	27	30	57

Kiképzés az új irányzék használatára

A pszeudo-optikai irányzék használatának legfőbb nehézségéről már szóltunk: aki megtanult mechanikus irányzékkal fél szemmel célozni, az nehezen szokja meg, hogy az új irányzék használatakor célzás közben mindkét szemét nyitva kell tartania. A céllövésben gyakorlatlan újoncok lőkiképzése viszont kevesebb időt (és lőszert) igényel az új irányzékkal, mint a régivel, s ez az előny a mondott hátrányt kiegyenlíti.

A lőkiképzés folyamán elsősorban azt kell gyakorolni, hogy a lövész mindkét szeme a célra nézzen, amikor a fegyvert a szeme elé emeli, majd az akkomodáció változtatása nélkül vigye rá – az egyik szemmel az irányzékon átnézve – az irányzójelet a célra. A lövészben ki kell alakítani azt a képességet, hogy a cél megpillantása után reflexszerű mozgással hozza az irányzójelet és a célt fedésbe, és utána már lőjön is.

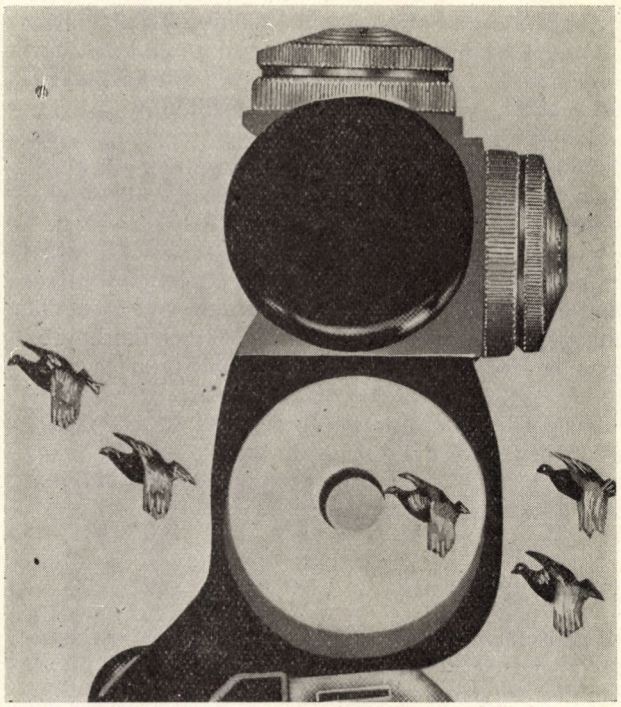
A hosszadalmas célzás nem előnyös. Eközben ugyanis a lövésznek az a benyomása, mintha az irányzójel, a fényfolt szétfolynék. Ez azért van így, mert a szem fókuszolása visszamegy a célról az irányzékra. Ekkor oldalt kell nézni vagy az irányzék mellett kell mindkét szemmel figyelni a célt, hogy azután ismét az irányzékon nézve át a célzást és a lövést sikeresen lehessen végrehajtani. Ilyenkor mutatkozik az új irányzék előnye: ez az újbóli irányzás gyorsan végezhető, mert a célt nem kell a célgömb fölött keresgélni, s ráadásul csak egy irányzójelet kell a céllal fedésbe hozni.

A mozgó célokra is lényegesen könnyebb lőni az új irányzékkal, mint a hagyományossal. A két szemmel irányzó lövész a mozgó cél teljes környezetét látja, és így egyszerűbb az előretartás képzése. Kis lőtávolságban mozgó célra tüzelve akkor kell meghúzni a billentyűt, amikor az irányzójel a célt fedi. Úgy tűnik a lövésznek, hogy közvetlenül a célra lő, de mivel a fegyverrel kénytelen a mozgó célt követni, magától adódik a kívánt előretartás.

Nagyobb távolságban mozgó célokra lőve ekkora előretartás persze nem elegendő. Ilyenkor úgy kell a fegyverrel kísérni a mozgó célt, hogy a megfelelő (60–120 cm) előretartási távolságban az irányzójel mindig a cél előtt mozogjon. Nagyon fontos azonban ekkor is a lövész beidegzettségének kialakítása, hogy a fegyverrel kövesse a célt, mozgassa lövés közben, sőt még egy keveset a lövés leadása után is. Az a lövész, aki arra vár, hogy a cél közeledjék mozdulatlan fegyverének irányzó fénypontja felé, bajosan érhet el megfelelő találatokat, jó lőeredményt.

A mozgó célok leküzdésére irányuló lőkiképzésben igen számottevő segítséget nyújthat a fényjelzős lőszer használata. Mivel a lövész mindkét szeme nyitva van, jól látja a cél környezetét, s ezáltal az irányzójel fénypontjának és a fényjelző lövedék fénypontjának eltérése hamar rávezeti a helyes előretartási távolság megismerésére. A kiképzési idő ezáltal is lényegesen csökken.

Ha felbukkanó célokat kell leküzdeni, nincs mindig idő arra, hogy a lövész tökéletesen célozzon. Ez különösen akkor van így, amikor a célok hamar eltűnnek. A kapáslövés gyakorlásához a lövésznek azt kell megszoknia, hogy csak a célt nézze mindkét szemmel, az irányzójelet, vagyis a fegyvert a cél irányába emelje



4. ábra: A két szem által látott kép mozgó célra tüzeléskor megkönnyíti az irányzást

és ugyanezzel a mozdulattal már lőjön is. Kellő gyakorlás után meglepően javulnak a lőeredmények.

A pszeudo-optikai irányzék irányzójelének, a világító fénypontnak geometriai kiterjedése is van. Ezért eleinte teljesen eltakarja a célt. Az irányzást ekkor a mondottakhoz képest fordítva kell végezni, vagyis a célnak az irányzópont közepére hozásával. Kezdetben sok lövész idegenkedik ettől az eljárástól, amelyet megoldhatatlannak tart, holott az emberi szem rendkívüli alkalmazkodóképessége folytán ez az irányzás nem jár különösebb nehézséggel. A középpontot a szem, mint a diopteres irányzéknál is, szinte tökéletes pontossággal keresi ki. Célszerű mégis a kiképzés folyamán a lövészt az ilyen célzáshoz oly módon szoktatni, hogy gyakorlásképpen kis lőtávolságon igen kis kiterjedésű, az irányzópont által teljesen elfedett célokra lövetnek vele. Ha a lövész ezeket a célokat jól eltalálja, biztonságot szerez a nagy lőtávolságban levő célok leküzdéséhez is.

Az éjszakai irányzék nélkül végzett éjszakai lövészet az egyik legnehezebb lőkiképzési feladat. Az új irányzék a maga világító irányzópontjával ezen a téren is jelentékeny segítséget jelent. Ha a célt pl. torkolattűz, megvilágítás vagy a környezettől elütő kontúrja láthatóvá teszi, akkor a lövész tüzelni is tud rá, mert csak a fénypontot kell vele egyeztetnie. A feladat azonban többnyire nem ilyen egyszerű: általában az irányzó fénypont erősebb megvilágítású, mint a cél, s ilyenkor a szem önkéntelenül reá akkomodál a cél helyett. A lövész azonban be tudja gyakorolni, hogy a fénypontot csak akkor nézze, amikor a célt már jól látja; ekkor az irányzást igen rövid idő alatt elvégzi, majd azonnal lő. A mondott rövid idő elegendő ahhoz, hogy a szem a célra akkomodálhasson. Célszerű a kiképzésben a lövészt rászoktatni, hogy az éjszakai látóképesség fokozására célzás előtt a szemét erősen nyissa

ki, majd jobbra-balra végzett szemmozgással tágítsa a pupillát. Amikor a célt így már ki tudja venni, gyorsan tartsa a fegyverét a célra, egyeztesse az irányzójelet a céllal, s ezzel egyidejűleg már lőjön is.

Előnyös, ha a lövész megszokja, hogy az általa nehezen leküzdhetőnek ítélt célokra mindig két lövést adjon le egymás után. Ez növeli a lövész biztonságérzetét.

Az elmondottakból nyilvánvaló, hogy a lőkiképzésben nem szabad a hagyományos és a pszeudo-optikai irányzék használatát sűrűn változtatni, hiszen ekkor romlanék a lövészek teljesítménye, bármelyik irányzék használatáról van szó. A harci alkalmazásban is ugyanez a helyzet. Magától értetődik, hogy ez a tény akadályokat gördít az új irányzék bevezetése elé, mert vagy egyidejűleg kétféle lőkiképzést kellene tartani, vagy pedig egyszerre kellene a mechanikus irányzékokat pszeudo-optikaival felváltani.

Átmeneti megoldás?

Elképzelhető persze egy olyan kivitelű pszeudo-optikai irányzék is, amely a mechanikusaktól az irányzási folyamat tekintetében nem tér el ennyire. Egy efféle elrendezés lehet, amelyben az irányzék okulárja nem teljes, hanem az alsó látómezőben elhelyezkedő féllencse. Fölötte egyszerű planparallel üveglap van. Az irányzójel természetesen a szokásos helyén vagy ennél valamivel lejjebb található. A féllencse kivetíti az irányzójelet a célterületre, ugyanakkor a féllencse felett a szem közvetlenül is kilát, hasonlóan, mint a nézőke felett a nyílt irányzéknál. Ily módon ezzel az átmenetinek tekinthető megoldással azok a katonák is tudnak célozni (félszemmel), akik már megszokták a nyílt irányzékos célzást. A hasonlóság abban is megvan, hogy a célt itt „rá kell ültetni" az irányzójelre, hiszen a jel nem az optikai tengelyben, hanem némileg alatta van. Azok a lövészek viszont, akik még nem kaptak lőkiképzést sem az egyik, sem a másik fajta irányzékkal, ezen a kivitelen megtanulhatják a pszeudo-optikai irányzékkal való célzás módját, melyben mindkét szemet nyitva kell tartani. A pszeudo-optikai irányzék előzőkben megismert előnyei természetesen csak ez utóbbi esetben hasznosíthatók.

Az irányzójel alakja megegyezhet az optikai irányzékokban szokásos valamelyik irányzójelével, de elképzelhető a dioptert utánzó kör alakú vagy félkör alakú jel is. Magától értetődően célszerű a jelet világító festékkel felvinni, hogy az éjszakai vagy a rossz látási viszonyok közötti irányzásra is alkalmas legyen.

Az új irányzék még korántsem szorította ki a használatból a mechanikus és az optikai irányzékokat a kézi lőfegyvereken. Olcsósága miatt azonban mindinkább terjed, elsősorban ott, ahol eddig optikai irányzékot kellett használni. A jövő dönti el, hogy – az említett gátló okok ellenére – mennyire lesz képes leváltani, helyettesíteni más típusú irányzékokat.

HATOS GÉZA
okl. gépszerkesztő mérnök

Újabb eredmények az alakítástechnikában

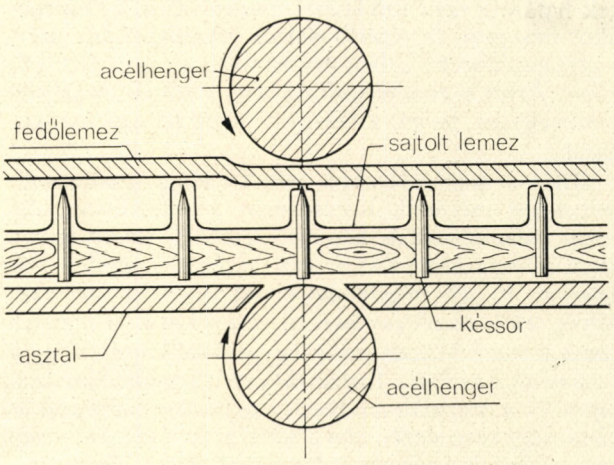
Kétségtelen, hogy számos, haditechnikai fontosságú, de az iparban is jól felhasználható konstrukció közép vagy nagy sorozatú gazdaságos előállítása új anyagkialakítási módszereket kíván. Evégből létrehozhatják a hagyományos eljárásokkal (kivágás, kovácsolás, hengerlés, sajtolás stb.) dolgozó gépek továbbfejlesztett félautomata, automata típusváltozatait akár egyedi kivitelben, akár gépsor formájában, de teljesen új technológiákat, jobban mondva az ezeket reprezentáló újfajta módszerekkel üzemelő gépeket, gépsorokat is kifejleszthetnek. Néha kedvező eredményeket lehet elérni ugyan a régebbi gépek pótlólagos mechanizálásával is, de ehhez éppen e gépek sokfélesége miatt már nagy találékonyságra, kitartásra és újító szellemre van szükség. A következőkben néhány, hagyományos alakító eljárással dolgozó új félautomata és automata gépet és gépsort mutatunk be, majd részletesebben foglalkozunk a még nagyobbrészt csupán kísérleti stádiumban levő, teljesen új anyagalakítási elveket megvalósító rendszerekkel.

Önműködő kivágó gépsor

A nem folyamatosan sajtoló gépekkel általában nem lehet lemezből sajtolt darabokat kivágni. Erre a feladatra viszont jól megfelelnek a félautomata kivágó gépek. A nyugatnémet Brümmer gyár által előállított *Diamat* márkanevű lyukasztó és kivágó berendezés működésének alapelve az 1. ábrán követhető nyomon. Első műveletként az acélhengerpár bal oldalán levő asztalrészre helyezik a fába ágyazott, szalagacélból készült késsort. A késsorra kerül a sajtolt lemez, amely több azonos kivágandó darabot tartalmaz. Ennek tetejére egy kemény-PVC fedőlemezt tesznek, és az így létrejött szendvics-szerkezetet a közben megindított hengerpár közé tolják kézzel. Ha a lyukasztott vagy kivágott darabokkal együtt az egész szendvics-szerkezet jobbra kigördül a hengerpár alól, leveszik a fedőlemezt, kiemelik a most már egymástól szétválasztott sajtolt darabokat, és eltávolítják a hulladékot. Ezután az egész műveletsor ismét kezdődhet előlről, de azzal a különbséggel, hogy most a hengerpár forgásirányának megfordításával jobb oldalról kapatják be a szendvics-szerkezetet.

Az ilyen gépek kiszolgálására elegendő egyetlen személy is. A legkisebbik géptípus munkaszélessége 400 mm, a munkahossz pedig elvben tetszőleges lehet, de a gyakorlatban a 10 m-t nem haladja meg. Az átfutási sebesség meglehetősen nagy, percenként 28 m, ha a szendvics teljes magassága 20–80 mm között van. A hajtó elektromotor teljesítménye meglepően kicsiny, mindössze 0,8 kW. A *Diamat* gépcsalád leg-

nagyobb tagja max. 2100 mm szélességű lemezek lyukasztására és kivágására is alkalmas. Itt a szendvics magassága 20—120 mm között lehet, viszont az átfutási sebesség némileg csökken, percenként „csak" 22 m. Ezt a típust 2,2 kW teljesítményű motor hajtja, s a géppel óránként átlagban 180—250 műveleti ciklus teljesíthető, de ez függ mindig a kivágandó vagy lyukasztásra kerülő sajtolt darabok, azaz az őket befoglaló lemezek teljes hosszától is. A gép teljes munkateljesítménye megnövelhető azáltal, hogy egy műveletben a vékonyabb lemezekből több (legfeljebb három) darabot helyeznek a késsorra. A berendezéseket általában műanyag- és fémfóliák, karton- és hullámpapír, bőr és azbeszt lyukasztására és kivágására használják



1. ábra: Diamat *típusú félautomata lyukasztó-kivágó gép működési elve*

Lényegesen nagyobb teljesítményű a torinói Caselette-gyárban teljesen önműködő kivágásra szerkesztett gépsor, amelynek elrendezési vázlatát 2. ábránkon látjuk. A gépsor tekercsből dolgozik, de alkalmas egyedi lemezdarabok kivágására is. Alapegysége a kivágó gép (3. ábra), amelyből 2—24 db-ot párosával, egymással szembefordítva egy közös alapkereten helyeznek el, tehát a fogó-kivágó szerszámokkal szerelt karok a gépsor hossztengelyére merőlegesek és befelé néznek. Ez az elrendezés módot ad arra, hogy az egyes gépegységeket a gépsor hossztengelye irányában vagy arra merőlegesen egyedileg, vagy akár egyszerre is, a mindenkori követelményeknek megfelelően hidraulikus úton mozgatni, állítani lehessen.

Függetlenül attól, hogy a gépsor tekercsből vagy már méretre szabott lemezből dolgozik-e, a kivágás egyes mozzanatai a következők: *1.* a gépsor hossztengelye mentén előre haladó lemezt az előre beállított hosszhatároló ütköző megállítja, *2)* következik a munkadarab oldalirányú megfogása és *3)* ezzel szinte egyidőben a kivágás, majd *4)* a hosszbeállítást szabályozó ütköző lebillen és *5)* a szembenálló géppárok közül az egyik vagy egyszerre mindkettő középről kifelé halad, hogy *6)* a kész munkadarab a gépsor „kilépő" végéhez, az emelő alá szaladhasson.

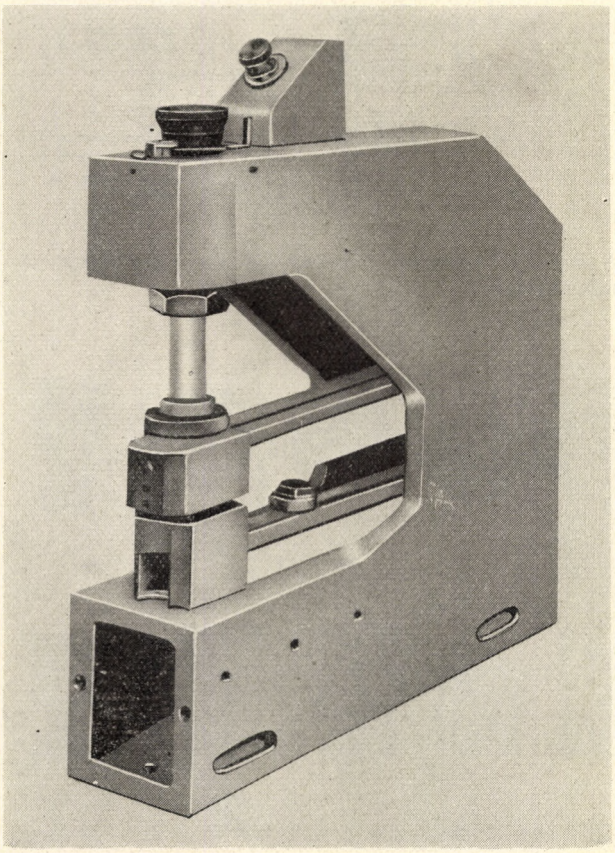
A most bemutatott rendszerrel max. 3 m² felületű lemez alakítható egyszerre. A gépsor beszerzési ára nagyjából a fele egy hasonló méretű és vágóerejű excenterprésének. Igen kedvező, hogy egyenlőtlen falvastagságú lemezek kivágása is egyszerűen megoldható, mivel minden egyes gépegységet egyedileg lehet állítani. A 3 m²-nek megfelelő 2500×1200 mm max. méretű lemez kivágása, lyukasztása mindössze 3 s-ig tart, és a mérettartás pontossága ±0,1 mm.

2. ábra: Tekercsből dolgozó önműködő kivágó gépsor elrendezési vázlata

Több fokozatú kovács-sajtók

Viszonylag nagy tömegű, bonyolult geometriai alakú darabok melegalakítására fejlesztették ki a több fokozatú kovács-sajtókat, amelyek között az angol *Forgemaster GF—6* típusú az egyik legújabb. Ennek a gépnek teljes sajtoló nyomása 12,5 MN és négy fokozatú szerszámában max. 130 mm átmérőjű, legfeljebb 3,5 kg tömegű késztermékek állíthatók elő. Jellemző, hogy a kovács-sajtolt darabok forgácsoló készremunkálásakor — ha erre egyáltalán szükség van — átmérőben mindössze 0,5—0,8 mm méretcsökkentést kell végrehajtani.

A gép négy fő műveletet tud elvégezni, sorrendben a zömítést, az előalakítást, a készre kovácsolást, végül a lyukasztást (4. ábra). Feldolgozásra melegen hengerelt, 1200 C° hőmérsékletű rúdanyaggal „etetik" a görgőpárokat, amelyek az anyagot a szerszámokba továbbít-

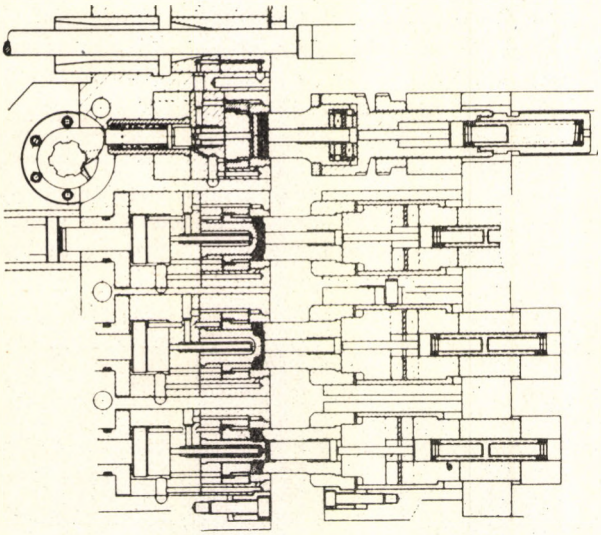


3. ábra: A kivágó gépsor fogó-kivágó szerszámokkal szerelt egyik egyedi gépe

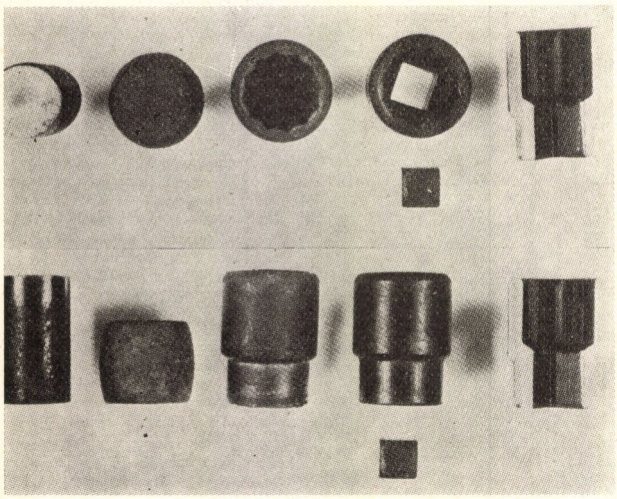
ják. Az alapanyagról a revét úgy tudják önműködően eltávolítani, hogy a hajtott görgők bizonyos mértékű túllökettel dolgoznak az ütköző berendezés ellenében. A gép négy görgőjének mindegyikét egymástól függetlenül, egy-egy pneumatikus nyomóhenger segítségével lehet a kezelő pultról állítani.

Ha a rúdanyag elérte az ütközőt, azonnal dolgozni kezd a függőleges elrendezésű kés. Avégből, hogy minél kisebb legyen a nyírás helyén a deformáció, e művelet közben az anyagot osztott hüvely fogja közre. A lenyírt munkadarabot a gép térfogatra ellenőrzi, s ha ez kisebb vagy nagyobb az előre beállított értéknél, önműködően eltávolítja a szerszámtól, és egy gyűjtőaknába vezeti. Magától értetődően ugyanerre a sorsra jut a rúdanyag eleje és vége is.

A zömítés szempontjából elengedhetetlenül fontos térfogatellenőrzés gyakorlatilag egyértelmű a lenyírt darab hosszúságának és kerületének a meghatározásával. A hossz tekintetében az ütköző helyzete, a kerület meghatározásában pedig az osztott hüvely elméleti



4. ábra: A Forgemaster GF—6 *típusú kovács-sajtó gép szerszámrendszere*



5. ábra: Vállas hüvely kialakításának egyes mozzanatai a Polymaster *rendszerű, függőleges kovács-sajtón*

belső átmérője a mérvadó. Mindkét megkívánt méret, vagyis helyzet durván a gép mögül fokozatmentesen egy fogantyúval, finoman pedig a kezelő pultról kézikerékkel állítható be. Mód van persze az ütköző berendezés motorral végzett állítására is.

Amennyiben a lenyírt darab térfogatra — és így hosszúság és kerület szempontjából is — megfelel, egy manipulátor a zömítő szerszámba helyezi, és ezzel megkezdődhet az első valódi alakító művelet. Ennek befejezése után ismét egy mechanikus kar viszi a darabot az előalakító szerszámba. Érdekes módon a lehetőségek határáig nem törekedtek pneumatikus és hidraulikus mozgató- és vezérlő elemek alkalmazására, ezért a gép legalább 65%-ban mechanikus erőátvitellel dolgozik. Arról is gondoskodtak, hogy azonnal megálljon a műveletsor, ha pl. a bélyegre ragad fel egy munkadarab.

Mivel a munkadarabok átfutási ideje tizedmásodpercekben mérhető, ilyenformán az alapanyag alig veszít valamit eredeti hőmérsékletéből, viszont éppen ezért a szerszámrendszer nem kívánatos módon felhevülne. Ennek megakadályozása végett a szerszám bélyeg felőli részét porlasztott vízzel hűtik, a matrica vízzel történő hűtését pedig úgy oldották meg, hogy a víz a revét is kiöblíti. Természetesen a komplett kovácssajtót és a szerszámrendszert elektromos-mechanikus biztonsági berendezés védi a túlterhelés ellen. Ha a gép vagy a szerszám bármelyik fontosabb eleme túlterhelődnék, a gép hajtását egy pneumatikus tengelykapcsoló leválasztja, és a sajtolási folyamatot megállítja a gyors működésű fék.

A *Forgemaster GF—6* típusú gép általában nagy sorozatok gyártására előnyös. A gépjárműiparban használatos csuklóstengelyek keresztcsuklóinak hagyományos süllyesztékes kovácsolásával a munkateljesítmény pl. a *6 C* nagyságrendben percenként max. 20 db, 30—40%-nyi anyaghulladékkal. Ugyanezt a szerkezeti elemet az ismertetett gép *C—35* anyagból percenként 80 db-os teljesítménnyel és alig 10—12% hulladékkal állítja elő. Ez az önműködő kovács-sajtó tengelykapcsoló-agyak, tengelycső karimák, fogaskerekek és kisebb házak előállítására is igen kedvezően használható.

Készülnek még kovács-sajtó jellegű gépek a *Polymaster* és a *Hotmaster* rendszer szerint is; ezek a többnyire függőleges irányban működő szerkezetek hideg, félmeleg és meleg formázásra alkalmasak. Működésük módjára itt nem térünk ki, de az 5. ábrán bemutatjuk, hogy a háromfokozatú *Polymaster* rendszerű gép milyen lépésekben alakít ki egy vállas hüvelyt.

Más új melegalakítási eljárások

Jóllehet már több mint egy évtizede, hogy *Massey* szabadalmat kapott egy különleges alakítási eljárásra, amely a kovács-sajtolás továbbfejlesztésének tekinthető, de a tényleges kísérletek csak a múlt esztendőben kezdődtek meg. A viszonylag egyszerű új eljárás lényegét 6. ábránk szemlélteti. A függőlegesen felfelé haladó szerszámfélre helyezett munkadarabot felülről egy olyan szerszámfél „támadja", amelynek a munkadarabbal érintkező részét 160—170° csúcsszögű kúpra alakították ki. A felső szerszámfél tengelye a függőleges tengellyel 5—10° közötti szöget zár be, és így forogva

nyomást fejt ki a munkadarabra. Elméletileg tehát vonalmenti az érintkezés a felső szerszámfél és a nyersdarab között, viszont a nyomás miatt a nyersdarabon mindig háromszögalakú érintkezési szektor jelentkezik.

Az eljárás mozgáselemeinek vizsgálata azt mutatja, hogy itt kombinált hengerlő és zömítő hatás lép fel. Emiatt a gép méret- és teljesítményadatai lényegesen kisebbek lehetnek a hagyományos sajtolási vagy zömítési módszerekkel dolgozó gépek hasonló értékeinél. A kísérletekben pl. az alakító nyomóerőt az eredeti érték tizedrészére is csökkentették. További nagy előnyként jelentkezik a szinte zajtalan üzem. Ezzel a módszerrel főként vékony, bonyolult forma- és szerkezeti darabok előállítása lesz gazdaságos. Kétségtelen, hogy egyelőre a felső szerszámfél kopása még meglehetősen nagy, és intenzív kísérletekkel elsősorban ezt akarják kiküszöbölni.

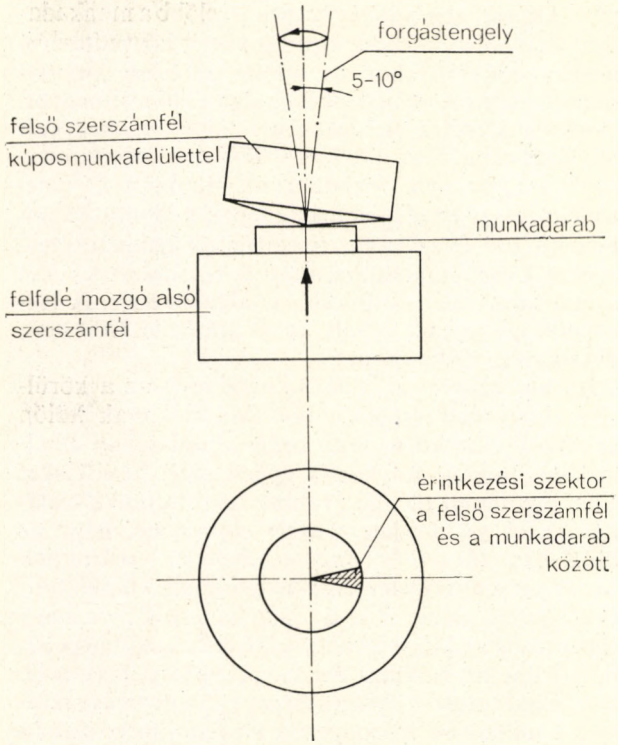
Mindinkább előtérbe kerül, hogy összetett formájú tengelyeket gyorsan, és egyetlen gépen alakítsanak ki. Erre a célra kitűnően megfelel az alakos hengerekkel dolgozó nyújtóhengerlés. A módszer rendkívül pontos, hiszen az alakeltérés a $\pm 0{,}1$ mm hibahatáron belül van.

Angliában többlépcsős tengelyek hengerlésére is találtak egy viszonylag egyszerű módot. A készítendő tengely anyagául szolgáló nyersdarabot tokmányba fogják, amely a darabot forgásba hozza, s amellett tengelyirányú előtolást is végez. Közben a felhevített munkadarab három, egymással 120 °-os szöget bezáró henger között halad át. A hengerek mindenkori radiális helyzetét egy görgő határozza meg, mely a mintadarabot letapogatja. Ily módon a készítendő darab méretei olyan pontosak, hogy 100 mm átmérő esetében is csak legfeljebb $\pm 1{,}5$ mm az alakeltérés. Az egyes tengelyvállak hosszirányú elhelyezkedésének tűrése ugyancsak $\pm 1{,}5$ mm. A másoló maráshoz némileg hasonló eljárással tehát viszonylag pontos, 100%-os anyagkihasználással lehet bonyolult formájú tengelyeket gyártani. Figyelemre méltó, hogy az így készült tengelyek kifáradási határa lényegesen nagyobb a forgácsolással vagy kovácsolással előállított hasonló méretű tengelyek kifáradási határánál.

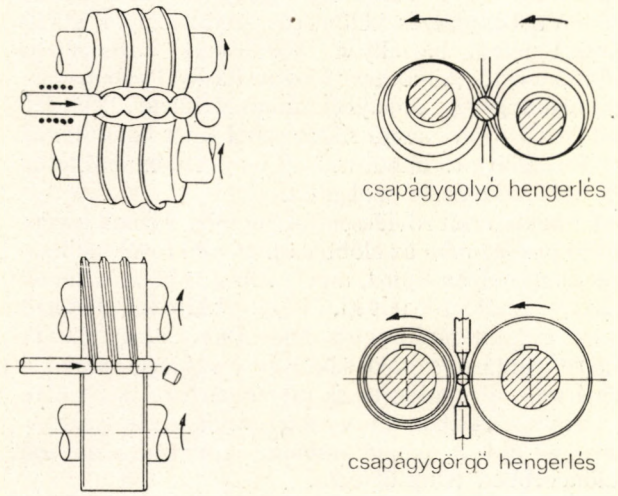
Mivel a golyós- és a görgőscsapágyak termelésében hatalmas mennyiségű csapágygolyóra és -görgőre van szükség, meg kellett oldani ezek folyamatos, önműködő gyártását. Erre a célra igen alkalmasak a 7. ábra szerinti hengerpárok. A csavarvonal felületű hengerek gondoskodnak arról, hogy a progresszív alakadás közben a meleg rúdanyag folyamatosan előre haladjon, amíg végül a szükséges méretű kész darab ki nem alakul.

Viszonylag jó eredményeket értek el a nagy teljesítményű kalapácsok konstrukciójában is. A *Dynapak* rendszerű kalapács pl. 14 MPa nyomású gázzal működik, sűrítője azonban csak percenkénti 5–10 ütést tesz lehetővé a legnagyobb ütési energia hasznosításakor. A birminghami egyetemen kifejlesztett újabb *Petroforge* eljárásban az energiát tüzelőanyag-levegő keverék elégetése szolgáltatja, s a kalapács mindössze 0,7 MPa nyomású táplevegővel végzi munkáját.

Úgyszólván kimeríthetetlen lehetőségeket kínál a hidrosztatikus anyagkialakítás, hiszen itt könnyű létrehozni és fenntartani az alakításhoz szükséges kedvező nyomásokat. Ilyen módszerrel tervezik az extrudálás, a melegfolyatás, a zömítés és a mélyhúzás újabb eljárásai-



6. ábra: A kombinált hengerlő és zömítő eljárás elvi vázlata



7. ábra: Csapágygolyók és -görgők folyamatos hengerlése

nak és gépeinek a kialakítását. A kísérletek közül különösen azok a szovjet, angol és amerikai eredmények érdemelnek figyelmet, amelyek azt bizonyítják, hogy az olyan rideg anyagok, mint a szürkeöntvény, a berillium és a cirkónium is alkalmasak az extrudálásra. Főként a két utóbbi anyagot egyre nagyobb mennyiségben használja fel a reaktortechnika, a repülés és az űrhajózás, s így gazdaságosabb előállítási technológiájuk elősegítené további elterjedésüket is.

Új nagysebességű alakítási módszerek

Szintén az új igények szülték a nagysebességű alakítási módszereket. Ezeket azért nevezik így, mert a tényleges alakítást végző energiát olyan kinetikus ener-

giából kapják, amely lökésszerűen éri előbb a munkadarabot körülvevő közeget, majd a közeg közvetítésével magát a munkadarabot. Az utóbbi két évben különösen a víz alatti robbantásos technika fejlődött nagyot. Minthogy alapelvéről ezeken a hasábokon már volt szó (Haditechn. Szle. 1969. 98—104. old.), ezért ismertetésével most nem foglalkozunk. Említést érdemel azonban, hogy az eljárás már kilépett a laboratóriumi keretek közül, és egyes gyártó vállalatok újabban kereskedelmi jellegű alumínium, titán és rozsdamentes acél anyagú tartályok előállítására is alkalmazzák. A legnagyobb így készült tartály külső átmérője 3700 mm, falvastagsága pedig 26 mm.

Egyelőre gátolja az eljárás elterjedését az a körülmény, hogy biztonságtechnikai okokból csak külön telepített épületekben, vagy pedig a szabadban alkalmazható. Sokfelé folytatnak éppen ezért kísérleteket az ún. biztonsági víz alatti robbantásos technika kialakítására. A szakirodalom arról számol be, hogy az NSZK-ban *Hertel* és *Ruppin* egyetemi tanároknak sikerült ezen a területen eredményre jutni. Gépük működési módja nem tér el a „hagyományos" víz alatti robbantásos alakítási technológiában használt gépekétől, viszont az alakítási folyamat szabályozása más. Így az alakításhoz szükséges legnagyobb nyomás mindössze 1 milliomod másodpercig áll fenn, mert ezután azonnal nyílik egy szelep, és a füstgázokat, valamint a víztöltés egy részét kiengedi. Ezáltal a nyomókamra saját magának a biztonsági szelepévé válik, és íly módon a berendezés különleges rendszabályok alkalmazása nélkül, bármilyen „közönséges" üzemben is működtethető. A módszer hasznosításával már terveztek olyan gépet, amelynek munkafelülete 250×350 mm (tehát ilyen méretű síklemezből lehet kiindulni az alakítás előtt), és mindössze 10 g-nyi robbanótöltettel 7,5 MN sajtolóerőt szolgáltat.

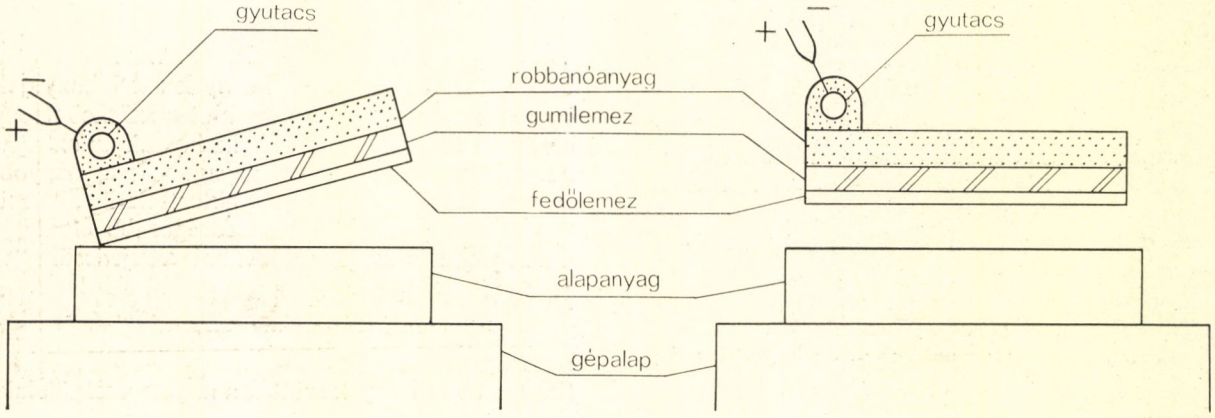
A hírek szerint rövidesen forgalomba hoznak a gépjárműipar számára az előbb említett gép továbbfejlesztésével egy olyan típust, amely 250 g robbanótöltettel 0,2 GN sajtolóerőt fejt ki, és 2,5 m^2 kiinduló felületű lemezek alakítására lesz alkalmas. Ennek az új, biztonsági robbantásos sajtolásnak nagy lehetőségei vannak a gépjármű-, a repülőgép- és rakétaiparban, úgyszintén a tartálygyártásban és a finommechanikai iparban. Talán az új technológia katonai fontosságát nem kell különösebben hangsúlyozni.

Időközben az is kitűnt, hogy az új módszert szikraeróziós eljárással egyesítve, olcsón nyílik mód szerszámok előállítására. Eddig ugyanis a robbantással dolgozó gépek alsó szerszámát nagyobbrészt másoló marógépeken készítették, és ezért meglehetősen sok utánmunkálásra volt szükség. Mindez megtakarítható a kombinált eljárás szerint azáltal, hogy műanyagból olyan alsó szerszámfelet készítenek, amely alkalmas egy rézminta robbantásos sajtolással, a rajznak megfelelően történő alakításához. Ezután robbantásos módszerrel előállítják a rézmintát és elektróddá alakítják ki. Végül az elektródot szikraeróziós gépre helyezik, amely azután a mérethelyes alsó szerszámfelet a legkisebb részletig jól „kidolgozza", s így ez az elektród pontos ellendarabjává válik.

Társított anyagok robbantásos hegesztése

A víz alatti robbantásos alakítási módszert minden eddigi eredménye ellenére a társított anyagokból készülő szerkezetek nagysebességű alakításában már csak körülményesen és nem kellő gazdaságossággal lehetne alkalmazni. Ezért az eljárás tapasztalatainak felhasználásával egy rokon módszert dolgoztak ki: a robbantásos hegesztést. Ennek segítségével nehezen vagy semmiképpen sem hegeszthető fémeket is társítanak, oldhatatlan kötést hozva létre közöttük. Hogy egy példát említsünk, teherviselő acél alapanyagra vékony, korrózióálló titánlemezt robbantanak fel. Ez a módszer akár vegyszertartály, akár rakéta- és repülőgép-alkatrészek készítésére lehet alkalmas, a reaktortechnikában pedig előnyösen alkalmazható csövek és csőfejek hegesztésére.

Az anyagok társításához (pl. két síklemez összehegesztésére) a 8. ábra szerinti elrendezéseket lehet megvalósítani. A nagy robbanóerejű töltet gumilemezen keresztül kényszeríti a fedőlemezt (pl. titánt) az acél alapanyagra, és a hatalmas (1—10 GPa) nyomás folytán a két fém összeheged. A szokásos körülmények között a lemezfelület minden négyzetméterére 5 kg robbanótöltetet kell számításba venni. A detonációs front sebessége nem haladja meg a 3000 m/s értéket. Az ábrán baloldalt bemutatott elrendezést rövid, kisebb felületű fedőlemezekhez, a jobboldalt vázolt megoldást pedig hosszú, nagy felületű fedőlemezekhez



8. ábra: Robbantásos hegesztés elrendezési vázlata

alkalmazzák. Bár ez utóbbi elrendezésben a fedőlemez párhuzamos az alaplemezzel, mégis kell, hogy a detonációs front ékalakú, tehát egy bizonyos szög alatt hajló legyen. Ebből adódik az a követelmény, hogy a nagy robbanóerejű töltet detonációs frontjának sebessége itt sem lépheti túl a 3000 m/s-ot. Ezt nem mindig könnyű kielégíteni, hiszen a nagy robbanóerejű anyagokkal a 6000 m/s sebesség már megszokott érték.

Ugyanezt a módszert anyagleválasztásra is lehet használni. Ekkor nem a társítás, összehegesztés a cél, hanem éppen ellenkezőleg: a szétválasztás, nyílások, üregek stb. kialakítása. Mivel itt az anyag roncsolásáról van szó, ezért a töltet nagysága akár a többszöröse is lehet a hegesztési töltetének, és a detonációs front sebessége előnyösen 6000—9000 m/s között van. Ilyenformán a célanyagban mély, kis átmérőjű vagy határozatlan alakú, de kisméretű hasadás keletkezhet, amelyen a leválasztás folyamata meg tud indulni.

A kísérletek stádiumában van még az elektrohidraulikus és a mágneses anyagalakítási eljárás. Mindkét módszer alapja kondenzátor telepek gyors kisütése. Ezek a telepek jelenleg max. 100 kJ energiát képesek leadni. Az elektrohidraulikus eljárás sok tekintetben hasonlít a víz alatti robbantásos alakításhoz: az alakításhoz szükséges energiát itt is víz alatt, de szikrakisüléssel szabadítják fel. A mágneses alakítás lényegesen egyszerűbb módszer: a munkadarabot itt egy szolenoidra húzzák (9. ábra). A szolenoid mágneses terének és a munkadarabban indukálódott áram mágneses terének kölcsönhatása olyan erőket hoz létre, amelyek a munkadarab anyagát a kívánt helyen felgyorsítják, és ezzel alakítják.

Szuperképlékeny ötvözetek a látóhatáron

A legutóbbi időkben különösen nagy arányú kutatások indultak a szuperképlékeny ötvözetek alapvető tulajdonságainak vizsgálatára és feldolgozásuk lehetőségeinek tisztázására. A szuperképlékeny fémek, ötvözetek legjellemzőbb tulajdonsága, hogy jóllehet rendkívüli mértékben lehet alakítani, szinte formázni őket, és képesek eközben több száz százaléknyi nyúlás elviselésére, mégis bizonyos, jól körvonalazható területeken és körülmények között károsodás nélkül számottevő mechanikai igénybevételeknek lehet a belőlük készült alkatrészeket, szerkezeteket alávetni.

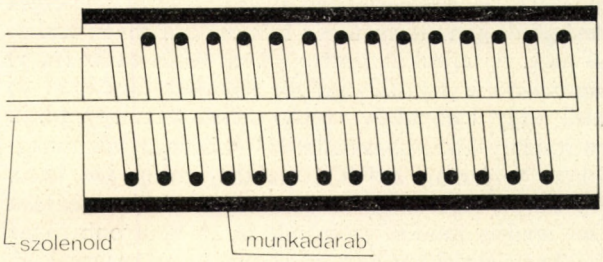
Az ipar szempontjából fontos finomszemcsés szuperképlékeny ötvözet előállításához az adott anyagot olvadáspontjának nagyjából a fele hőmérsékleti értékén alakítják. Ilyenkor eltérően a szokásos fémek 10—1000 μm-es szemcseméreteitől, a szemcseátmérő 1—2 μm. Ebben az „állapotban" a szuperképlékeny anyag nem keményedik fel az alakítás folyamán, de rendkívül érzékeny az alakítás és a nyúlás sebességére. Viselkedését talán az olvadt üvegéhez lehetne hasonlítani.

Ma már viszonylag nagy számú szuperképlékeny ötvözetet ismernek. A vizsgált első, ilyen jellegű anyagok között egyaránt voltak eutektikus és eutektoid vegyületek. Néhány eutektikus ónvegyület már szobahőmérsékleten is szuperképlékeny. A 78% cinket és 22% alumíniumot tartalmazó ötvözet max. 250 C°-ig ugyancsak ilyen jellegű. Érdekes módon még nikkel-, króm- és titánacélokat is sikerült szuperképlékeny állapotban tartani, viszont a hagyományos alumíniumötvözetekkel még csak részeredményeket értek el.

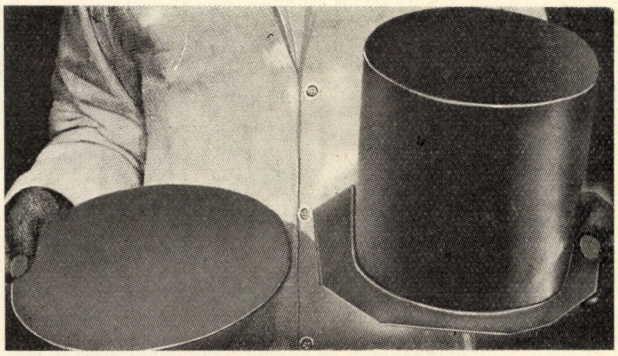
Úgy látszik, hogy már a közeljövőben a szuperképlékeny ötvözetekből közepes sorozatnagyságokban különféle karosszéria részeket, burkolatokat, árnyékoló lemezeket, fényszóró házakat, edényeket, tartályokat stb. lehet majd előnyösen készíteni. Néhány alakítási eljárással (vákuumformázással, nyújtással, fúvással stb.) ezek az anyagok majdnem úgy formázhatók, mint a műanyagok. Ebből adódik az a lehetőség, hogy azokon a helyeken, amelyeken hőre lágyuló műanyagot kellene a bonyolult alak miatt felhasználni, de a műanyag mechanikai és egyéb jellemzői nem kielégítőek, éppen a szuperképlékeny ötvözetek jöhetnek tekintetbe.

Nem hagyható azonban figyelmen kívül, hogy ezek az anyagok a szokásos üzemi körülmények között, szobahőmérsékleten is hajlamosak bizonyos mértékű kúszásra. Hasonló tulajdonságúak pl. a főként alumíniumból, cinkből és magnéziumból álló ötvözetek, amelyeket a 200—450 °C hőmérséklet tartományban alakítanak. Kedvező, hogy hőkezeléssel vagy más anyag hozzáadásával ez a tulajdonság javítható. Így az említett cink-alumínium ötvözethez magnéziumot és rezet adalékolva, és az alakítási folyamat befejezése után hőkezelést végezve igen jó, 780 MPa szakítószilárdságú anyagot kapnak. A szuperképlékeny ötvözetek alakíthatóságára jellemző példát mutat a 10. ábra. A képen baloldalt a kiinduló lemezanyagot, jobboldalt a félkészterméket: a lemezből alakított edényt látjuk.

Összefoglalásképpen megállapítható, hogy az új alakítási eljárások a haditechnikai eszközök gyártásában is fontos, sok esetben meghatározó szerephez jutnak majd. Különösen vonatkozik ez a robbantásos hegesztésre, amellyel megoldhatók eddig elképzelhetetlen konstrukciós és technológiai feladatok. Meglehetősen nehéz feladat részleteiben elemezni vagy prognózist adni arról, hogy az egyes ismertetett alakítási módszerek milyen irányban fejlődnek tovább.



9. ábra: A mágneses anyagalakítás elve



10. ábra: Szuperképlékeny ötvözetből készített hengeres edény

LEIPNIKER ARTÚR
okl. villamosmérnök

Az áthatoló neutronsugárzás detektálása

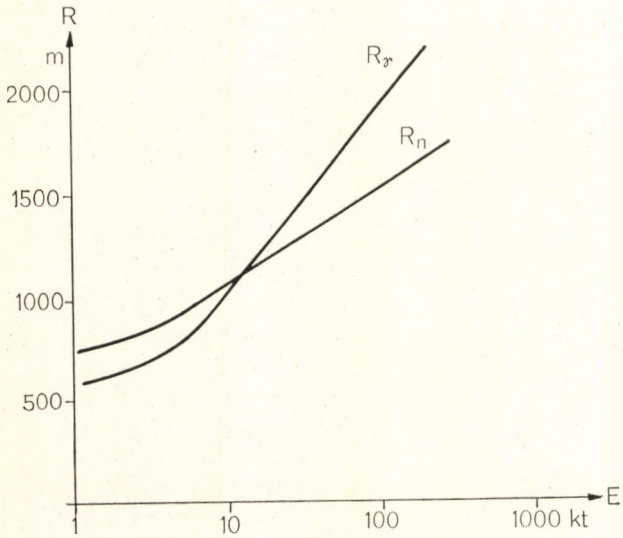
Eltérően a hadászati atomfegyverektől, a 10 kt-nál kisebb trotilegyenértékű harcászati típusok hatástényezői között a kezdeti (áthatoló) sugárzás a nagyobb fontosságú, mert itt ennek a hatáskörzete meghaladja a rombolás övezetét. E fegyverek harci alkalmazásakor a fellépő áthatoló sugárzás károsítja az élőerőket, akiket az építmények vagy a páncélzat megvéd a lökéshullám hatásaitól.

Tudvalevő, hogy a kezdeti sugárzás gamma- és neutronsugárzásból tevődik össze. Jól szemlélteti 1. ábránk, hogy a robbanás hatóerejétől függően az epicentrum környezetében a 400 rem sugáradagot az összetevő sugárzások milyen távolságokon hozzák létre.

Mivel a kezdeti sugárzás időtartama rövid, ezért csak olyan eszközökkel mérhető, amelyek képesek ezt az impulzusszerű jelenséget regisztrálni, vagyis a később sorra kerülő kiértékeléshez tárolni. Ebből következik, hogy e sugárzást csak a sugáradag mérése alapján lehet mérni. A harcászati sugáradagmérés eszközeivel ezeken a hasábokon már foglalkoztunk (Haditechn. Szle. 1970. 126–129. old.) A mostani alkalommal a neutronsugáradagok mérési módszereit vizsgáljuk meg közelebbről.

A neutronsugárzás hatásmechanizmusa

Az atomrobbanáskor kilépő neutronsugárzás élettani hatásainak értékelése lényegesen bonyolultabb, mint a gamma-sugárzásé. Ez utóbbinak biológiai hatása mindenekelőtt a testszövetben bekövetkező ionizációban jelentkezik. A neutronok semleges részecskék lévén, közvetlenül nem keltenek a közegben ionizációt; ez a jelenség itt másodlagos effektusként lép fel. A testszövet és a neutronsugárzás kölcsönhatása a neutronok energiájától függ. Mivel a különböző energiájú neutronok energiaátadása a szövetben eltérő, következésképp a biológiai hatás is eszerint változni fog.



1. ábra: A gamma- és a neutronsugárzás 400 rem *dózisainak hatótávolsága különböző hatóerejű atomrobbanásokra*

A robbanáskor megfigyelt neutronsugárzás energiája 0,2 eV-tól néhány MeV-ig terjed. Az energiaspektrumot számos körülmény befolyásolja. Az elsődleges robbanási reakció módján kívül, a robbanás hatóereje, a visszamaradó (reagálatlan) töltetanyag, a robbanófej anyaga, a robbanás környezete, a meteorológiai helyzet és még egy sereg tényező lényegesen befolyásolja a fellépő neutronsugáradag energiájának eloszlását és magától értetődően a sugáradag nagyságát is. A neutronsugárzás energia szerinti osztályozásáról I. táblázatunk ad áttekintést.

I. táblázat

A neutron típusa	Energia
Termikus	<1 eV
Lassú	1—1000 eV
Közbenső	1—500 keV
Gyors	0,5—10 MeV
Nagyon gyors	>10 MeV

Ismeretes, hogy a neutronok és az anyag atommagjainak kölcsönhatása különféle formákban jelentkezik. Mielőtt a detektálás kérdéseivel foglalkoznánk, röviden áttekintjük ezeket a formákat.

A *rugalmas szóródás* szerinti kölcsönhatás folyamán a neutron kinetikus energiájának egy részét átadja az anyag atommagjának. A jelenség makroszkopikus modelljének tekinthető a biliárdgolyók ütközése. A meglökött proton nagyobb sebességre tesz szert és más atomokkal találkozva ionizációt idéz elő. Az ionizált részecskék fluxusa hasonló az alfasugárzáshoz. Ilyen kölcsönhatás főképpen a neutronok és a hidrogéntartalmú anyagok között lép fel.

A *rugalmatlan szóródás* során a neutron kinetikai energiájából az ütközés a magot nagyobb energiaszintre is gerjeszti. Ez esetben a rugalmas szóródáskor mutatkozó ionizáción kívül a mag eredeti állapotba való visszatérésekor gamma-sugárzás is mutatkozik. Jellemző ez a forma a neutronok és a nehezebb elemek közötti kölcsönhatásra.

A kis energiájú, termikus neutronok legjellemzőbb kölcsönhatása a *neutronbefogás*. Itt a neutronokat befogott atommag gerjesztett állapotba kerül és energia feleslegétől gamma-sugárzás kibocsátása révén szabadul meg. A termikus neutronoknál tehát ez az (n, γ) magreakció a legvalószínűbb, ilyenkor általában új stabil vagy radioaktív izotóp keletkezik. Így pl. a neutronelnyelőként használatos ^{113}Cd anyagból a magreakció folyamán a ^{114}Cd stabilis izotóp jön létre.

A töltött *részecskék kibocsátásá*nak kölcsönhatása ezzel analóg módon játszódik le. A neutronbefogás következtében ekkor a (n, α) vagy a (n, p) magreakció áll elő, vagyis az atommagból alfa-részecskék, illetve

protonok lépnek ki. Ez a legvalószínűbb kölcsönhatás a gyors neutronoknak könnyű (Li, B, He, N) atommagokkal való találkozásakor.

Amikor nehéz atommagok fogják be a neutronokat, létrejöhet a *maghasadás* jelensége. E kölcsönhatás folyamán két könnyebb radioaktív mag keletkezik, továbbá két-három gyors neutron is felszabadul. Ez az ismert magreakció az egyfázisú atomfegyverek működésének alapja.

A detektálás elvi kérdései

A neutronsugárzást az előbb említett valamelyik kölcsönhatás folyamán fellépő másodlagos effektusok révén lehet detektálni. A kölcsönhatás a neutronok és a detektor anyaga között játszódik le. Az elmondottakból nyilvánvaló, hogy ma még nem létezik olyan detektor, amely a különböző energiájú neutronokat azonos hatékonysággal tudná átalakítani, vagyis regisztrálni. Laboratóriumi viszonyok között még elképzelhető volna egy olyan kombinált detektor kialakítása, amely képes a mintegy hét nagyságrendet átfogó neutronsugárzás egyidejű, megbízható és pontos mérésére. Evégből azonban bonyolult berendezéseket kellene felhasználni; ez pedig tábori viszonyok között elképzelhetetlen.

Ez idő szerint általában csak arról lehet szó, hogy bizonyos energiatartományra (pl. termikus vagy gyors neutronok regisztrálására) készítsenek egyfajta vagy kombinált detektorokat. Ez a körülmény mindjárt felveti azt a kérdést is, hogy a robbanáskor fellépő körülmények között az ilyen detektorral mért adatok a valóságos értékekkel mennyire egyeznek meg.

A harcászati vagy a személyi sugáradagmérés eszközeiben széles választékban használják fel a gamma-sugárzás mérésére is használt különféle hagyományos típusú és korszerű detektorokat egyaránt. Ezeket a detektorokat ellátják ún. radiátorokkal, amelyek a kölcsönhatás folyamatában a másodlagos effektust szolgáltatják.

Ionizációs kamrás detektálás

A radioaktív sugárzásmérés hagyományos eszköze, az ionizációs kamra is alkalmassá tehető a neutronsugárzás mérésére. Működésének ismert elve, hogy pl. a gamma-sugárzás a kamrát betöltő gázt ionizálja, s az előálló elektromos töltések a kamra áramkörében a sugárzás mennyiségével arányos áramot hoznak létre. Neutronsugárzás mérésekor az ionizáció keltetéséhez radiátorként az egyik fegyverzetet 10-es tömegszámú bórizotóppal vonják be. A termikus neutronok és a ^{10}B kölcsönhatására alfa-sugárzás lép fel, amely ugyancsak ionizációt okoz és módot ad a regisztrálásra.

A lejátszódó magreakció

$$^{10}B + n \rightarrow {}^{7}Li + \alpha,$$

más szavakkal a reakcióban litium-atom és kilépő alfa-részecske keletkezik.

Ha gyors neutronokról van szó, akkor ez a reakció kis valószínűséggel megy végbe; a neutronok regisztrálásához más radiátorra van szükség. Ehhez a rugalmas szóródás szerinti kölcsönhatás használható fel; evégből a kamra falát nagy hidrogéntartalmú anyagokból készítik. A gyors neutronok és a hidrogénatomok találkozásakor előálló ionizáció teszi a regisztrálást lehetővé.

A sugáradagmérő szerkezete csak a fegyverzetek tekintetében különbözik a hagyományostól. Működési elve ugyanaz: egy előzetesen feltöltött kondenzátor töltését a sugárzás létrehozta ionizációs áram csökkenti; a töltés csökkenése arányos a kamrát ért sugáradaggal.

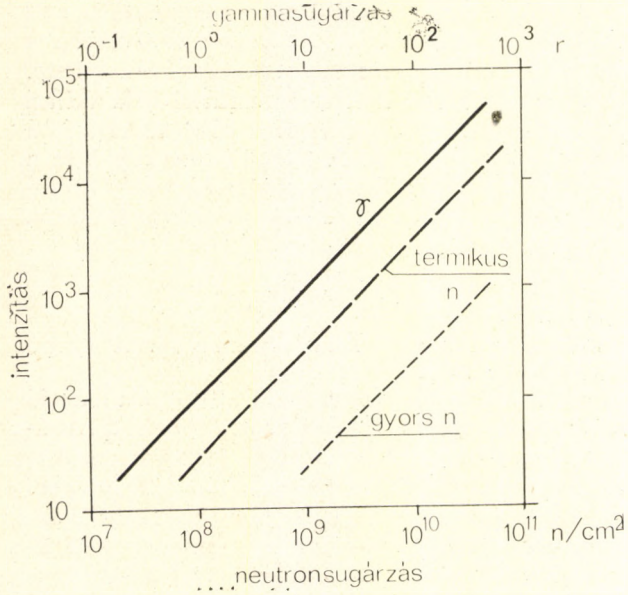
Lumineszcenciás módszerek

Több év óta a tábori gamma-sugáradagmérésben radiofotolumineszcenciás és termolumineszcenciás elvű eszközöket is használnak. Magától értetődően keresik annak a módját, hogyan lehetne a lumineszcenciás módszereket a neutronsugárzás regisztrálására is alkalmassá tenni.

Az igen megbízható működésű *radiofotolumineszcenciás* sugáradagmérőkben különféle adalékanyagokkal készült ezüstmetafoszfát üvegeket használnak. A regisztrálás elve egyszerű: a sugárzás az üveg anyagában elektronokat gerjeszt, majd a magasabb energiaszintekre jutott elektronok beépülnek az ezüstcentrumokba, és ibolyántúli fénysugárzás hatására világítanak. A centrumok száma, következésképp a fénymennyiség arányos a kristályt ért sugáradaggal.

II. táblázat

Az üvegtípus megjelölése	Származási ország	Összetétel [%]											Mérési tartomány [r]	Viszonylagos energiafüggés 40 keV-on ($^{60}Co = 1$)
		Ag	Al	B	Ba	Be	K	Li	Mg	Na	P	O		
Schullmann A	USA	4,3	4,7	—	10,8	—	7,7	—	—	—	28,4	44,1	$5—10^4$	18
Schullmann B	USA	4,3	4,7	—	—	—	—	1,9	3,1	—	33,7	52,3	$5—10^4$	13
Jokota	Japán	3,7	4,6	0,9	—	—	—	3,6	—	—	33,5	53,7	$0,4—3.10^3$	7
CEC	Franciaország	2,9	3,5	—	—	0,5	—	2,5	—	4,6	34	52	$0,4—3.10^3$	6,5
Schott	NSZK	4,6	3,1	—	—	—	—	4,5	0,9	—	34,1	52,8	$0,4—3.10^3$	8
Z	NSZK	0,62	0,51	0,98	—	—	—	7,34	—	—	34,7	55,85	$0,4—3.10^3$	3,5

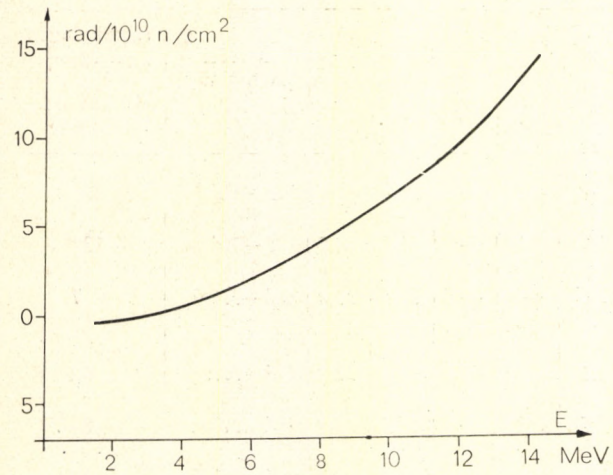


2. ábra: A Jokota-féle üveg mérési tartománya

E rendszer igen kedvező vonása, hogy alkalmas összegezett sugáradag mérésére is, mert a kiértékeléskor a tárolt információ nem vész el. Avégből, hogy az információ törölhető legyen, a rendszert ki kell fűteni, Az üveg neutronérzékenysége az összetételtől függ. Az ilyen típusú sugáradagmérők céljaira alkalmas néhány nyugati üvegtípus összetételét és dozimetriai tulajdonságait a II. táblázat foglalja össze.

A táblázatban feltüntetett üvegek inkább a termikus neutronokra érzékenyek; az érzékenység még fokozható is kadmium, bór vagy litium radiátor felhasználásával. A gyors neutronokra lényegesen kisebb a neutronérzékenységük. Példaképpen a 2. ábrán bemutatjuk a Jokota-üveg gamma- és neutronérzékenységi diagramjait. Az ábra alapján arra a következtetésre juthatunk, hogy bizonyos megfontolásokkal – mint a gamma- és neutronarány meghatározása, különféle szűrők használata stb. –, a szóban forgó üvegek elvileg alkalmasak a kombinált sugáradagmérő kialakítására.

Több hadseregben rendszeresítettek már *termolumineszcenciás* rendszerű sugáradagmérőket is. Leggyakrabban az ilyen eszközökben a mangánnal aktivált litium-fluorid és kalcium-fluorid porokat vagy egykristályokat használnak fel. A regisztrálást itt is az teszi lehetővé, hogy a detektor anyagában a sugárzás elektronokat magasabb energiaszintre gerjeszt. Melegítés (LiF:100–120 C°, CaF_2:250–270 °C) hatására az elektronok eredeti helyzetükbe térnek vissza, és eközben energiájukat fényfelvillanás formájában leadják. A keletkező centrumok, vagyis a felvillanások száma arányos a kristályokat ért sugáradaggal. Az efféle rendszerek hátrányos tulajdonsága, hogy a kiértékelés alkalmával az információ eltűnik.



3. ábra: A kalcium-fluorid érzékenysége gyors neutronoknál

A termolumineszcenciás porok közül a litium-fluorid érzékenysége különösen termikus neutronokra nagy. Az ilyen anyaggal működő sugáradagmérőket azonban elsősorban a laboratóriumi gyakorlatban használják. Tábori körülmények közötti használatra a kalcium-fluoridos típus terjedt el. Újabban nagy erőfeszítéseket tesznek arra, hogy megjavítsák a kalcium-fluoridos sugáradagmérők neutronérzékenységét.

Az ilyen sugáradagmérők érzékenysége a termikus neutronok tartományában az irodalmi közlések szerint 0,07–0,58 rad/10^{10} neutron/cm² között változik. Az érzékenységet 1 rad gamma-sugárzáshoz viszonyították. Gyors neutronokra az érzékenység a 3. ábrának megfelelően változik. Míg 1,7 MeV környékén az érzékenység –0,43 rad/10^{10} neutron/cm², addig 14,7 MeV-en 15 rad/10^{10} neutron/cm². A közeljövőben minden bizonnyal lényegesen közelebb jutnak a termolumineszcenciás rendszerű kombinált sugáradagmérő kialakításához.

Nyomdetektorok

Az utóbbi években erőteljes kutatásokat folytattak az ún. *nyomdetektorok* létrehozására. Felhasználásukat követeli a nehéz töltött részecskék dozimetriájának megoldatlansága. Az effajta készülékek működésének alapja, hogy a nagy fajlagos ellenállású szilárd anyagokban a nehéz töltött (pl. alfa-) részecskékkel végzett besugárzás nyomokat hagy maga után. A besugárzott anyag maratása után a nyomok optikai mikroszkóppal érzékelhetők. A nyomok száma az anyag felületén arányos lesz a kölcsönhatásban szereplő töltött részecskék számával.

Különféle anyagokat próbáltak ki: üvegeket, műanyagokat, szilikátokat. A legérzékenyebbnek eddig a nitrocellulóz lemezek bizonyultak. Felhasználják a technikai nitrocellulózt és a frissen készített filmalapanyagokat is erre a célra. Az alfa-részecskékkel besugárzott lemezeken megfelelő maratás, mosás és szárítás után a nyomokat meg lehet számolni. Maratásra a leggyakrabban a kálium-hidroxidot, a nátrium-hidroxidot és a hidrogén-fluoridot használják megfelelő hőmérsékleten. A nyomok a részecskék energiájának, az anyag minőségének és a maratás körülményeinek megfelelően 1–2 μm átmérőjűek.

A nyomdetektorok kialakításakor felismerték, hogy lehetőség van ezen az elven a neutronsugárzás regisztrálására is. Ha (n, α) magreakciókat hoznak létre, megfelelő radiátorokkal mód nyílik a teljes neutronenergiatartomány mérésére. Egy ilyen nyomdetektor vázlatát a 4. ábra tünteti fel. A sugáradagmérő alapja egy nitrocellulóz lemez, amelyen neptúnium és urán-

izotópokat helyeznek el; a tok alumíniumból készül. Az említett izotópok ún. aktivációs detektorok, amelyek más-más energiájú neutronsugárzás hatására válnak radioaktívakká.

Az ábrán a detektor 1-gyel és *2*-vel jelölt részén ^{235}U, a *3*-mal jelölt részen ^{237}Np, a *4*-gyel jelöltben pedig ^{238}U izotóp van. A detektálás menete a következő: az *1.* részben nyomok keletkeznek a ^{235}U felaktiválása alapján a termikus, lassú és közbenső neutronoktól egészen 0,4 MeV-ig; a *2.* részben ugyancsak a ^{235}U felaktiválása által keletkeznek nyomok a termikusok kivételével, amelyek a Cd szűrőben elnyelődnek; a *3.* részben keletkező nyomok a ^{237}Np felaktiválásával 0,4–1,3 MeV energiájú neutronok által jönnek létre, végül a *4.* részben regisztrálódott nyomokat 1,3 MeV-nál nagyobb gyors neutronok okozzák az ^{238}U felaktiválása révén.

A nyomdetektorok kiértékelésére a megfelelően megválasztott hőmérsékletű és idejű maratás, majd mosás és szárítás után kerül sor. A területegységre (1 cm^2) eső nyomokat mikroszkóp alatt megszámolják, s ennek megfelelően az (előbbi számjelzés szerinti) egyes részdetektorokon n_1, n_2, n_3 és n_4 nyomot kapnak. Előzetesen végzett kísérletek eredményei alapján meghatározzák az adott energiájú neutroncsoportokra az egyenértékű K_1, K_2, K_3 és K_4 dózis/neutron arányokat, valamint az f_1, f_2, f_3 és f_4 neutron/nyom arányokat.

Mindezek alapján 0,5 eV-ig a neutronok adagja

$$D_1 = K_1 f_1 (n_1 - n_2)$$

Itt azért kell az n_1 és az n_2 különbséget képezni, mert az *1.* rész 0,4 MeV-ig mindenféle energiájú neutront regisztrál, viszont a *2.* rész a termikus neutronokat nem észleli.

Hasonlóképpen a 0,5 eV–0,4 MeV tartományra a neutronadag

$$D_2 = K_2 f_2 (n_2 - n_3)$$

Itt a 2. részből (a 0,4 MeV feletti energiájú neutronoktól) eredő nyomok számát kell levonni.

A 0,4–1,3 MeV közötti neutronadag

$$D_3 = K_3 f_3 [n_3 - (n_4 - n_1)]$$

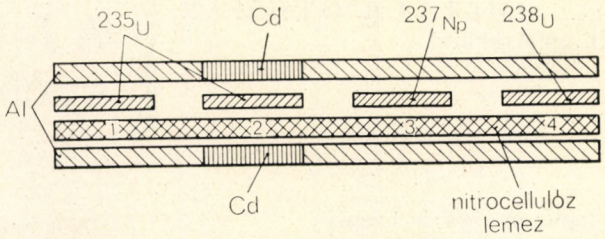
Ekkor ugyanis a 0,4 MeV alatti és az 1,3 MeV feletti energiájú neutronoktól eredő nyomok száma vonanadó le.

Végül az 1,3 MeV feletti neutronok adagja

$$D_4 = K_4 f_4 n_4.$$

Ez a módszer kissé bonyolultnak tűnik, de a biológiai ekvivalens meghatározásához meglehetősen jó eredményeket ad. Irodalmi adatok szerint a módszer rövid idejű maratással egyelőre gyors neutronokra 0,2–50 rem, lassúakra 0,1–50 rem és termikusokra 0,02–1 rem mérési tartományt képes átfogni. Perspektívában a marató anyagok tökéletesítésével és a maratási idő órás nagyságrendre növelésével a felső határ elérheti majd az 5000 rem értéket is.

Harcászati sugáradagmérőként megjelentek a röntgenelem elvén működő eszközök (Haditechn. Szle, 4. évf. 127–129. old.). Újabban erőteljes kutatások



4. ábra: Neutronsugárzást mérő nyomdetektor vázlata

folynak hasonló elven működő neutronelemes sugáradagmérő kialakítására. A gamma-sugáradagok mérésére alkalmas röntgenelemben a sugárzás hatására az ólom külső és a szén belső elektródokból elektronok emittálódnak.

Neutronelemes sugáradagmérő

A neutronelemes sugáradagmérő külső elektródján a neutronsugárzás hatására az (n, γ) reakció játszódik le. Követelményként jelentkezik, hogy a neutronsugárzás hatására keletkező radioaktív izotóp felezési ideje ($T_{1/2}$) eléggé rövid legyen, vagyis a bomlás gyorsan játszódjék le. Ezt a követelményt egyfelől az indokolja, hogy a sugáradagmérő használata nem veszélyeztetheti sugárzásával a kezelőt, másfelől az elemet gyorsan kell a leolvasáshoz feltölteni. Aktiválásra leginkább a ródium 103-as és az ezüst 109-es tömegszámú izotópjai felelnek meg. A reakciók a következők:

$$^{103}Rh + {}^{1}n \rightarrow {}^{103}Rh + \gamma; \qquad T_{1/2} = 44 \text{ sec}$$

$$^{109}Ag + {}^{1}n \rightarrow {}^{110}Ag + \gamma; \qquad T_{1/2} = 24{,}5 \text{ sec}$$

A gyors lebomlás révén a sugáradagmérő perceken belül leolvasható.

A rendszer neutronérzékenysége a reakció módjától és az aktivált keresztmetszettől függően a neutronenergia növekedésével csökken. A kísérletek szerint mintegy 670 rem adagnyi lassú neutronra végkitérést adó rendszer termikus neutronokkal már 22–45 rem-en ad végkitérést. Ha sikerül a mondott energiafüggőséget kiegyenlíteni, a neutronelemes sugáradagmérők használhatósága eléri a röntgenelemes rendszerekét, s ilyenformán a harcászati sugáradagmérés igen megbízható új eszközökhöz jut majd.

Ebben az esetben elkészíthető lenne egy kombinált, vagyis a neutron- és a gamma-sugárzásra egyaránt érzékeny sugáradagmérő. Ennek azonban előfeltétele, hogy tisztázzák a kérdést: milyen a kétféle sugárzás biológiai ekvivalenciája, hiszen enélkül nem lehetne hitelesíteni a műszert.

Látni való, hogy a kezdeti, áthatoló sugárzás neutronkomponensének mérése igen szerteágazó probléma akár méréstechnikai vonatkozásában, akár a kiértékelés szempontjából. Nem fér hozzá kétség, hogy a közeljövőben számos nehéz feladatot megoldanak, és így a követelményeket kielégítő neutronsugáradagmérés megbízható eszközei is általános használatba kerülhetnek.

DR. MUELLER OTHMÁR
okl. építészmérnök

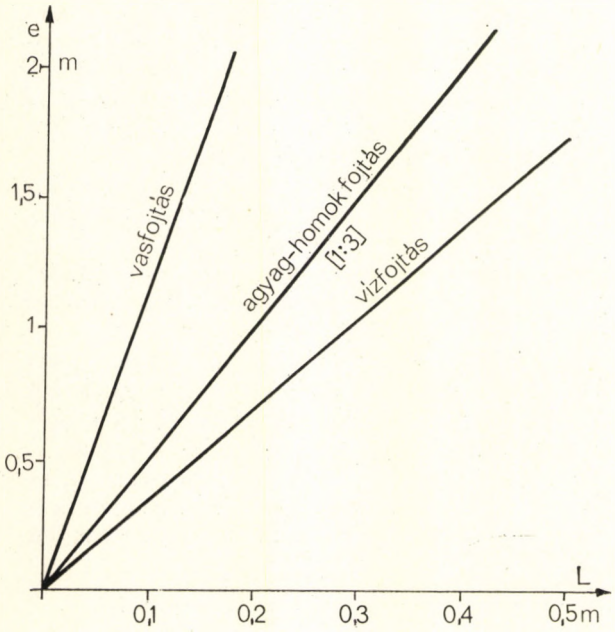
A fojtás szerepe a robbantási műveletekben

A fojtás anyaga és formái

Általános szóhasználat és értelmezés szerint fojtásnak a robbantandó közegben elhelyezett robbanóanyag-töltet és a közeg-felszín közötti tömítőanyagot nevezik. A fojtásnak az a feladata, hogy a robbanás folyamán keletkező gázokat bizonyos ideig visszatartsa, sűrítse és ezáltal a koncentrált detonációs hatás kifejlődését elősegítse.

A robbantástechnikai szakemberek között a fojtás szerepéről és jellegéről az utóbbi időben különböző nézetek alakultak ki. A robbantó töltetek fojtásának kérdése a polgári és a katonai gyakorlatban eltérő módon jelentkezik. Az ipari robbantások alkalmazásával szinte kivétel nélkül van idő arra, hogy a robbantó tölteteket megfelelő fojtással ellátva furatokban, katlanokban, kamrákban helyezzék el. (A járulékos fúrási munkák nagyon munka- és energiaigényesek és a robbantás összes költségeinek 75–90%-át is kitehetik.) Más szempontok érvényesülnek gyakran a haditechnikában; itt a ráhelyezett, felfektetett töltetekkel végzett munka felel meg a szoros időszámvetés követelményeinek. Az ilyen tölteteket hatékony fojtással nemigen lehet ellátni, s a robbantás (ilyen pl. a kőbányákban szokásos „batározás", a tömbkövek szétzúzása is) robbanóanyagigénye a többszörösét is eléri a fúrt töltetekkel végzett munkáénak. Mindehhez járul, hogy a környezetre káros légnyomási hatás is igen nagy.

A fojtásnak a robbantási műveletekben betöltött szerepével foglalkozva először a fojtás anyagának a kérdését kell áttekintenünk. E tekintetben a legfontosabb az a követelmény, hogy a fojtás anyaga nem lehet gyúlékony, tehát kócot, rongyot stb. erre a célra nem szabad használni. Számos szakértőnek az az álláspontja, hogy különleges esetekben, pl. igen hosszú robbantó lyukakban maga a robbanóanyag is betöltheti a fojtás szerepét. Ez főként akkor van így, amikor a kisebb detonációs sebességű (1900–2000 m/s), rendszerint a helyszínen kevert ammóniumnitrát-Dieselolaj (ANO) keverék robbanóanyaggal dolgoznak. A hagyományos agyagfojtásokon kívül a fúróliszt, a préslléghajtású „puskákkal" benyomott homok is igen kedvező, bár a porképződés és a sújtólég-berobbanás elkerülésére a vízfojtás is egyre erősebben terjed. A vizet, úgyszintén a géles, kocsonyás anyagokat többnyire kissé íves (a robbantólyukba befeszülő) polietilén csőből készített rudakba töltik. Megjelentek azonban már az olyan fojtások is, amelyeket a robbantólyukba töltve ott besűrűsödnek, bekocsonyásodnak s szilárd tömedékelést adnak.



Az elővét, a fojtáshossz és a fojtás anyaga közötti összefüggés

A töltetben vagy a töltetoszlopban való elhelyezésük szerint vannak egyfelől közbenső, megszakító, másfelől lyukvégi, lezáró fojtások. A közbenső fojtás anyaga levegő is lehet, hiszen a robbanás nem terjed bizonyos detonációátadási távolságon túl, sőt az említett ANO-keverékek többsége csak ún. kontakt csatlakozással detonál tovább. Ha nem a kisebb átmérőjű robbantólyukakról van szó, hanem a nagyobb katlanokról és a kamrákról, akkor épített lezáró falazatok töltik be a fojtás szerepét.

A legújabb robbanáselméleti kutatások részletesen foglalkoztak a detonációs folyamatokkal és a különféle fojtások robbantástechnikai szerepével. E vizsgálatok egyik tanulsága, hogy a fojtások kérdését igen differenciáltan, sokrétűen kell kezelni.

Az e elővét (vagyis a töltet és a legközelebbi szabad felszín közötti távolság) és a fojtás l hossza, továbbá az anyaga között tapasztalati összefüggés áll fenn, melyet ábránk mutat be. Az elővét kedvező nagyságának, a detonációs folyamat stabilitásának, a robbanóanyag tökéletes átalakulásának elérése, úgyszintén a túlzott porképződés elkerülése végett ezért a legtöbb biztonsági szabályzat minimális fojtási hosszakat ír elő. A detonáció és a fojtás közötti összefüggés pontosabb megismerésére a vonatkozó kutatások behatóbban foglalkoztak a detonációs folyamat másik részével, a gáznyomás kialakulásával és hatásával.

E vizsgálatok abból a feltételezésből indulnak ki, hogy $t \leqq t_f$, ahol t az az időtartam, mely alatt a töltet környezete szétrombolódik, t_f pedig az a feltételezett időtartam, mely a bekövetkező detonáció kezdetétől a fojtás teljes mértékű kidobásáig tart. Szilárd közegekben a gáznyomás nagyjából 1 ms–0,1 s idő elteltével alakul ki, s a szétzúzott anyag kidobására pedig csak mintegy 3 ms–0,15 s múltán kerül sor.

A fojtáshossz meghatározása

A neves svájci robbantástechnikus, *Dubsky* számításokat végzett az l fojtáshossz meghatározására. A le-

vezetés gondolatmenetét az alábbiakban foglaljuk össze.

Az említett t idő [s] kifejezhető két érték hányadosaként; az egyik az e elővét [m] a másik a longitudinális ütőhullám v sebessége az adott közegben [m/s]:

$$t=\frac{e}{v} \tag{1}$$

Felírható másrészről, hogy

$$v=\sqrt{\frac{gE}{\gamma}} \tag{2}$$

ahol g a nehézségi gyorsulás [9,81 m/s^2], E a rugalmassági modulus [Pa] és γ a közeg fajsúlya [N/m^3]. A (2) összefüggés behelyettesítésével az (1) az alábbi alakot ölti:

$$t=e\sqrt{\frac{\gamma}{gE}} \tag{1a}$$

Itt nem részletezett meggondolások alapján kimutatható, hogy

$$t_f=\sqrt{\frac{2l}{a}} \tag{3}$$

ahol l a fojtáshossz [m] és a a fojtás gyorsulása a gáztérfogat tágulása folytán [m/s^2].

Ha P a fojtást felgyorsító erő [N], továbbá G a fojtás teljes súlya [N], akkor nyilvánvalóan

$$P=\frac{aG}{g} \tag{4}$$

amelyből az a értékét a (3) összefüggésbe helyettesítve kapjuk, hogy

$$t_f=\sqrt{\frac{2lG}{Pg}} \tag{3a}$$

Felírható még, hogy

$$G=Fl\gamma_f \quad \text{és} \quad P=pF \tag{5}$$

ahol F a fojtás keresztmetszete [m^2], γ_f a fojtás fajsúlya [N/m^3] és p a gáznyomás, vagyis a fojtás felületegységére ható erő [Pa]. Így a (3a) összefüggés új alakja

$$t_f=\sqrt{\frac{2l^2\gamma_f}{pg}}=l\sqrt{\frac{2\gamma_f}{pg}} \tag{3b}$$

Mindezekkel a $t \leqq t_f$ alapösszefüggés a következő formára hozható

$$l\sqrt{\frac{2\gamma_f}{pg}} \geqq e\sqrt{\frac{\gamma}{gE}} \tag{6}$$

A fojtáshosszat kifejezve:

$$l=0{,}707\, e\sqrt{\frac{p\gamma}{E\gamma_f}} \tag{7}$$

A (7) összefüggésből kitűnik, hogy a fojtáshosszat az elővét nagysága, továbbá a fojtás anyagának térfogatsúlya, maga a robbanóanyag, valamint a robbantandó közeg egyes jellemzői határozzák meg. Vannak olyan javaslatok, hogy a fojtás „beszorulását" a robbantólyuk falához is figyelembe kellene venni. A kialakult robbantástechnikai gyakorlatban használt képlékeny fojtási anyagoknál azonban e tényezőt elhanyagolhatjuk.

A fojtáshossz képletének értékelhetőségéhez néhány tájékoztató adatot említünk. Közepesen kemény kőzetre $E=30$ GPa, szokványos poralakú ammóniumnitrátos (AN) robbanóanyagokra hozzávetőlegesen $p=2{,}2$ GPa, a vízfojtás fajsúlya 9810 N/m^3, az agyag-homok-víz keveréké mintegy 17 000 N/m^3.

A szovjet, az amerikai és a svájci kutatók vizsgálatokat végeztek annak tisztázására, hogyan növelik a fojtások a robbantások hatékonyságát. E vizsgálatok

I. táblázat

A Trauzl-féle ólomtömb-vizsgálat eredményei nedves homokfojtással

(US Bureaü of Mines)

Megnevezés	A fojtás tömege [g]						
	0	6,25	12,5	25	50	100	200
Az ólomtömbben levő lyuk térfogatnövekedése 20 g 40%-os dinamit robbanása után [cm^3]	367	465	525	603	645	697	710
Viszonylagos térfogatnövekedés [%]	100	127	143	165	176	190	194

II. táblázat

A Trauzl-féle ólomtömb-vizsgálat eredményei homok-agyag-víz keverékű fojtással

(Insztitut Gornovo Gyela, Szovjetunió)

Robbanóanyag típusa	Térfogatnövekedés					
	fojtás nélkül		fojtáshossz = töltethossz		fojtáshossz = 2× töltethossz	
	[cm^3]	[%]	[cm^3]	[%]	[cm^3]	[%]
Poralakú AN	485	100	860	177	1060	219
Zselatinált, AN-t tartalmazó dinamit	582	100	1260	206	1400	241

III. táblázat

A Hess-féle ólomtorlasztásos vizsgálat eredményei trotillal

(GEFAS, Svájc)

Megnevezés	Fojtáshossz [mm]					
	0	10	15	30	30	60
Brizancia (torlasztás) [mm]	16	18,9	19,3	20,1	21,6	23,2
Viszonylagos brizancia [%]	100	118	121	126	135	145

néhány eredményét táblázataink tartalmazzák. Különösen érdekesek a II. táblázat eredményei. A zselatinált, dinamit-jellegű robbanóanyagokkal végzett robbantásokban lényegesen nagyobb a fojtás szerepe, mint amikor poralakú, AN-típusú anyagokat robbantanak. Ebből Dubsky azt a következtetést vonta le, hogy a fojtás nemcsak a gáznyomás szempontjából fontos (a poralakú AN-típusú robbanóanyagoknál éppen a gáznyomás „toló" hatásának a kihasználására törekednek), hanem a detonációs folyamatot, a brizanciát s vele a detonációs sebességet is befolyásolhatja. A szokványos ipari poralakú AN-típusú robbanóanyagokkal a detonációs „nekifutási" idő rövidebb, s ilyenformán a detonációs nyomás és a fojtás összefüggései nem annyira szembeötlőek, mint a gáznyomás és a fojtás kapcsolatai.

A vázoltakból kitűnik, hogy a robbantási munkákban a fojtás kérdését már a töltet méretezésekor alaposan kell vizsgálni, hogy a legkedvezőbb robbantási hatást érjék el.

könyvszemle

J. G. Nyelin:

A NATO és az atompolitika

(Zrínyi Katonai Kiadó, 1972. 168 old.)

A fennállása óta eltelt huszonhárom év alatt sokat olvashattunk már a NATO-ról, de talán mégsem eleget. Az idő múlásával egyre inkább kirajzolódnak az agresszív katonai szervezet politikai, katonai és gazdasági mesterkedései, melyekkel a nemzetközi feszültség légkörét akarja állandósítani. Nyelin most megjelent könyve feltárja a NATO katonai blokk agresszív lényegét, az amerikai imperialisták háborús törekvéseit.

Az író megdöbbentő erejű tényekkel leplezi le a nagy monopóliumok érdekében folyó atomfegyverkezési hajszát és az atomipar fejlesztését a NATO vezető országaiban. Az imperialista katonai körök tervei között különösen az a törekvés érdemel figyelmet, amely a NATO sokoldalú atomütőerejének a létrehozására irányul.

Ez a kérdés 1958–1959-ben merült fel először, miután de Gaulle francia elnök kijelentette, hogy Franciaország nem járul hozzá a NATO kötelékébe tartozó amerikai nukleáris rakétatámaszpontok elhelyezéséhez francia földön. Az ezt követő viták és tervek közül érdemes megemlíteni a hírhedt Trettner-tervet, vagy más néven az „atomfüggöny" elgondolását. A terv szerzője Trettner nyugatnémet tábornok, aki a NATO-tanács 1964 decemberi ülésén a Keleti tengertől a csehszlovák–osztrák–nyugatnémet határig húzódó atomaknazár felépítését javasolta. Az atomaknazár létesítése folyamatban van; a NATO „előretolt védelem" stratégiája szerint erre a zárra támaszkodva szándékoznak megteremteni háború esetén a támadásba való átmenet feltételeit.

Nyelin könyvében röviden áttekinti a nyugatnémet katonai elképzelések alakulását. A hatvanas évek elejétől az atomfegyver megszerzése lett a nyugatnémet imperializmus legfőbb katonai és külpolitikai célkitűzése. Az NSZK mindent elkövet, hogy az atomfegyver birtokába kerüljön, és elsőként lépett fel azzal a követeléssel, hogy az atomfegyvert a háború kezdeti szakaszában is be kell vetni. Nyugati sajtóközlemények alapján tárja elénk Nyelin az NSZK atompolitikáját. Ismerteti a nyugatnémet monopóliumok harcát az önálló atomerő megteremtéséért. Kiemeli, hogy az NSZK a NATO-ba történt felvétele óta 1955-től 1968-ig mintegy 215 milliárd márkát fordított katonai célokra, amelyből csaknem 180 milliárd márkát használtak fel a fegyveres erők fejlesztésére.

Hazánk szempontjából nagy súllyal esik latba, hogy az NSZK területe földrajzi fekvésénél fogva egy esetleges háború közép-európai hadszíterének bizonyára a legfontosabb része. Az NSZK területének hadműveleti előkészítése az Egyesült Államok katonai vezetőinek elsőrendű érdeke. A NATO csapatok ellátására az NSZK területén nagy mennyiségű hadianyagot tárolnak.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a könyv korunk egyik legizgalmasabb problémáját, a NATO-imperialisták agresszív háborús tevékenységét igen alaposan dokumentálva, a meggyőző tények seregével leplezi le, s ezzel igen sok hasznos ismeretet nyújt napjaink politikájának reálisabb megértéséhez.

T. J.

A Hadtörténelmi Intézet és Múzeum folyóirata

Hadtörténelmi Közlemények

Megjelenik negyedévenként. Előfizetési ára egész évre 32,– Ft

Ugyanezen a helyen (Haditechn. Szle. 1967. 143—144. old.) már szóltunk a mértékrendszerekről, az egységekről és ezek elnevezéseiről. Az új, MSZ 4900—70 szabványsorozat 1972. július 1-ével lép hatályba. Ez a körülmény indokolja, hogy a kérdéssel ismételten foglalkozzunk, éspedig annál is inkább, mert folyóiratunk e számától fogva fokozatosan áttér az új szabványoknak megfelelő SI-mértékegységek használatára.

A mértékrendszerek múltjából ismeretes, hogy a francia forradalom idején előbb a métert és a kilogrammot, azaz a *hosszúság* és a *tömeg* mértékegységeit alkották meg, majd a hosszúság egységéből levezetett terület- és térfogategységek terjedtek el; az előbbi az egységnyi oldalhosszúságú négyzet területe, az utóbbi pedig az egységnyi élhosszúságú kocka térfogata. A másodperc *időegység*ként történt elfogadása után mód nyílt arra, hogy a legkülönbözőbb mennyiségeket a hosszúság, a tömeg és az idő egységeiből levezetett új mértékegységekkel mérjenek.

Ilyenek a fizikusok felépítette mértékrendszerek, amelyeket három különböző nagyságrendben fejlesztettek ki. Az első a CGS-rendszer, amelyben az alapegységek a centiméter-gramm-másodperc; az MKS-rendszer alapegységei a méter-kilogramm-másodperc; a harmadikban, az (1961-ig Franciaországban használt) MTS-rendszerben pedig a méter-tonna-másodperc. Mindegyik rendszerben levezethetők az alapegységekből a további mértékegységek is. Így pl. a sebesség egysége a cm/s^2, ill. a m/s^2. Persze még bonyolultabbak is előállíthatók; számos elektromos és mágneses mennyiség mértékegységét csak a három alapegység törtkitevős hatványaiból alkotott szorzatokkal lehet kifejezni. A súly, ill. az erő egysége a fizikai mértékrendszerekben szintén levezetett egység. A CGS-rendszerben a dyn, az MKS-rendszerben a newton (N), ill. az MTS-rendszerben a sthène (sn). Definíciójuk: 1 dyn=1 gcm/s^2; 1 N=1 kgm/s^2; 1 sn= tm/s^2.

A mérnökök ugyanezeknek a fizikai mennyiségeknek a mérésére teljesen más típusú ún. technikai mértékrendszert alakítottak ki. A hosszúság és az idő egységére elfogadták a métert és a másodpercet, de a harmadik alapegységnek a tömeg helyett az *erőt* vették: az 1 kg-nyi tömeg súlyát. Régebben ezt is kilogrammnak nevezték — a mindennapi életben is így terjedt el —, emiatt a *tömeg*kilogrammot sokszor összekeverték az *erő*kilogrammal. Végül 1939 óta eleinte Németországban, később más európai országokban — így hazánkban is — a latin pondus (=súly) nyomán az erőkilogrammot kilopondnak (kp) kezdték nevezni. Folyóiratunkban is eddig ezt az elnevezést használtuk. Meg kell jegyezni, hogy a technikai mértékrendszerben a tömeg egysége a leszármaztatott: kp s^2/m, melyet kilohyl elnevezéssel próbáltak meghonosítani, de ez már nem terjedt el. A kilopond az 1 kg tömeg súlya, vagyis mivel a nehézségi gyorsulás értéke: $g=9{,}80665$ m/s^2, ennélfogva 1 kp=9,80665 N.

Az MSZ 4900—70 szabványaiban az erőkilogramm ill. a kilopond már nem szerepel. Az erő, tehát a súly egysége a newton. Ezért megváltoznak a régi súlyegységből származtatott mértékegységek is, pl. a fajsúly és a nyomás mértékegységei is.

Érdemes áttekinteni a most hatálybalépő mértékrendszer kialakítását. A mértékegységek annál egyszerűbbek, ha egymásból minél egyszerűbb módon származtathatók le, minél kevesebb szorzótényezővel, átszámítási faktorral. A törtkitevős hatványok és a nem kerekszámú szorzótényezők elkerülésére javasolta G. Giorgi 1901-ben, hogy az MKS-rendszert ki kell bővíteni egy negyedik alapegységgel, az ohmmal. Ezt az ún. Giorgi-rendszert 1948-ban úgy módosították, hogy a negyedik alapegység az *elektromos áramerősség* egysége: az amper lett. Ez az MKSA-mértékrendszer, amelyben a legtöbb leszármaztatott fizikai mennyiség szorzószáma 1, törtkitevők pedig nem fordulnak elő.

A mértékrendszer használata tovább egyszerűsödik, ha a különböző fizikai területeken további alapegységeket vesznek föl; ekkor a számításokban bonyolultabb leszármaztatott egységek nem fordulnak elő. Az eddig említett négy alapegységhez ezért még további hármat csatoltak, ezek a *termodinamikai hőmérséklet* egysége: a kelvin (K), a *fényerősségé:* a kandela (cd és az *anyagmennyiségé:* a mol.

Az így kialakított és 1960-ban az Általános Súly- és Mértékügyi Értekezleten elfogadott hét alapmennyiségből és ezek mértékegységeiből álló új mértékegységrendszer az SI rövidített megjelölést kapta. Teljes neve: *Système International d'Unités* vagy magyarul *Nemzetközi Mértékegységrendszer*. (A gyakran használt „SI-rendszer" megnevezés tulajdonképpen szóhalmozás, hiszen az „S" a „Système"= „rendszer" szó rövidítése.)

Az SI említett hét alapegységéhez két kiegészítő egység csatlakozik, nevezetesen a *síkszög* egysége: a radián (rad) és a *térszögé:* a szteradián (sr).

A Nemzetközi Mértékegységrendszer bevezetésével kiküszöbölődnek a fizikusok és a mérnökök között eddig gyakran előfordult értelmezési kérdések, és kialakul az egységes fogalom- és szóhasználat a mértékegységek területén is.

Az új szabványsorozat részletesen tartalmazza a rendszer alap- és kiegészítő egységeiből leszármaztatott SI-mérték-egységeket, az ajánlott és megengedett decimális többszörösöket, valamint a még használható nem SI-mértékegységeket is. Mivel ezek között a továbbra is használható nem SI-egységek között a kp, a kp/cm^2 a mkp és a p/cm^3 nem szerepel, célszerűnek látszik az erő, a nyomás és feszültség, a nyomaték és a fajsúly kérdésére külön is kitérni.

Erő és súly. Egységének a newtonnak definícióját már megadtuk. Az eddig használatos egység, a kilopond öt tizedes pontossággal 9,80665 N, azaz (nagyjából 2%-nyi eltéréssel) 10 N=1 daN (dekanewton). Erőszámításokban a zewton (vagy többszörösének) használata semmiképpen sem kerülhető el, ha viszont súlyról van szó, lehet élni egy áthidaló megoldással. Az esetek többségében ugyanis inkább csak megszokásból dolgoznak súlyfogalommal, holott az adott tárgy ugyanúgy jellemezhető tömegének a megadásával is. Ballisztikai számításokban pl. gyakran van szó a lövedék súlyáról, pedig a legtöbbször a tömeg a lényeges, akár az energiát, akár a mozgásmennyiséget kell számítani. Ilyen esetekben tehát célszerűbb a lövedék es a fegyver tömegének a megadása. Az űrhajózásban a súlyfogalom használata különösen sok zavart okoz; itt csakis a tömegekkel való számolásnak van értelme.

Fajsúly. Hasonlóképpen, mint ahogyan az adott tárgyat súlya helyett inkább tömegével jellemezhetjük, ugyanúgy a fajsúly helyett is célszerűbb a pontosabban definiált *sűrűség* fogalmát használni. Ezt ajánlja a szabvány is. A sűrűség egysége a kg/m^3; ennek ajánlott többszöröse a Mg/m^3, megengedett többszörösei pedig a kg/cm^3 és a g/cm^3. (Mivel a megagramm helyett a szabvány megengedi a tonna használatát, értelemszerűen t/m^3 is megengedett.)

Munka és energia. Alapegysége a joule, mégpedig 1 J=1 N.m. Az elmodottak szerint a hatályon kívül helyezett 1 mkp= =9,80665 J. Mivel a joule egyben wattmásodperc is, tehát 1 W=1 J/s. Ebből az is következik, hogy a teljesítmény csak a watt (és többszörösei) használatával jellemezhető, a lóerő használatát a szabvány nem engedi meg.

Nyomás és feszültség. A nyomás, a feszültség és a rugalmassági modulus egysége ismert módon az erőnek a felülettel való osztása révén származtathatók. Az új egységekkel tehát N/m^2 az egység, amelynek neve pascal (Pa). A szabvány megengedi még a bar egység használatát, 1 bar=10^5 Pa. Mivel az eddig használt technikai atmoszféra, azaz 1 kp/cm^2=98055,5 Pa, vagyis közelítőleg ugyancsak 10^5 Pa, ilyenformán kb. 2%-os eltéréssel az atmoszféra helyett a bar használható. A hatályon kívül helyezett 1 mmHg=1 torr=133,322 Pa.

A szabvány különben a nyomásra GPa, MPa, kPa, mPa és μPa egységeket, a feszültségre pedig a GPa és Mpa egységeket ajánlja.

Nyomaték. Az erőnyomaték (forgató nyomaték) az eddigiek alapján könnyen ellátható az új rendszerbeli mértékegységével: erő szorozva karjával, azaz N.m. Ez a N.m. azonban itt nem joule, s így a számításokban a nyomaték az energiával vagy a munkával nem tévesztheto össze.

Átmenetileg bizonyára sok nehézséget okoz majd, hogy a műszaki életben át kell állni a tömegen alapuló fizikai szemléletre. A Nemzetközi Mértékegységrendszert azonban nem lehetett a régi technikai rendszer bázisán kialakítani. Ha ugyanis ezt a megoldást választva fejlesztenek ki egy olyan rendszert, amelyben az egységek leszármaztatásában elkerülik a törtkitevős hatványokat és a nem kerekszámú szorzótényezőket, akkor teljesen új elektrotechnikai egységek megalkotására lett volna szükség. Ez esetben sokszorta nagyobb nehézségek álltak volna elő, mint amilyeneket az SI bevezetésével kell vállalni.

K. Z.

nemzetközi haditechnikai szemle

A szovjet tudományos kutatások komplex irányításának néhány kérdése

A jelenkori tudományos-technikai forradalom legfontosabb tényezőjének a tudományos kutatások folyton növekvő szerepe tekinthető. A szovjet népgazdaság fejlődésének egyik igen jellemző mutatója a tudományos dolgozók számának állandó növekedése, amellyel együtt a kutatások finanszírozására fordított összegek is mind nagyobbak. A műszaki haladás következményeként bonyolultabbakká váltak a tudományos munkák, nehezebbé vált a kísérletek műszaki ellátása, s így a szovjet tudomány területén a beruházások tetemesen megnőttek.

A Szovjetunióban a tudományra előirányzott költségvetési összegek az 1965. évi 6,9 milliárd rubellel szemben 1969-ben 10 milliárd rubelt értek el, vagyis 44,9%-kal többet. Ugyanebben az időszakban a tudományos dolgozók száma 664,6 ezerről 883,4 ezerre, azaz 32,9%-kal emelkedett. A tudomány területén foglalkoztatott dolgozók létszáma, a kiszolgáló személyzetet is beleértve, ma már meghaladja a 3 milliót.

A tudományos kutatások beruházási szempontjából igen hatékonyak. A szovjet tudomány a szocialista gazdasági fejlődés fontos mozgatóereje. A tudományos-technikai forradalom velejárója, hogy a tudomány széles fronton fejlődik, a technika és a termelés legkülönbözőbb területei kerülnek kapcsolatba egymással, és gyorsan kerül sor a tudományos kutatások ipari módszereinek alkalmazására és fokozott mértékű szakosítására.

Szorosabb lett a kapcsolat a természettudományok, a közgazdaság és a termelés között. A kutatások eredményeinek mielőbbi bevezetését a népgazdaságba lényegesen előmozdítja a technika elavulási idejének a csökkenése, de az a követelmény is, hogy az ipar új termékeinek el kell érniük a világszínvonalat. Az elmaradás a tudományos-műszaki eredmények kidolgozásában és hasznosításában a gyártmányok gyors elavulásához vezet és a népgazdaságnak igen nagy károkat okoz.

Tudományos-technikai haladás és népgazdasági tervezés

A tudományos és műszaki munkák színvonala és minősége közvetlenül összefügg e munkák gazdasági tartalmával. Olyan műszaki fejlesztési modellek, amelyek gazdaságilag nem hatékonyak vagy nem oldanak meg minőségileg új feladatokat, alkalmatlanok a gyakorlati megvalósításra. A gazdasági fejlődés viszont megmutatja, hogy a tudományos kutatások mely irányai segítik elő eredményeikkel az anyagi termelés színvonalának további emelését.

A Szovjetunióban a tudományos-technikai haladás egyik alapja a szocialista gazdaság tervszerű arányos fejlődésének törvénye. E törvény alkalmazásának eredményessége nagy mértékben a gazdasági fejlődés tervezési és irányítási módszereinek a tökéletesítésétől függ. A tudományos-technikai haladás és vele együtt a tudomány tervezése és irányítása évről-évre nagyobb jelentőségre tesz szert.

A tudományfejlesztés főbb irányvonalainak állami tervezésében olyan tudományos módszert kell kialakítani, amely lehetőséget nyújt a tudományos-technikai haladás fontosabb útjainak kiválasztására, a tudományos szervek munkájában a fölösleges párhuzamosság kizárására, nemkülönben a tervek és kutatások összehangolására, hogy ezáltal a tervek egyetlen követelménynek: a népgazdaság hatékonysága növelésének legyenek alá rendelve. E módszernek elő kell segítenie, hogy a tudományos kutatási tervek és a népgazdaság egyes ágazatainak fejlődése, a műszaki fejlesztés, az új ipari termékek meghonosítása között kölcsönös kapcsolat jöjjön létre.

Megváltozott a termelés műszaki bázisának fejlődési színvonala és jellege; ezért szigorúbbak a követelmények általában a tervezéssel, különösképpen pedig a tudományos-technikai haladás tervezésével szemben. Rendkívüli annak a folyamatnak a hatása, amelyben a tudomány a termelésbe behatolva közvetlen társadalmi termelőerővé válik.

Azt megelőzően, hogy a tudomány és a technika jelenlegi fejlődési színvonalát elérte, a haladás üteme a mainál jóval mérsékeltebb volt. Az a körülmény, hogy a legutóbbi évtizedben ez az ütem meggyorsult, a tudományos kutatások volumene megnőtt, és a termelőerők tovább fejlődtek, a tudomány fejlesztési tervét a népgazdasági terv önálló kiemelt fejezetévé teszi.

Mindazonáltal figyelembe kell venni a tudományos kutatások tervezési és irányítási rendszerének összetett voltát. A tudomány és a technika hosszútávú fő fejlődési irányvonalait úgy kell kidolgozni, továbbá a tudományos-műszaki munkák célszerű tervezési és irányítási rendszerét olyan módon kell kialakítani, hogy szorosan kapcsolódjanak a kutatóintézetek és a tervezőirodák távlati és éves terveihez. A tervezést egybe kell hangolni a tudományos intézetek és egyes témák pénzellátására rendelkezésre bocsátott összegekkel. Emellett az adott kutatószervek tudományos témakörét a kiválasztott fő irányvonalaknak megfelelően kell kijelölni, vagyis a fejlesztés tervezése és anyagi biztosítása számára olyan tudományos bázist kell létrehozni, amely alapul szolgálhat a szóban forgó munka gazdasági eredményességének a meghatározásához.

A rendszerelméleti megközelítés

A tudományos tervek kidolgozásakor, úgyszintén a tudományos kutatások napi irányításában a rendszerelméleti megközelítés módszere jut fontos szerephez. Ezáltal mód nyílik a feladatok párhuzamos kidolgozásának elkerülésére olyankor, amikor a kapott megoldást több komplex téma kidolgozásában is felhasználják. Ha a kutatások tervezésében és irányításában nem jutna a rendszerelméleti szemlélet kellőkép-

pen érvényre, akkor nem lehetne megfelelő mértékben egybehangolni a kutatási tervek és a tudományos-műszaki eredmények népgazdaságba való bevezetését. Az állam műszaki politikája kialakításakor és e politika megvalósításában ágazatközi komplexszemléletből kell kiindulni. Amikor a tudomány ágazatközi irányítási rendszerének kidolgozásában a rendszerelméleti megközelítés módszeréhez folyamodnak, ily módon lehetővé válik, hogy reális tervek készüljenek a tudományos-műszaki fejlesztésre, s megfelelő módszertani alap jön létre ahhoz, hogy az ország gazdasági fejlődésének egészét tekintve, a tudományos kutatás területén egységes tervezési rendszer legyen bevezethető. De az efféle rendszer bevezetése mélyreható változásokat igényel az állami szervektől és vállalatoktól a tervező apparátus munkájának gyakorlatában minden szinten. Emellett feltétlenül alkalmazni kell hozzá matematikai módszereket, az adatfeldolgozást és az elektronikus számítástechnikát.

Ma még nem egyszer fordul elő, hogy a tudományos tervezésben szűk ágazati, szubjektív szemlélet uralkodik. A kutatási terveket, mégha műszaki szempontból ágazati jellegük is van, néha a népgazdasági szükségletek figyelembevétele nélkül dolgozzák ki. Ezért nem egyszer megesik, hogy különböző iparágakban állítanak elő műszakilag hasonló jellegű új speciálizált termékeket. Ez a helyzet állt elő egyes elektromos és elektronikai alkatrészek kifejlesztése és gyártása alkalmával is, amikor a különböző minisztériumoknak alárendelt iparágak saját maguk gondoskodtak szükségleteik kielégítéséről. A gyártástervezés, különösen ennek gazdasági oldala elégtelenül kapcsolódik a műszaki tervekhez, s ilyenformán a tudomány, a technika és a gazdaság között nincsenek megfelelő érintkezési pontok. Ebből aránytalanságok származnak a tudományos elképzelések, a valóságos termelési-pénzügyi feltételek és a népgazdaság szükségletei között.

A tudomány és a technika fejlesztési tervének egybehangolása a népgazdasági terv egyéb fejezeteivel (az anyagi-műszaki ellátással, a finanszírozással, a beruházásokkal, a munkaerőforrások felhasználásával stb.) lényegbevágó feltétele annak, hogy az említett aránytalanságok elkerülhetők legyenek. A komplex rendszer kidolgozása számottevően járul hozzá, hogy a tudomány új eredményeinek gazdasági hatásai gyorsan érvényesüljenek.

A tudományos-műszaki fejlesztés jó hatásfokkal működő irányítási rendszerét a munkaerőforrások ésszerű felhasználását figyelembevéve kell kialakítani. Már a közeljövőben át kell ezért térni arra, hogy a munkaerőforrásokat intenzíven használják fel. Ebben a vonatkozásban fontos lépés lehetne egy külön szerv létrehozása, azzal a feladattal, hogy tervezze a tudományos káderek létszámát és elosztását.

A szocialista népgazdaság egyik legfontosabb követelménye, hogy a tudományos kutatások tervezése komplex legyen, vagyis a tervezés általános rendszerével összhangban hajtsák végre. A kutatás-tervezés hatháts megoldása közvetlenül kapcsolódik a szocialista társadalom fő feladatához: a társadalmi termelés gazdasági hatékonyságának növeléséhez.

A tudománytervezés és -irányítás rendszere

Az irányítás technikai eszközeinek fejlődése és a mennyiségi elemzés módszerének kialakítása előtérbe állította azt a feladatot, hogy ezeknek az eszközöknek és a módszereknek a bázisán a tudomány tervezésére és irányítására ágazatközi és ágazati rendszereket hozzanak létre. Egy-egy ilyen rendszernek figyelembe kell vennie a népgazdasági szükségleteket, a tudomány egyes területeinek a fejlődési távlatait, s emellett ki kell küszöbölnie az indokolatlanul párhuzamos vagy perspektíva nélküli munkákat. A rendszer gyakorlati alkalmazásával a tudományos kutatások tematikája fokozottabban veheti a népgazdaság szükségleteit figyelembe, és objektív alapot tud nyújtani a tudományos-technikai haladás ösztönzésére.

Közelebbről vizsgálva az alábbiak szerint vázolhatjuk fel a rendszer funkcionális alrendszereit és a kitűzött feladatok egyes megoldási módjait.

I. alrendszer. A tervgazdálkodás körülményei között a tudományos-technikai forradalom objektív módon veti fel, hogy a tudományos fejlődési tendenciák hosszú- és középtávú előrejelzéseit ki kell dolgozni. Az előrejelzések rendszerének egységes módszertani alapon, matematikai apparátust és elektronikus számítógépet használva fel, ki kell terjednie valamennyi fejlődési irányba függetlenül attól, hogy a kutatások eredményeinek milyenek a felhasználási perspektívái, és milyen lesz a várható gazdasági eredményességük. A prognózisokat a tudomány, a technika, valamint a termelés reális haladásának megfelelően állandóan helyesbíteni kell: olyanoknak kell lenniük, hogy kellő megalapozottsággal határozzák meg a jövőben követendő műszaki politikát, az ágazati és az ágazatközi kapcsolatokat, az ország ipari termelésének szakosítását és kooperálását. Főként a hosszútávú előrejelzéseknek kell a gazdasági fejlődés távlati tervek tájékozódási pontjaiként szolgálniuk. A tudományos fejlődés és a műszaki haladás tervének a hosszútávú prognózisok összességén kell alapulnia.

II. alrendszer. A társadalom anyagi és munkaerőforrásai nem adnak arra lehetőséget, hogy egyidejűleg lehessen valamennyi meglevő és előrejelzett tudományos feladaton dolgozni. Ebből ered az a követelmény, hogy olyan alapvető, leginkább időszerű, perspektívikus és gazdaságilag hatékony irányzatokat válasszanak ki, amelyek a kutatások eredményeinek a népgazdaságban való komplex felhasználására nyújtanak módot. Ezek a tendenciák szükségszerűen összhangban vannak az ország gazdasági fejlődésével és alapul szolgálnak az ipar fejlődését és elhelyezését rögzítő tervek, nemkülönben a beruházási programok kidolgozására, emellett meghatározzák a társadalmi termelés struktúrájának változásait is.

E feladat megoldásában az alrendszer célfa alakjában szerkesztett modelljét használják. Avégből, hogy a témakör az előrejelzések tömegéből kiválasztható legyen a kritériumok matematikailag modellezhető rendszerét kell felállítani. A matematikai modell egy sereg paraméter változását veszi súlyozás szerint figyelembe, egyebek között az előrejelzés megbízhatóságait, vagyis az elérendő pozitív eredmény valószínűségét, a kidolgozás újszerűségét, a feladat megoldásának változatait, a kutatás eredményeinek felhasználási lehetőségeit különféle technikai rendszerekben, nemkülönben a várható gazdasági eredményt.

Az értékelési módszer általános alkalmazása a példaként említett ismérvek mennyiségi adatainak meghatározásában megakadályozza, hogy a tényezők kiválasztásakor szubjektív tényezők juthassanak érvényre, s így a döntés a tudományos kutatások valóban legidőszerűbb irányzatai mellett szól majd.

III. alrendszer. A kidolgozandó távlati és folyó tervek alapja a tudományos kutatások főbb irányzatainak és a fontosabb feladatoknak a kiválasztása. Mivel a kutatási módszerek rendkívül szerteágazóak, komplex természetűek, a hagyományos módszerekkel végzett munka összetett jellegű és koordinálása nehézkes, továbbá a tervezési és az irányítási rendszerek elmaradnak a tudományos-technikai és gazdasági szinvonaltól, ezért a maiaknál tökéletesebb, célravezetőbb módszereket kell feltárni a megoldandó kérdés rendszerelméleti megközelítése alapján.

Matematikai modelleken alapuló irányítási rendszerek

Az említett okok következtében a hatvanas évtized óta a tudományos feladatok tervezési és irányítási gyakorlatában olyan módszereket kezdtek alkalmazni, amelyek matematikai modelleken, információs rendszereken épülnek fel, formalizálják a kidolgozási folyamatot. Ezek különleges matematikai apparátuson alapszanak, amely elektronikus számítógépek segítségével nagy tömegű tervezési és gazdasági információt tud feldolgozni, emellett olyan adatokat szolgáltat, amelyek a vezetés számára megkönnyítik a konstruktív döntéseket.

A legáltalánosabban a háló-modelleken felépült irányítási módszerek terjedtek el. A háló-ütemterv az adott témának szinte tökéletes kidolgozási modellje. Annak következtében, hogy a munkák ismérveiként tartalmukat és a kivitelező szerveket, a modell paramétereiül pedig a három legfontosabb erőforrást: az időt, a költséget és a szükséges munkaerő-ráfordítást használják fel, a háló-ütemterv megközelítő pontossággal ad módot a téma kidolgozásának tervezésére. Az a körülmény, hogy a

kutatási folyamat modellezése állandóan megújuló információval történik, lehetővé teszi a tudományos kutató és tervező munkák tevékeny irányítását.

A hálómodell fontos tulajdonsága, hogy segítségével egy olyan matematikai modell építhető fel, amely az adott feladat kidolgozására elfogadott stratégiának megfelelően tükrözi az erőforrások időbeli megoszlását. A modellezés eredményeként az erőforrások elosztására kapott ütemterv gazdasági alapul szolgál a munkák anyagi és pénzügyi biztosításához. A modellek rendszere révén oszthatók el az erőforrások a munka kidolgozásában részvevő főhatóságok és az egyes kutatószervek között. A gyakorlatban számítógépek segítségével a munkaerő- és anyagi (pénzügyi) források időbeni elosztására ütemterveket állítanak össze, amelyek megfelelnek az adott munka háló-ütemterv időbeli paramétereinek.

IV. alrendszer. Tudvalevő, hogy általában sok témakört foglalnak magukban a főhatóságok, valamint a kutatásban közvetlenül részvevő szervek tudományos témákra vonatkozó tervei. A komplex feladat megoldásában többnyire különböző főhatóságokhoz tartozó tudományos kutatóintézetek és tervezőirodák vesznek részt. Ráadásul mindegyik főhatóság, mely több ágazatközi és ágazati problémakör kialakításában érdekelt, kidolgozza saját tudományos kutatómunkáinak tervét, meghatározza az alárendelt szerveinek rendelkezésére bocsátott anyagi ellátás mértékét.

A vázolt rendszer révén a tudományos kutatómunkák előkészítésének ágazati tervét elektronikus számítógépeken állítják össze, éspedig két mutató kijelölésével; ezek a munkák kezdési és befejezési határidői, valamint a szükséges pénzellátás mértéke. A terv összeállításához a számítógép az anyagi ráfordítások feladatok szerinti időbeni elosztásának görbéjét felbontja a munkában részvevő szervek vagy ágazatok szerinti hasonló görbékre. Miután a gép valamennyi induló görbén elvégezte ezt a műveletet, az egyes görbék adatait egyesítve (integrálva) kiadja a kész, egybehangolt tervet.

Az elfogadott módszer kétféle szintű háló-ütemterv kidolgozását irányozza elő. Az általános ütemtervben a munka végrehajtóiként a főhatóságok vagy a tudományos kutatószervek szerepelnek. Az összesített háló-ütemtervet olyan részletes háló-ütemtervek alapján dolgozzák ki, amelyek a tudományos kutatószervek munkáit hasonló elvek szerint írják le.

A szóban forgó gazdasági-matematikai modellek rendszerének alkalmazása a tudományos-technikai haladást különösképpen a szervezési feladat teljesítésével ösztönzi. E feladat körébe vág az alapvető, távlatban a legtöbb eredménnyel biztató kutatási irányok kiválasztása az adott népgazdasági kritériumoknak megfelelően. Az ütemterv módot ad mindazoknak a témáknak a kidolgozására, amelyekből a komplex munka összetevődik, továbbá valamennyi munka időbeli koordinálására és kölcsönös egybehangolására, végül a munkák befejezési határidejének az általános tervtől függő rögzítésére. Előfordul néha, hogy egyik vagy másik témát nem iktatták be idejében a megfelelő intézmény tervébe, s így a késés akadályozza a téma egészének kutatását és az eredmények hasznosítását. Helyes szervezéssel az ilyen esetek elkerülhetők.

A rendszerelméleti elemzés lehetővé teszi a tervezési és a gazdasági számítások kiterjedt gépesítését, adatfeldolgozó központok létrehozását. Ezek összegyűjtik és feldolgozzák a tervezési és az operatív információ kat, nemkülönben a kutatások továbbfejlesztésével segítik a szakvezetést. Mindezek révén a számítások egyszerűbbekké válnak, és az intézkedések megalapozottabbak lesznek. A megközelítés tehát minden tekintetben lehetővé teszi az erőforrás-szükségletek előrejelzését, nemkülönben a prognózisok alapján az ágazati tudományos és műszaki fejlesztés távlati terveinek kidolgozását, végül a tervezés és az irányítás megszervezését az emberi tevékenység egyik legbonyolultabb területén.

Nem volna helyénvaló, ha e módszerek alkalmazásáról csupán a távlati tervek kidolgozása szempontjából beszélnénk. Az itt tárgyalt modellnek igen nagy a dinamikája. A célfa visszacsatolása a tervekhez, a kiindulási adatoknak az említett általános háló-ütemtervekben a tudományos-technikai haladás mértékének megfelelő állandó pontosítása azonnali helyesbítést és módosításokat idéz elő az ágazati tudományos kutatások folyó terveiben, úgyszintén a szükséges erőforrások volumenében is.

A vázolt modell alapján időszakonként ismételt számításokat kell végezni, hiszen csakis így helyesbíthető a modell a tudományos-technikai haladás mértéke szerint. Közelebbi távlatra, vagyis a következő 1—5 esztendőre a modell révén kapott adatokat az érintett főhatóságok folyó és rövidtávú tervei összeállításához használják fel. A műszaki haladás általában nagyobb arányú helyesbítéseket nem igényel.

V. alrendszer. A tudományos kutatás rendszereinek fontos eleme az a tervezési és irányítási munka, mely az ágazaton belüli kutatószervekkel, nevezetesen a tudományos kutatóintézetekkel és a tervező irodákkal kapcsolatosan folyik. A tudományos intézmények ágazati tervezésében leginkább az a feladat áll elő, hogy el kell érni a kutatóintézetek és a tervezőirodák tudományos kádereinek lehető legjobb hatásfokú felhasználását, meg kell határozni az egész munka és az egyes munkafázisok kezdési és befejezési határidőit, továbbá a finanszírozás szükséges mértékét, végül meg kell állapítani az egyéb erőforrásokban felmerülő szükségleteket.

A legfontosabb országos jelentőségű feladatok megoldásának célfa alakjában megszerkesztett modellje, amely magában foglalja az ágazaton belüli tudományos-technikai fejlődést, átfoghatóvá teszi az ágazati kutatószervek tudományos tevékenységének egész területét. Az ágazaton belüli tudományos-műszaki fejlődés tervezésének és irányításának fő eszközeiként az ágazati feladatokra kidolgozott háló-ütemterv, úgyszintén az egyes kutatószervek munkáinak háló-ütemtervei szolgálnak. A tudományos kutatások szervezésének matematikai modellje ad lehetőséget a tervfeladatokhoz szükséges erőforrások felhasználási ütemtervének számítógépes kidolgozására, továbbá az egyes kutatószervek tervfelbontásának elkészítésére is.

A kutatóintézetek és a tervezőirodák munkatervében célszerű a tudományos tevékenységet meghatározó három paramétert feltüntetni. Ezek a paraméterek: az egyes szakaszok munkái végrehajtásaik határideje, az ezekhez szükséges munkaerő mennyisége és a finanszírozás volumene. A munkaerőigény elosztását szolgáló ütemtervek összeállításával, a matematikai módszerek alkalmazásával és az elektronikus számítógépekkel nyílik lehetőség a tervek bizonyos optimálására.

Az iparvállalatok tervezéséhez hasonlóan a tudományos kutatásokéban is szem előtt kell tartani a gazdasági reform legfontosabb alapelvét: az olyan feladatok kidolgozásában, amelyek a jövő munkái szempontjából műszaki előremutatást jelentenek, a főbb problémák központosított tervezésével együtt a dolgozók kezdeményezéseit is fel kell használni. Ilyenformán a kutatóintézetek és a tervezőirodák terveibe be kell iktatni a kormány által kötelező feladatként megállapított fontosabb tudományos munkákon kívül a minisztériumok tervei szerint a tárca más vállalatai számára kidolgozandó vagy a megrendelőkkel létesített közvetlen kapcsolatok alapján más szervek részére önálló elszámolásos alapon készítendő munkákat, végül olyan saját kezdeményezésű témákat is, amelyek a jövő kutatásainak tudományos-műszaki tartalékai. Ez utóbbi témákat a szóban forgó intézet vagy tervezőiroda munkatársai vetik fel, és nagy számuk tanúskodik a tudományos káderek színvonaláról és a kidolgozásra váró témák perspektivitásáról.

A tervbe állított téma tekintetében a végrehajtó szervnek egyidejűleg kétféle szerepe lehet: vagy főkivitelező, amelynek feladatkörébe tartozik az egyes kivitelezők kutatási munkáinak koordinálása, vagy társkivitelező: ekkor a munkák kidolgozásában közvetlenül vesz részt.

A tervezés és az irányítás területén a rendszerelméleten alapuló módszerek alkalmazása, az elektronikus számítógépek széleskörű használata szükségessé teszi, hogy a kutatószerv egész tematikájának tervezésében egységes metodikát kövessen.

A rendszerelméleti megközelítés igen kedvező vonása, hogy lehetőséget nyújt reális, tudományos, megalapozott vállalati terv kidolgozására, amely figyelembe veszi a munkaerőforrások és a termelő kapacitások lehető legteljesebb felhasználását. Ide tartozik az egyes témafeladatok végrehajtásának állandó, tevékeny ellenőrzése; operatív információk gyűjtése és elemzése, amelyek megvilágítják az elektronikus számítógépeken folyó munkák menetét; adatok előkészítése a vezetés számára, úgy-

szintén a munka- és az ütemtervek helyesbítése az általános stratégiának megfelelően; a vállalat termelési tervének állandó optimálása és pontos meghatározása, figyelembe véve, hogy a kidolgozandó témák hogyan hatnak egymásra.

Az alrendszerek helye a komplex irányításban

A tudomány komplex irányítási rendszerén belül minden alrendszernek az egységes módszertan és az egységes információkódolási rendszer alapján egymáshoz kell kapcsolódnia. Ezáltal egyfelől elérhető a különböző szintű irányítási rendszerek kölcsönös egymásrahatása, másfelől megvan az információátvitel lehetősége. Az ilyen rendszer segítségével az egyes tudományos kutatóintézetek és tervezőirodák igen nagy számú irányítási rendszerét lehet az ágazati, nemkülönben az ágazatközi irányítási rendszerrel egyesíteni. Persze az egymást kiegészítő szervek számát korlátozzák az elektronikus számítástechnika lehetőségei. A rendszer alkalmazása módot ad a műszaki eszközök jó kihasználására is. Így említésre méltó, hogy a kifejlesztés alatt álló elektronikus számítógépsort, amenek egységeit a megoldandó feladatok szerint különböző kiterjedésű operatív és külső memória berendezésekkel látják el, adatátvivő csatornák felhasználásával egységes hálózatba egyesítik. Itt az információgyűjtés független az elektronikus számítógép munkájától.

A Szovjetunióban bizonyos mértékben már sor került a rendszer kísérleti ellenőrzésére. A tervfeladatok megoldására algoritmusokat és munkaprogramokat dolgoztak ki, amelyeket bevezettek az ágazati tudományos kutatóintézetekben. A termelési tervek kidolgozása, optimálása és helyesbítése folyamán felvetődő, igen munkaigényes műveleteket is elvégzik az elektronikus számítógépek segítségével.

A rendszerelméleti megközelítés módszerének alkalmazása az említett munkákra bizonyos változásokat idéz majd elő a tudomány meglevő irányító apparátusának szervezeti struktúrájában, valamint az irányítás módszereiben is. A tudományos kutatások irányításával kapcsolatban jelentkező tudományos szervezeti és gazdasági feladatok komplex megoldása hozzájárul a tudomány hatékonyságának további javításához.

(V. Arhangelszkij cikke alapján a Voproszi Ekonomiki 1967. évi 1. számából)

Földmunkák — atomrobbantással?

Az ember sokat emlegetett „második tűzgyújtása", az atommagenergia felszabadítása a szó szoros értelmében a legszélesebb nyilvánosság előtt Hirosimában „mutatkozott be". Nyilvánvalóan ez magyarázza, hogy a köztudatban az atommagenergia fogalmához az atomfegyverek és pusztító hatásaik társulnak, s a kívülállók nehezen vesznek tudomást a békés felhasználásokról, a már ma tucatszámra működő energiatermelő atomerőművekről. Tudvalevő, hogy az első atomreaktort, a Fermiféle uránmáglyát mintegy két és fél évvel az első atombomba-kísérlet előtt állították üzembe. Ilyenformán a békés felhasználások lehetősége eleve adott volt, és a tudósok többsége természetesnek és szükségesnek is tartotta, hogy az újonnan feltárt energiaforrást az emberiség javára kell és fogják értékesíteni.

Amint a hidegháború lassan enyhülni kezdett, mind gyakrabban keltek szárnyra olyan gondolatok, hogy az eredetileg katonai rendeltetésű nukleáris szerkezetek valamilyen formában békés célokra lehetnek alkalmasak. Nagyszámú terv született, s ezeket sokoldalúan elemezték. E vonatkozásban első helyen van az atomrobbantások békés célú felhasználása. Az ebbe a témakörbe vágó tengernyi cikk és tanulmány kritikai értékelése vagy akár csak ismertetése jóval túllépné a rendelkezésünkre álló teret.

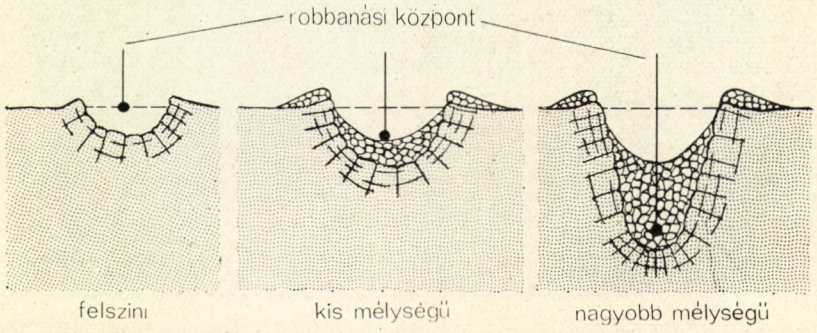
Igen nagy mértékben megnehezíti ezt a feladatot az a körülmény is, hogy a nukleáris kutató munkát ma még nagyrészt titkosan kezelik. Emiatt nem mindig lehet a közlések eredeti forrását felderíteni, pedig az adott hír komolysága enélkül aligha bírálható el. Mindehhez járul, hogy főleg a népszerű tudományos sajtóban sok olyan tervet írnak le, amelyek vagy a fantázia szülöttei vagy szándékosan félrevezető, olykor pedig valósággal provokatív politikai célok szolgálatában bocsátották szárnyra őket. Jellemző példaként említjük a „hobby" című nyugatnémet magazin egyik kiadványát, amely az Egyesült Államok Atomenergia Bizottságának egyik állítólagos „tervéről" számol be. Eszerint nagy hatóerejű hidrogénbombákkal Grönland és az Antarktisz jégtömegeit fel tudnák olvasztani. Tulajdonképpen ez az elképzelés különösebb cáfolatot nem is igényel. Hiszen ha sikerülne is Grönland jegét mintegy tízmillió (!) hidrogénbombával eltávolítani, az óceánok vízszintjének emelkedése kiszámíthatatlan következményekkel járna. Hasonlóképpen fantasztikus az amerikai Orion-terv. Ebben nem kevesebbről van szó, mint arról, hogy űrhajókat atombombák robbantásakor fellépő reakcióerő felhasználásával gyorsítsanak fel.

A valóban lehetséges békés célú atomrobbantások felhasználási területe meglepően nagy. Ide sorolhatók csatorna- és kikötőépítések, továbbá gáz-, kőolaj- és víztárolók létesítési munkái, az ásvány- és szénhidrogénbányászat körébe vágó, valamint különféle más nagyszabású földmunkák – hogy csak azokat emeljük ki, amelyeket A.R.W. Wilson, az ENSZ 1971 szeptemberi genfi atomkonferenciája számára készített részletes elemzésében tárgyalt.

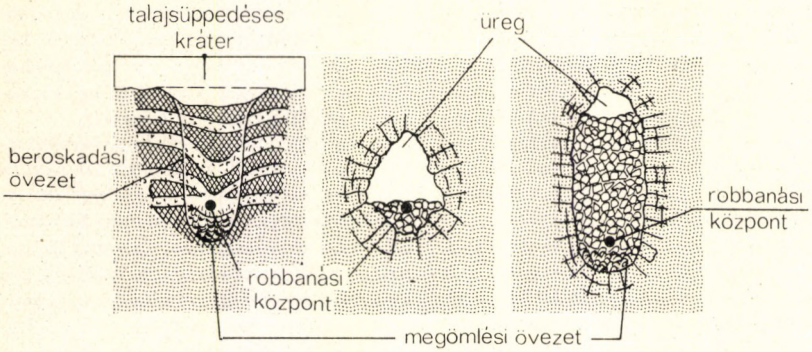
Az atomrobbantások alkalmazásának ilyen célú előnyeit nem kell különösképpen bizonyítani. Hatalmas, rövid időn belül felhasználható energia áll rendelkezésre, amely óriási mennyiségű, bármilyen kemény sziklát fel tud aprítani. Ugyanakkor a hátrány és a kockázat is kézenfekvő: talajmozgások, sugárszennyeződések, nemkülönben számos bizonytalansági tényező.

Az eddigi kísérletek

A szakirodalom sokat foglalkozik az amerikai *Plowshare*-terv keretében 1961. december 10-én végrehajtott békés célú kísérleti atomrobbantással. Ezt a *Gnome*-nak nevezett kísérletet egy felhagyott sóbányában végezték 400 m mélységben, 10 kt trotilegyenértékű nukleáris szerkezet felhasz-



1. ábra: Atomrobbantások nyitott kráter képződésével



2. ábra: Atomrobbantások talajsüppedéses kráter vagy föld alatti üreg képződésével

nálásával. Ez a kísérlet sok tanulságos adattal szolgált, de egyes megállapítások szerint sok tekintetben csalódást is keltett. Ez mindenekelőtt az energiatermelésre nézve áll: nem sikerült ugyanis a megolvadt sótömegek hőenergiáját kinyerni. Ráadásul minden várakozás és óvóintézkedés ellenére a robbantást követően egy perccel a robbanás középpontja felett a földfelszínen sugárzást észleltek, és kis mennyiségben ugyan, de mégis kerültek radioaktív hasadási termékek a légkörbe. A só-dómban kialakult üreg átmérője 35 m volt, vagyis nagyjából 25 000 m³ térfogatú mesterséges barlangot hoztak létre.

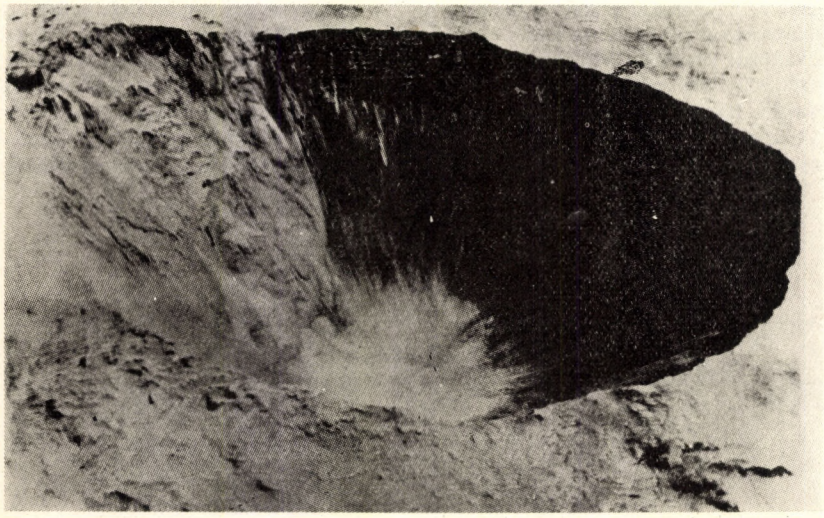
Az ilyen üregek alkalmasak lehetnek kőolaj tárolására, mert a keletkezett hasadási termékek jórészt vízben oldódó vegyületek formájában vannak jelen, eltávolításuk viszonylag egyszerűen oldható meg. Egy másik *Plowshare*-kísérlet 1962 júliusában kráterképződési vizsgálatokat szolgált. Az alluviális eredetű kőzetben, a földfelszín alatt 190 m mélységben robbantott termonukleáris szerkezet 100 kt hatóerejű volt. A robbantástól számított 3 s elteltével 95 m legnagyobb mélységű és 200 m középsugarú kráter keletkezett; ebből a robbanás 12 millió t-nyi földet és követ fújt ki.

Az utóbb említetthez hasonló kísérletre azóta nem került sor, mivel az 1963. évi részleges atomcsendegyezmény óta az aláíró hatalmak nem végeztek földfelszíni és légi atomrobbantásokat. Rendelkezésre állnak azonban adatok egy másik, igen érdekes kísérleti robbantásról, amely Kenneth Parker, az egyik vezető angol atomfegyverszakértő cikke szerint „már úgyszólván kereskedelmi jellegű".

Ezt a *Gasbuggy* néven ismert kísérletet az El Paso amerikai földgáztársaság megrendelésére végezték. A társaság geológusai nagyjából egy kilométer mélységben nagy földgázkészletekre bukkantak, amelyek azonban vastag sziklaréteg alatt feküdtek, s így a szokásos módszerekkel gazdaságosan nem lehetett kitermelni őket. A kísérlethez plutónium hasadóanyagú robbanószerkezetet használtak, s ezt az amerikai atomenergia bizottság szakemberei mintegy 1300 m mélyen robbantották 1967 novemberében. A 29 kt trotilegyenértékű robbanás az útban álló kőzetet eltávolítva 50 m átmérőjű üreget hozott létre, ráadásul minden irányban hatalmas repedéseket is hasított a sziklába, amelyeken a földgáz az üregbe áramlott és ott összegyűlt. Két hónap múlva a radioaktivitás annyira csökkent, hogy az El Paso fúrócsoportja megnyithatta az üreget, és a folyamatosan beáramló földgáz kitermelését meg lehetett kezdeni. A gáztermelés növekedésére jellemző, hogy ez idő tájt elérte a kétszeresét a környezetben található, ezzel gazdaságilag összehasonlítható más földgázforrásokénak.

A szakértők ebből arra a következtetésre jutottak, hogy egy vagy több adagolt robbanótesttel a gyűjtőmedencét körülvevő közeg áthatolhatóságát oly mértékben lehet megnövelni, hogy a termelési mennyiség lényegesen fokozódik, és ezáltal gazdasági szempontból értékes tartalék jön létre. Megegyezik ezzel a szovjet szerzők véleménye is, akik a legutóbb arról írtak, hogy az irányított atomrobbantás alkalmazásával növelhető az olaj- vagy a földgáztermelés és csökkenthető a lelőhelyek kialakításának időszaka. A Szovjetunió egyik földgáz-lelőhelyén 1600 m mélységben három darab, egyenként 40 kt hatóerejű atomtöltet felrobbantását tervezik. A számítások szerint a robbantások után a hozam a napi 0,25 millió m³-ről 3 millió m³-re nő meg, s a várható gazdasági eredmények is rendkívül számottevőek lesznek.

Nemcsak a földgáztermelésben jutnak a nukleáris robbantások nagy szerephez, hanem tervezik felhasználásukat a szénhidrogéntermékek gyártásában is. A szerves kémiai iparnak tudvalevően igen nagy szüksége van nemesített (dúsított) szénhidrogénekre, többek között benzinekre vagy metánra. Egyetlen robbantással és az ekkor fellépő hatalmas hőmérsékletek és nyomások felhasználásával lehetségesnek tűnik, hogy egészen új és nagyértékű szénhidrogéntermékeket állítsanak elő.



3. ábra: A 110 kt hatóerejű atomrobbantás 5,7 millió m³ *földet mozgatott meg; a 100* m *mély kráter 360* m *átmérőjű*

Tárolóüregek kialakítása

A már említett *Gnome* kísérlethez hasonló módszerrel tenger alatti olajtároló üregek kirobbantását is tervbe vették. A nyugat-európai tengerpartok viszonylag csekély tengermélysége ugyanis lehetetlenné teszi, hogy a nagyon nagy (300 000 BRT) térfogatú és ezért mély merülésű tankhajók kikössenek, márpedig gazdaságossági megfontolásokból egyre inkább ezeket a vízi szállítóeszközöket használják. Ezért foglalkoznak azzal a gondolattal, hogy öt mérföldnyire a francia parttól, Le Havre közelében, továbbá hasonló távolságra Helgolandtól, végül a liverpooli öbölben, tíz mérföldnyire az észak-walesi parttól föld alatti atomrobbantásokkal üregeket alakítanának ki.

A GER Geonuclear Corporation terve szerint ily módon húsz különálló egységben mintegy 3 és fél millió tonnás tárolókapacitás hozható létre. Egy-egy ilyen egységet olyan robbantással formálnának ki, amelyhez 50 kt trotilegyenértékű atomtöltetet használnak, nagyjából 1000 m mélységben. A gazdaságosság követelményei, de a talajmozgás okozta károk elkerülésének a szempontjai is a robbanás hatóerejét 25 és 100 kt közötti értékre korlátozzák. Az egységek egymástól 500 m-re, esetleg ennél is nagyobb távolságban lennének, hogy elkerüljék az

üregek egymásba szakadását. A felszínnel mindegyik egységet két kürtő kötné össze: az egyiken a nyersolajat az üregbe szivatytyúznák, a másikon pedig az üreg aljából kiszorulna a tengervíz. Amikor azután az olajat a partra szivattyúzzák, az olajénál nagyobb fajsúlyú tengervíz segítené az olajat a tárolóüregből kiszorítani. A rendkívül szigorú biztonsági követelmények miatt a rendszer megalkotása legalább három esztendőt igényelne.

Víztároló berendezéseket is lehet atomrobbantással mélyíteni. Szovjet folyóiratokban olvashatjuk, hogy Közép-Ázsiában – a tervek szerint – ilyen módon a hagyományos költségek feléért hoznának víztárolókat létre. A robbantáshoz 185 m mélységben két darab, egyenként 150 kt atomtöltetet helyeznének el. Ilyen robbantás csaknem 6 millió m^3 földet emel föl és dob át előre meghatározott helyre 30 m magas töltés kialakításával.

A robbantás létrehozta föld alatti üregek más célokra is alkalmasak. Különös említést érdemel, hogy az atomerőművek melléktermékeként nagy mennyiségű sugárzó hulladék keletkezik. Az ilyen anyagok tárolására szolgáló ún. izotóptemetők rendszerint igen körülményesen hozhatók létre, hiszen gondoskodni kell pl. arról, hogy a talajvíz a sugárzó anyagokat ne mossa ki. Az említett módszerrel kemény sziklákban, geológiailag biztos alakzatokban is kialakíthatnak tekintélyes méretű üregeket, amelyek szinte kínálkoznak a sugárveszélyes anyagok tárolására.

Erre a felhasználási lehetőségre Amerikában Teller Ede mutatott rá. Vannak azonban, akik kevésbé lelkesednek a gondolatért. Allan McKnight, a sussexi (Nagy-Britannia) egyetem kutatója, aki régebben a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség vezető munkatársa volt, részletesen elemezte a New Scientist c. angol folyóiratban (1972. február 3.) azt a meglehetősen bonyolult, többlépéses eljárást, amelynek végeredményeként a radioaktív hulladék az üreg falát alkotó szilikátokkal oldhatatlan vegyületet alkotna. Nézete szerint a kockázatok és a bizonytalanságok olyan hatalmasak, hogy még sok kutató és fejlesztő munkára van szükség, mielőtt egyáltalán valamiféle prototípus-tervet lehetne kidolgozni.

Mérlegelték a fémtermelés, pontosabban szólva az ércbányászat megkönnyítését és meggyorsítását szolgáló atomrobbantásos módszer lehetőségeit is. A nézetek itt ugyancsak megoszlanak. Teller például a nagy mélységben dúsan előforduló tiszta réz kitermelését tartja lehetségesnek robbantással, ezzel szemben Wilsonnak a IV. genfi konferencia számára készített – az előzőkben már idézett – elemzése szerint a másodlagos rézlelőhelyek kitermelésének jobbak a kilátásai. Itt ugyanis a rézércet a robbantással felaprítanák, majd a helyszínen kilúgozással termelnék ki a fémet. Azonban éppen ez utóbbinak a gazdaságossága teljességgel bizonytalan, ugyanis feltehetően jelentékeny járulékos rézveszteséget okoz, hogy a sugárzó tricium eltávolítása végett igen alapos átmosást kell végezni.

A módszer azonban a nehézségek ellenére is élénken foglalkoztatja a szakembereket; a szovjet sajtó is beszámolt efféle tervről. Eszerint olyan területen bányásznának színesfémet, ahol a talaj állandó fagyrétegének a határa eléri a 650 m-t, tetejébe az érclelőhely távol esik a vasutaktól és más közlekedési útvonalaktól. Nyilvánvalóan a lelőhely kiaknázása a hagyományos módszerekkel költséges, nehéz és időt rabló lenne. Az érc külszíni fejtéséhez az adott terepszakaszról 2,3 milliárd m^3 földet kell eltávolítani. Ezt a feladatot atomrobbantással hajtva végre a számítások szerint egy milliárd rubelnyi megtakarítást érnek el.

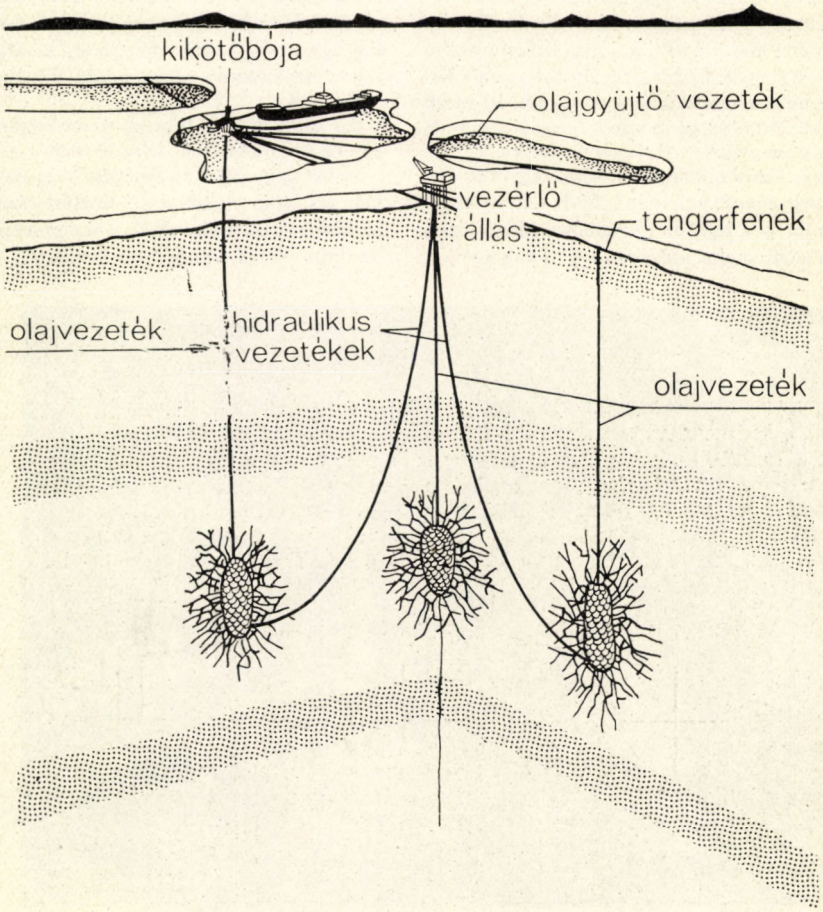
Atomrobbantások az út- és vízépítésben

Az atomrobbantások békés felhasználásai közül a legtöbb szó azokról a tervekről esik, amelyek még az említett külszíni fejtésnél is nagyobb mennyiségű föld mozgatására kívánják a módszert alkalmazni. Ezek közé tartoznak a hatalmas földmunkákat igénylő munkák, amelyek a hegyeket átszelő vasútak és autópályák, továbbá a kikötők és a csatornák építésekor fordulnak elő, de azok is, amelyek szinte már a természetet alakítják át. Néhány példa jól illusztrálja az ilyen elképzeléseket.

Az egyik amerikai vasúttársaság megbízásából az Egyesült Államok Atomenergia Bizottságának munkatársai a *Plowshare*-program keretében tervet dolgoztak ki arra, hogy a dél-kaliforniai Bristol-hegységet atomrobbantásokkal vágják egy helyen át. Itt két lépésben összesen 22 nukleáris szerkezettel egy 3,2 km hosszú, 1 km széles, 30–100 m mély hasadékot robbantanának a hegységbe. Így 70 millió m^3 sziklás talajt távolítanának el, és a kapott hasadékban vasút és autópálya haladhatna egymás mellett. A számítások szerint a hagyományos módszerhez képest az atomrobbantásos eljárás mintegy 40%-os megtakarítást jelentene.

Sokat emlegetett, igen merész terv az Atlanti- és a Csendes-óceánt összekötő úgynevezett második Panama-csatorna „kiásása" hidrogénbombákkal. Erről a csatornáról szólva most nem térünk ki sem a terv politikai hátterére, sem a létesítmény stratégiai fontosságára. Rá kell mutatnunk azonban arra, hogy nincs itt szó valamiféle fantazmagóriáról; a tervet technikailag meglehetős részletességgel kidolgozták.

A hosszú viszontagságok után 1914-ben megnyílt jelenlegi Panama-csatorna nehezen bírja lebonyolítani az erősen megnövekedett forgalmat, s már évtizedekkel ezelőtt felvetődött az a gondolat, hogy kibővítsék vagy egy második csatornát építsenek. Több változat képzelhető el: a második



4. ábra: Atomrobbantásokkal kialakított tenger alatti olajtároló rendszer elképzelt terve

csatorna haladhatna Nicaraguán vagy Guatemalán át (ez utóbbi esetben hajóalagutakat is kellene építeni), az első csatornával párhuzamosan Panamán át, sőt szóba került egy olyan, 200 km hosszú csatorna terve is, mely Mexikó átvágásával épülne meg. Mivel még élénken él a szakemberek emlékezetében, hogy a régi Panama-csatornát a félbemaradt kísérletek után másfél évtizedig építették, a földmunkákon sok tízezer ember dolgozott hatalmas építőgépekkel, és hogy az észak-amerikaiak vagy az európaiak számára alig elviselhető klíma, valamint a sárgaláz és a malária mintegy húszezer munkást ragadott el, érthető módon valamiféle új, különlegesen hatékony megoldást keresnek, hiszen megnőttek a hajóméretek, s így az új csatorna építésekor a régi csatorna földmunkáinak a sokszorosát kell elvégezni.

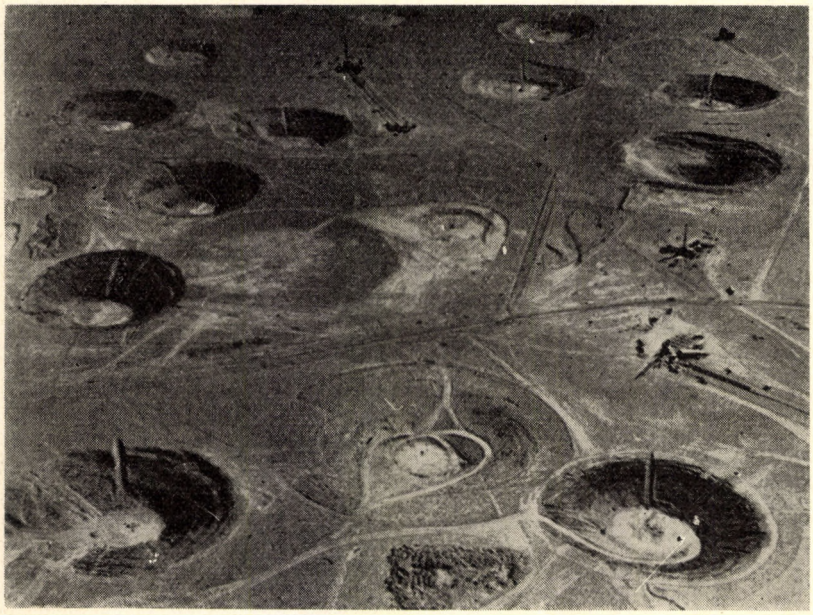
A terv egyik változatát – panamai átvágással – 1959-ben dolgozták ki. Eszerint a tíz év alatt megépülő csatorna összesen 300 hidrogénbomba robbantását igényelné, amelyek közül a legnagyobbak 10 Mt hatóerejűek lennének; az összes robbantóeszközök hatóereje elérné a 170 Mt-t. A hidrogénbombákat 170–650 m mélyen helyeznék el. Az így kirobbantott létesítmény teljes hossza 70 km, szélessége 300 m, mélysége a keresztszelvény közepén 60–100 m, a legnagyobb tengerszint feletti magasság 330 m lenne. Az eredeti kalkuláció 650 millió dollárnyi összköltséggel számolt, de ezt az időközben bekövetkezett áemelkedések miatt már 1964-ben 50%-kal meg kellett növelni.

Az egyik újabb tervváltozat szerint Kolumbián vezetnék át a csatornát. Itt összesen 250 hidrogénbombát használnának fel, a legnagyobb 3 Mt hatóerejű lenne, az összes felrobbantandó töltetek együttes trotilegyenértéke elérné a 120 Mt-t. Műszakilag a tervet a legfőbb részleteiben kidolgozták, a gazdasági elemzésekből állítólag kedvező következtetésekre jutottak. Allan McKnight azonban a már idézett cikkében kétkedően néz a tervre: „Még ha kis népsűrűségű is a munkálatok érintette vidék – írja – 17 000 km²-nyi területet kellene kiüríteni, majd ezt az állapotot a robbantás után egy évig fenntartani. Meglehetősen nagy a bizonytalanság abban, hogy felbecsüljük a kráterek méreteit, ha megatonnás nagyságrendű, egymáshoz közel elhelyezett termonukleáris töltetekkel robbantanak sziklás talajban és sorozatban, hogy ne is szóljunk a kráterek alakjáról."

Legutóbb olyan hírek is érkeztek, hogy az Egyesült Államokban levették a napirendről a második Panama-csatorna építésének atomrobbantásos módszerét. Ez nem meglepő, hiszen tíz évvel ezelőtt az alaszkai Thompson Passage-ben tervezett hasonló atomrobbantás tervét az amerikai Kongresszus megvétózta.

A Szovjetunióban is foglalkoznak azzal, hogy atomrobbantásos módszert vezessenek be vízépítések földmunkáiban. A nagyszabású tervezett munkát az teszi időszerűvé, hogy az utóbbi négy évtized folyamán a Kaspi-tenger vízszintje két és fél méterrel csökkent; ez a körülmény számottevő mértékben károsítja a halgazdaságot, akadályozza a hajózást és a Kaspi-tenger vidékén települt üzemek munkáját. Életbevágóan fontos feladat tehát a vízszint stabilizálása, amit összekapcsolhatnak a Szovjetunió európai területei középső és déli része vízproblémáinak megoldásával. Ezt úgy valósíthatnák meg, hogy kiaknázzák a Szovjetunió egyes északi folyóinak víztartalékait.

Az egyik terv a Pecsora vízhozamának egy részét irányítaná délre. Evégből a folyón két nagy gátat építenének, s így hatalmas víztároló alakulna ki, amelyet csatorna kötne össze a Kámával, a Kaspi-tengerbe ömlő Volga legnagyobb mellékfolyójával. A vízépítési munkák jelentékeny részét lehetne atomrobbantásos módszerrel végezni. A legnehezebb terepszakaszon – a Pecsora és a Kolva folyók közötti 65 km-es távon – a csatorna kiképzéséhez mintegy 250 atomtöltetet használnának fel, amelyeket 250–285 m mélyen telepítenének. Az egyik terv szerint egyidejűleg húsz atomtöltetet robbantanának összesen 3 Mt hatóerővel. A számítások azt mutatják, hogy a hagyományos vízépítés költségeinek egyharmadáért lehetne a csatornákat megépíteni.



5. ábra: Föld alatti atomrobbantások után kialakult talajsüppedéses kráterek a nevadai sivatagban

Ami még tisztázásra vár

Az elmondottakból látni való, hogy jóval több a terv, mint a ténylegesen megvalósult békés célú atomrobbantás. És ez nem véletlen. Hiszen a kérdéssel foglalkozó legtöbb szakember állásfoglalásában kisebb-nagyobb hangsúllyal tér vissza az a gondolat, hogy ezeket a robbantási műveleteket igen sok kockázat és bizonytalansági tényező kíséri. Tekintsük át most vázlatosan előbb ezeket, majd néhány gazdaságossági megfontolást.

Nem szorul részletesebb bizonyításra, hogy a hatalmas földmennyiség robbantásos mozgatását kísérő lökőhullám, nemkülönben az atomrobbantáskor kilépő intenzív neutron- és gamma-sugárzás veszélyezteti egyrészt a környező területek lakosságát, másrészt a munka végrehajtóit. Magától értetődően a szóban forgó békés célú atomrobbantás után is kisebb-nagyobb mértékben jelentkeznek a terepen hosszabb időn át megmaradó sugárszennyezettség hatásai. E hatások forrásai részint a robbantótöltet hasadó anyagának termékei, részint a szétszóródott változatlanul maradt (nem reagált) hasadó anyagok, részint a neutronbefogási termékek. A veszélyeztetett lakosságot – méghozzá nem is rövid időre – át kell telepíteni, de a robbantást követően hagyományos módszerekkel végzendő földmunkákkal is várni kell addig, amíg a sugárszint veszélytelen értékre nem csökkent.

Még a kráterképződés nélküli föld alatti kísérleti robbantások tapasztalatai is kétségeket támasztanak abban a tekintetben, hogy a robbantást követően nem lép-e fel valamiképpen sugárszennyeződés a levegőben vagy a környező terepen. Az aggályokat megerősítik a *Gnome*-kísérletet követően észlelt sugárszennyeződések is. Szükségszerűen a levegőbe kerülnek sugárzó anyagok a nyitott krátereket létrehozó robbantáskor, még akkor is, ha sikerülne olyan módszereket kifejleszteni, amelyekkel az ilyen anyagok mennyisége csökkenthető lenne.

A sugárveszély mindenképpen bizonytalanul becsülhető meg. Hadd fűzzük még hozzá, hogy az emberek által békés viszonyok között elszenvedhető legnagyobb megengedett sugáradag értékét – az ún. toleranciadózist – a tapasztalatok alapján az utóbbi évtizedekben többször csökkenteni kellett. Gyakran olvasunk olyan véle

ményeket is, hogy figyelemmel a daganatkeltő hatások és a genetikai károsodások nehéz értékelhetőségére, a tűrhető sugáradagok meghatározásához még legalább egy vagy két emberi nemzedék tapasztalataira van szükség.

Megerősíti ezt J. W. Gofman is, aki a Lawrence Radiation Laboratorynak – az Egyesült Államok egyik fontos nukleáris kutatási központjának – egyszemélyben orvos és vegyész munkatársa. „A radioaktív sugárzásnak az emberre gyakorolt hatását illetően – úgymond – ma még csak a sötétben tapogatózunk; nincsenek biztos információink azokról a károsodásokról, amelyeket az emberi szervezetben az igen kis adagú sugársérülések előidéznek." Éppen ezért Gofman határozottan szembeszáll azokkal a kellő tudományos megalapozottság nélküli, mégis elterjedt, sőt már-már dogmává vált nézetekkel, amelyek az atomrobbantások veszélytelenségét bizonygatták.

Másfajta, inkább műszaki természetű kétségek is felmerülnek. Különösen az az ellenvetés az atomrobbantásokkal szemben, hogy kevés a tapasztalat és nagy a bizonytalanság abban a vonatkozásban, hogy egy robbantás mekkora üreget hoz létre, hogy milyen méretűre aprítja a talajt vagy a kőzetet, hogy milyen lesz az üreg feletti kürtő, továbbá hogy milyenek lesznek a felszíni kráter méretei. Keveset tudunk arról is, hogy a lökéshullámok a talajban hogyan, milyen messze terjednek, és hogy milyen másodlagos hatásaik jelentkeznek.

A békés célú atomrobbantások gazdasági és gazdaságossági kérdései ma még nem tekinthetők át egyértelműen. Ez idő szerint öt hatalomnak vannak nukleáris robbantóeszközei: a Szovjetuniónak, az Egyesült Államoknak, továbbá Nagy-Britanniának, Franciaországnak és a Kínai Népköztársaságnak; közülük az utóbb említett két hatalom eddig nem írta alá sem a részleges atomcsend-, sem az atomsorompó-egyezményt. Az aláíró hatalmak kötelezték magukat arra, hogy más országoknak nem adnak át atombombákat. Ilyenformán békés célú nukleáris robbantásokra az atomhatalmokon kívül másutt feltehetően csak a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség közvetítésével és ellenőrzésével kerülhet sor. Ha egy ilyen eset bekövetkezik, világosabb képet kapunk majd az atomrobbantások költségeiről.

Higatsberger osztrák katonai szakértőnek az Österreichische Militärische Zeitschriftben (1970. május) megjelent cikke szerint ezek közül a legfontosabbak *a)* a robbanótest és a gyújtóberendezés költségei, *b)* azok a költségek, amelyek akkor mutatkoznak, amikor a robbanótestet 1000 m mélységben kell elhelyezni, végül *c)* azok a költségek, amelyek a robbantás után a környezet sugárvédelmével és esetleges sugármentesítésével kapcsolatban merülnek fel. Szól az osztrák szerző arról is, hogy az amerikai Atomenergia Bizottság közleményeiben megjelent utalásokból kitűnik: egy 10 kt hatóerejű robbantáshoz mintegy 350 000 dollár, 100 kt hatóerejűhöz 460 000, 1 Mt hatóerejűhöz 570 000, végül 2 Mt hatóerejűhöz 600 000 dollár a robbanótest költsége. Ezek az adatok persze semmiképpen sem tekinthetők változatlanoknak. Elképzelhető, hogyha sikerül valamikor az atomfegyverek teljes tilalmára megegyezni, akkor az atombombák egy részét nem semmisítik meg, hanem igen olcsón, sőt talán ingyen is a békés robbantások rendelkezésére bocsátják.

Vannak igen jelentékeny járulékos költségek is. A fentebb említett költségekhez hozzá kell még venni többek között azokat az összegeket, amelyeket esetleges kártérítések fejében kell kifizetni, hiszen előfordulhat, hogy az atomrobbantás valamelyik hatása könnyebb-súlyosabb, sőt halálos sérülést, továbbá tulajdonkárokat okoz. A lakosság kiürítése, ideiglenes elhelyezése, kereső foglalkozásának akadályozása ugyancsak kártérítésre ad okot. Nyilvánvaló tehát, hogy nemcsak műszaki, hanem gazdasági téren is elég sok a még ismeretlen bizonytalansági tényező.

Békés atomrobbantások és az amerikai politika

Végül talán nem lesz érdektelen az előzőkben tárgyalt tervek egy politikai összefüggésére rámutatni. Közel két évtizeddel ezelőtt Eisenhower amerikai elnök az ENSZ közgyűlésén nagy beszédet tartott az atomenergia békés felhasználásáról. Az akkor elhangzott szép szavak kiáltó ellentétben voltak és vannak azzal a nukleáris fegyverkezési hajszával, amelyet az Egyesült Államok folytatott és folytat ma is. Ugyanakkor azonban a beszéd célját és hatását jól kiszámították. Elhangzása óta az amerikai Atomenergia Bizottság – amint ezt McKnight idézett cikkében kiemeli – céltudatosan és következetesen számos alkalommal nyilvánított olyan álláspontot, amely indokolatlan és túlzott reményeket keltett az atomenergia békés felhasználását illetően. Ez egyfelől keserű kiábrándulást szült egyes fejlődő országokban, de egyszersmind a várható rózsás kilátások sokáig hátráltatták azokat a tárgyalásokat, amelyek 1960-tól folytak az atomfegyverek elterjedésének megakadályozására.

Az 1970 máciusában hatályba lépett atomsorompó-szerződés 5. cikke szó szerint a következőket mondja: „A szerződés minden egyes részese kötelezi magát megfelelő intézkedések megtételére annak biztosítása érdekében, hogy a nukleáris robbantások bármilyen békés célú alkalmazásából származó esetleges előnyeit ...a szerződésben részes, nukleáris fegyverrel nem rendelkező államok számára minden megkülönböztetés nélkül hozzáférhetővé tegye, továbbá hogy ...a felhasznált robbanószerkezetekért felszámolt ár a lehető legalacsonyabb legyen és ne foglaljon magába semmiféle kutatási és fejlesztési költséget..."

Bár a szerződés azt is tartalmazza, hogy a hatálybalépést követően a „lehető leghamarabb megkezdődnek" a tárgyalások, hogy az atomfegyver nélküli országok „egy arra alkalmas nemzetközi szerv útján" hozzájussanak békés célú nukleáris robbantó szerkezetekhez, az ügyben eddig nem sok történt.

Mindent egybevetve a békés célú atomrobbantások programja ma még gyermekcipőben jár: rengeteg a „ha..." és a „lesz..." – de megoldásukat mégis joggal remélhetjük belátható időn belül, azonban azzal a föltétellel, hogy a nukleáris fegyverkezési verseny véget ér. Nem fér hozzá kétség, hogy ezt nem lesz könnyű elérni.

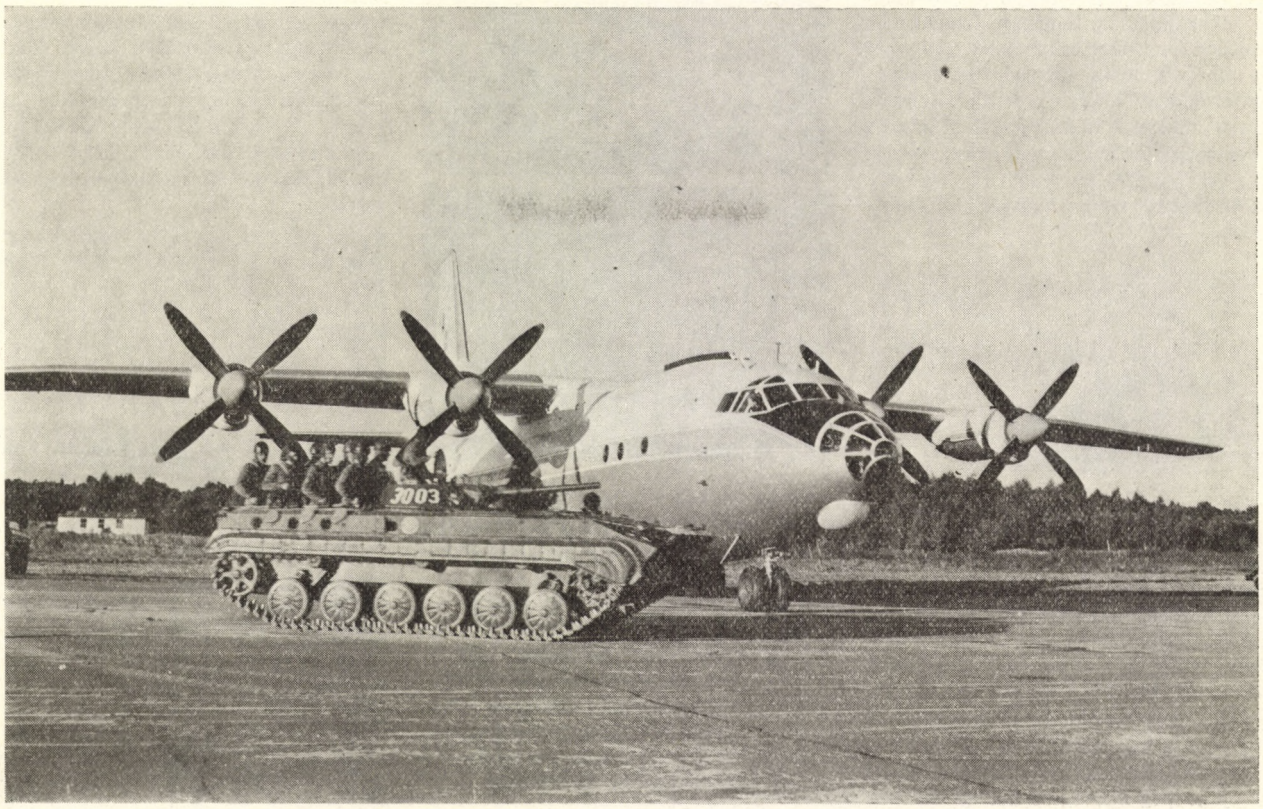
Pető Gábor Pál

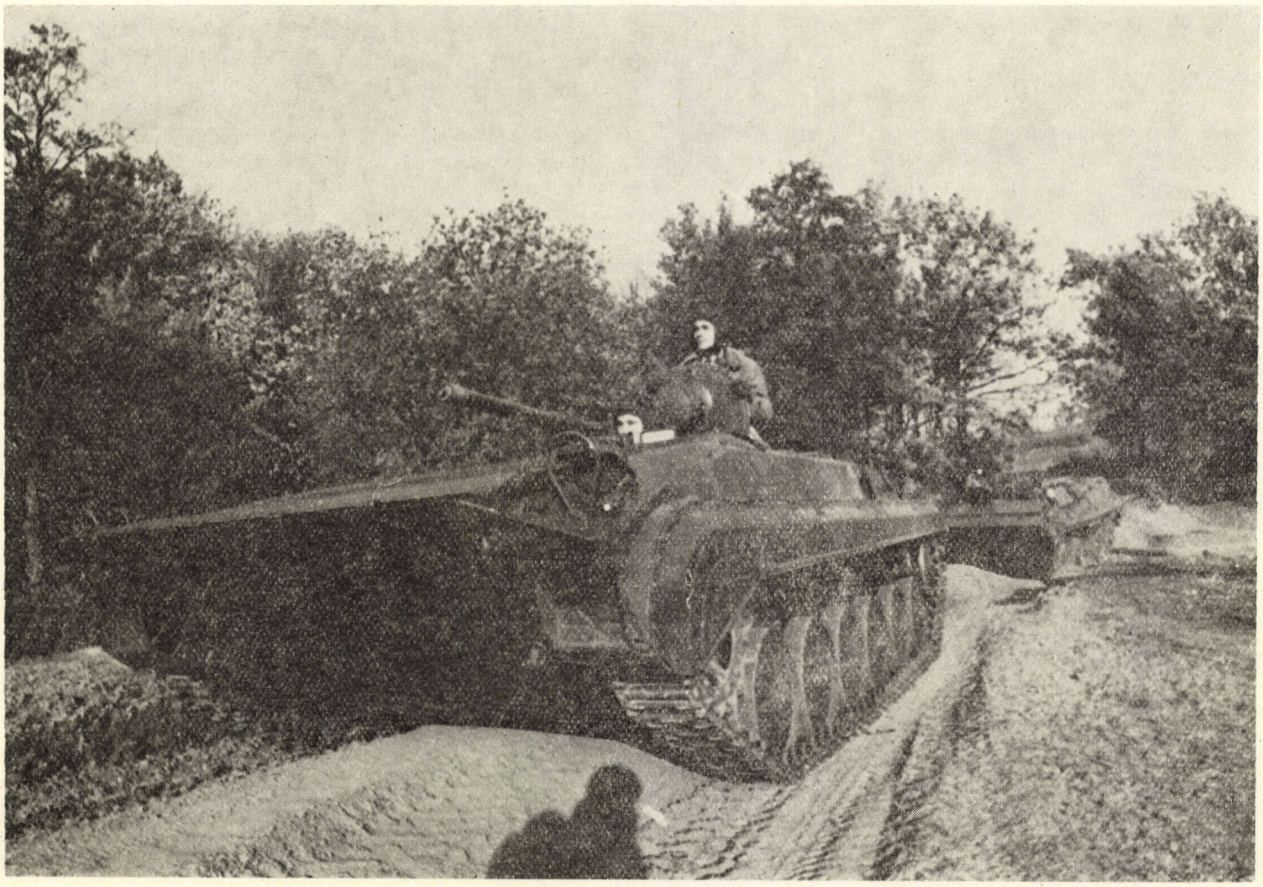
Repülőtéri tűzoltó-gépkocsi

Az angol *Pathfinder* nevű repülőtéri tűzoltógépkocsi kétfajta oltóanyagot: 13,5 m³ vizet és 1,65 m³ folyékony habot visz magával, amelyekből tűzoltáskor a szivattyú 9:1 arányú keveréssel 125 m³ expandált habanyagot készít. A szivattyú percenként maximálisan 68 m³ habanyagot szállít a vezetőfülke tetején elhelyezett fő sugárvetőhöz, szükség esetén még a jármű jobb és bal oldalán egy-egy 4,5 m³/min habanyag teljesítményű sugárvetőhöz is. Ha a jármű saját tartályai már kiürültek, külön vízforrásról álló helyzetben vízzel is olthat.

A 4 m magas, 3,1 m széles és 11,2 m hosszú tűzoltó-gépkocsi gördülő tömege 33,5 t. Végsebessége mintegy 100 km/h; álló helyzetből 34 s alatt éri el a 80 km/h sebességet. Hajtására General Motors-féle *V16* típusú kétütemű, turbótöltött Diesel-motor szolgál; a motor percenkénti 2100 forulattal 645 LE teljesítményt szolgáltat. Személyzete 5 fő. Egyik képünkön a tűzoltógépkocsit, a másikon a motor beépítését mutatjuk be.

A Lengyel Néphadsereg gyakorlatain


3003



A Centurion — korszerűsített formában

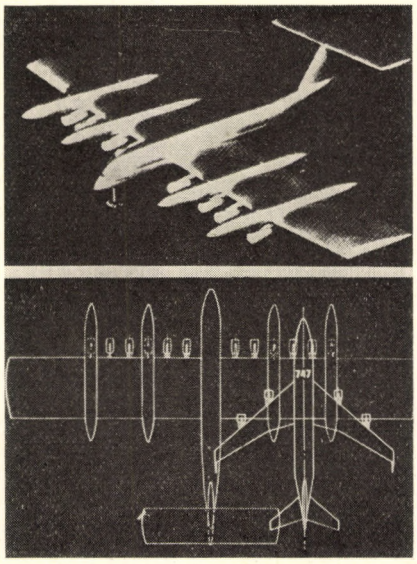
Az angol *Centurion* harckocsi hovatovább negyedszázados múltra tekinthet vissza. Nagy-Britannián kívül Ausztráliában, Dániában, a Dél-afrikai Köztársaságban, Hollandiában, Indiában, Izraelben és Svájcban is rendszeresítették. A *Centurion* ma már sok tekintetben elavult, mozgékonysága nem kielégítő, fajlagos teljesítménye mindössze 12,2 LE/t. Nagy fajlagos üzemanyagfogyasztása miatt hatótávolsága nem éri el a 200 km-t, s viszonylag nagy (0,94 daN/cm²) talajnyomása is igen kedvezőtlen.

Újabban kisebb mértékű korszerűsítéseket terveznek a *Centurion*on, melyek révén lehetővé válik, hogy a harckocsit még néhány évig ne kelljen a rendszerből kivonni. Egyes korszerűsítések végrehajtása már megtörtént. Integrált tűzvezető rendszerrel látják el, s fegyverzetét a meglévő 105 mm-es űrméretű löveg mellett fedélzeti rakétákkal egészítik ki. A páncélvédettséget a lövedékek kumulatív hatása ellen oltalmazó kötényelemezzel növelték meg. Érdekes újítás még a lövegcső hőszigetelő műanyagburkolása, mely az infrafelderítés ellen álcáz.

Gyújtórakéta-vető

A vietnami nép elleni agressziójukban az amerikaiak új terrorfegyvert vetettek harcba. Az *XM-191* típusú gyújtórakéta-vető tömege 11,3 kg, vagyis fele annyi, mint az amerikai lángvetőé. Az új vetőkészülék segítségével 1 másodperces időközökben 4 gyújtórakéta indítható. A vető egyszersmind szállítótartályként is szolgál. A célt optikai rendszerrel irányozzák be. Kísérleteik eredményéről, valamint a rakéták harcászati-műszaki adatairól az amerikaiak eddig semmilyen közlést sem tettek.

Óriás tartályrepülőgép



A Boeing-cég az alaszkai olajszállítás céljaira óriás tartályrepülőgépeket tervez. A 134 m szárnyfesztávú és 82 m törzshosszúságú repülőgép egy-egy gázsugárhajtóműve 230 kN tolóerőt fejtene ki. A nyersolajat a tervek szerint a szárnyfelületen elhelyezett négy tartályba töltenék, melyek összes befogadóképessége mintegy 1300 m³ lenne. Felső képünk az óriás repülőgép modelljét mutatja; az alsó képen a tervezett gép körvonalrajza mellett a *Boeing-747* utasszállító gépe látható.

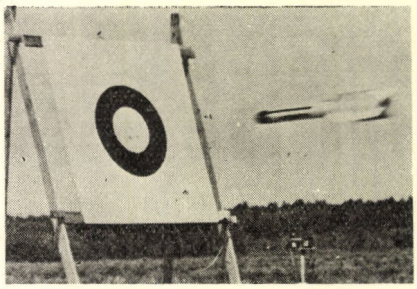
A KingCobra helikopter

A Bell-féle *KingCobra* harci helikopter a *HueyCobra* (Haditechn. Szle., 1969. 36. old.) továbbfejlesztésének tekinthető. Az amerikai földierők részére kifejlesztett új helikopter fegyverzetét az előző típuséhoz képest lényegesen megnövelték: 20 mm-es űrméretű gépágyúja páncéltörő lövedéket tüzel, amelyből bevetésenként 1400 db-ot visz magával. A gép fegyverzetében van még 2 indítótartály, egyenként 19 db 7 cm-es rakétával és 2 indítóberendezés, egyenként 4 db TOW-típusú páncélelhárító rakétához.

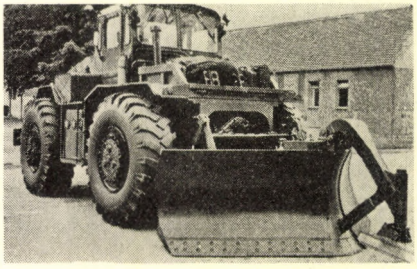
Tűzvezető rendszeréhez az optikai irányzékon kívül Nd-laseres távolságmérő, fedélzeti számítógép és infravörös irányzórendszer tartozik.

Laser-irányítású lövedékek

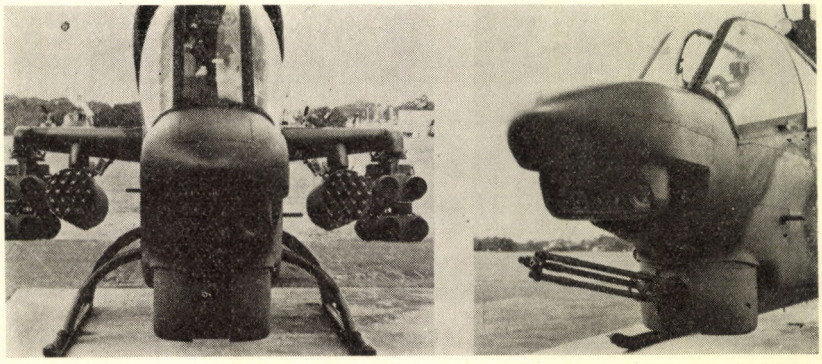
Az amerikai Rockwell-cég laseres önirányított lövedékeket fejlesztett ki, amelyekkel a Redstone Arsenal végez kísérleteket. A 184 cm hosszú, 15 cm átmérőjű, 56 kg tömegű rakéta három irányítórendszerrel készül: egy kis látószögű laseres keresőt közvetlen tüzeléshez, egy nagylátószögű laseres keresőt, úgyszintén egy eddig nem közölt típusú keresőt pedig közvetlen és közvetett tüzeléshez használhatnak. A célmegjelölést ugyancsak laseres rendszerrel végzik.



Új szovjet útépítő gép



A Szovjet Hadsereg műszaki alakulatainál a kerekes földgyaluk kategóriájába tartozó új útépítő gépet vezettek be. A sokféle munkára felhasználható földmunkagépet nagy vonóteljesítménye és igen kedvező terepjáróképessége jellemzi.



Feladattervek újítómozgalmunkban

A Magyar Néphadsereg újítómozgalmának nagy szerepe van a harckészültség fokozása, a kiképzés hatékonyabb anyagi-technikai biztosítása, nemkülönben a személyi állomány munkakörülményeinek megjavítása, valamint szakmai színvonalának növelése területén. Az újítómozgalom szerves részét alkotják a feladattervek, amelyek meghatározhatják és irányíthatják az újítók tevékenységét, alkotókészségét. Az elért sikerek híven tükrözik azt a munkát, amelyet az illetékes újítási szervek a feladattervek összeállítására fordítanak. Legjellemzőbb mutató az elfogadott újítások számának viszonya a benyújtottakéhoz, mely egyértelműen bizonyítja az újítások irányítottságát vagy esetleges ötletszerűségét.

A legutóbbi öt esztendő statisztikai adatai arról vallanak, hogy ez a viszonyszám az 1967-es 64%-ról 1972 első negyedévében 91%-ra nőtt meg. Látnivaló, hogy a feladattervek rendszere újítómozgalmunkban már eddig is igen jó eredményeket hozott.

A miniszteri utasítás a feladattervek készítését kötelezően írja elő a Magyar Néphadseregben. A munka egyöntetűsége végett a MNVK 5. Csoportfőnöke részleteiben meghatározta a feladattervek készítésének módszerét, és szabályozta a határidőket is.

Néphadseregünk a feladattervek kidolgozását megelőzően az alárendelt újítási szervek részére a harmadfokú újítási szervek parancsnokai irányelvet adnak ki és küldenek meg minden évben augusztus 1-ig. Ez az irányelv tartalmazza azokat a legfőbb célkitűzéseket, amelyek megoldása elősegítheti és fokozhatja a harckészültséget, növelheti az anyagtakarékosságot és korszerűsítheti, könnyebbé teheti a harceszközök kezelését, tárolását és javítását.

Az irányelvek alapján az első fokú újítási szervek parancsnokai újítási megbízottaikkal elkészíttetik feladattervüket szeptember hó 30-ig, és ezt a felsőbb újítási szervekhez jóváhagyás céljából felterjesztik. Hasonlóképpen járnak el a másodfokú újítási szervek parancsnokai, akik az alárendelt újítási szervektől beérkezett feladatterveket felülvizsgálják, szükség esetén kiegészítik, s saját újítási feladattervükkel együtt október hó 15-ig terjesztik fel a harmadfokú újítási szervekhez jóváhagyásra. A harmadfokú újítási szervek parancsnokai a véleményezett majd jóváhagyott újítási feladatterveket november hó 1-ig küldik meg a negyedfokú újítási szervnek. Végül a negyedfokú újítási szerv a feladatokat egyeztetve elkészíti a Magyar Néphadsereg összesített újítási feladattervét, amelyet az alsóbb fokú újítási szervnek meg küld.

A régebben követett gyakorlathoz képest a feladattervek kidolgozásának új módszere sokkalta hatékonyabb. Nagy mértékben segíti elő a munkát, hogy a miniszteri utasítás a parancsnokokat arra kötelezi, hogy a jóváhagyott újítási feladatterveket ismertessék a személyi állománnyal. Az utasítás ajánlja a parancsnokoknak, hogy igényeljék a párt- és a tömegszervezetek segítségét a feladattervben foglaltak megoldására. Tapasztalataink azt igazolják, hogy a közvélemény széleskörű bevonása, a feladatok részletes megtárgyalása számottevően járult hozzá a munka megjavításához.

Az eredmények elérésében jelentős szerepe van az anyagi érdekeltség érvényre jutásának is. A feladattervek az elérendő célon, az ajánlott szakirodalom, a témában felvilágosítást nyújtó személy megnevezésén kívül meghatározzák az újítót siker esetén megillető anyagi elismerés módját és mértékét is.

Összefoglalásképpen megállapíthatjuk, hogy Néphadseregünk újítómozgalmának eredményeit a jól átgondolt, koordinált feladattervek nem csekély mértékben segítik elő. Adva van tehát minden feltétel ahhoz, hogy eddigi eredményeink tovább legyenek javíthatók.

A következőkben felsoroljuk a Magyar Néphadsereg legutóbbi koordinált újítási feladattervének több haditechnikai vonatkozású témáját. Az egyes témáknál zárójelben feltüntettük az újítót siker esetén megillető eszmei díjat forintösszegben vagy az éves megtakarítás százalékában. Olvasóink a feladattervben szereplő témákra vonatkozó újítási javaslataikat a Haditechnikai Szemle szerkesztősége címére *(Budapest 114, Postafiók: 26)* is megküldhetik; szerkesztőségünk a javaslatokat illetékes helyre továbbítja.

Hajtóműolaj víztartalmának meghatározása

Egyszerű módszert kell kidolgozni az egységes hajtóműolaj megbízható ellenőrzésére *(2000–2500 Ft)*.

Olajok kenőképességének meghatározása

A vizsgálati módszerrel legyen eldönthető a már használt motor- és hajtóműolajak további használhatósága *(1500–2000 Ft)*.

Üzemanyagtároló eszközök felületvédelme

Az eszközök eddiginél jobb belső felületvédelmét kell kidolgozni, mely fokozott korrozióvédelmet nyújtva növeli az élettartamot, csökkenti a karbantartási költségeket *(5–8%)*.

Tárolt üzemanyag elvizesedésének megakadályozása

A vashordókban tárolt üzemanyagokat kell a kidolgozandó módszerrel a légköri vízlecsapódások hatásaitól megóvni *(1000–1500 Ft)*.

Korszerű hordómosó eljárás

A kidolgozandó módszer bevezetésével csökkenjenek a mosási költségek, és a hordó horganybevonata ne szenvedjen sérüléseket *(4–8%)*.

Hordótisztító mosóanyag

Olyan anyagot kell főképpen a vashordók tisztítására kidolgozni, amely olcsóbb legyen a marónátronos oldatnál és ne károsítsa a horganybevonatot *(5–8%)*.

Viszkozitásmérő hűtése

Széndioxid-felhasználás nélküli új módszer dolgozandó ki *(1800–2000 Ft)*.

Tartályszállító utánfutó

A kialakítandó új jármű legyen alkalmas 5–50 m^3-es tartályok telepen belüli szállítására *(1000–3000 Ft)*.

Gyorsított üzemanyagkiadás

Olyan rendszert kell kidolgozni, amely lehetővé teszi az üzemanyag egyidejű kiadását vasúti tartályba és töltőgépkocsiba *(1000–2000 Ft)*.

Vasúti kocsik mozgatása iparvágányon

A kidolgozandó új módszer tegye lehetővé a kocsimozgatást mozdony nélkül és az emberi erőkifejtés csökkentésével *(5–8%)*.

Földfúró berendezés

A légsűrítő gépcsoporthoz csatlakozó berendezés 2–3 fő által legyen kezelhető, könnyen lehessen málházni és legyen alkalmas 2–3 m mély, 15 cm átmérőjű furatok elkészítésére *(10 000 Ft)*.

Hidak teherbírását meghatározó eszköz

Olyan eszközt kell kidolgozni, amelynek segítségével a fa-, fém- vagy vasbetonhíd külső méreteiből és állapotjellemzőiből a lehető legkevesebb számítással, gyorsan lehet a teherbírást 20–30% pontossággal meghatározni *(5000–10 000 Ft)*.

Segédberendezés alacsonyvízi és komphidak építéséhez

A kidolgozandó segédberendezés kis beruházással, könnyűszerrel legyen elkészíthető. Legyen alkalmas az építési idő csökkentésére, a nehéz fizikai munka megkönnyítésére *(2500–3000 Ft)*.

Szabadban tárolt átkelési eszközök korrózióvédelme

A kidolgozandó módszer alkalmazásával oly módon kell gondoskodni a pontonok, hidak stb. megbízható korrózióvédelméről, hogy egyszersmind csökkenjen a karbantartásra fordított idő *(2000–5000 Ft)*.

Szabadban tárolt műszaki eszközök rozsdátlanítása

Olyan készüléket kell kidolgozni, amely alkalmas a nehezen hozzáférhető helyek és felületek tisztítására *(3000 Ft)*.

Automatikus tűzjelző és -oltókészülék

Az önjáró műszaki gépekhez szerkesztendő készülék feladata, hogy önműködően észlelje és oltsa el a motortérben, valamint a munkavégző szerkezet részein esetleg fellépő tüzet *(2000–2500 Ft)*.

Átmeneti részek kombinált hidakhoz

A kialakítandó átmeneti részekkel, a kapcsolási kérdések megoldásával csökkenthető legyen az építési idő és a málházási súly *(2000–5000 Ft)*.

A cölöpözési műveleti idő csökkentése

A meglevő eszközök olyan módosításait kell kidolgozni, amelyek révén a cölöpverés normaideje csökkenthető *(2000–5000 Ft)*

Segédeszközök gépesített rakodáshoz

A kidolgozandó segédeszközök használatával legyen csökkenthető a rakodáshoz szükséges idő és munkaerő-szükséglet, legyen kiküszöbölhető a megerőltető fizikai munka *(2000–5000 Ft)*.

Kombinált mosópad és szerelőakna járművekhez

Gépjárművek és műszaki munkagépek karbantartásához olyan mosópad-szerelőakna kombinációt kell kialakítani, mely megkönnyíti a karbantartási munka elvégzését *(5000 Ft)*.

Hajócsavar-profilellenőrző

A kialakítandó készülékkel váljék egyszerűbbé a hajócsavarok geometriai formájának és szerkesztés szerinti méreteinek ellenőrzése *(3000 Ft)*.

Segédeszköz magasvízi vasúti hidak építéséhez

Olyan segédeszköz kidolgozásáról van szó, amely könnyebbé teszi az I-tartók mozgatását a süvegfán, meggátolja az I-tartók nagyobb méretű hosszirányú elmozdulását, továbbá kiképzés alkalmával megóvja a süvegfákat a pecsétnyomásszerű károsodástól *(10 000 Ft)*.

Stabil és hordozható hidraulikus berendezés

Univerzális hidraulikus berendezést kell szerkeszteni különféle terhek emeléséhez, gépalkatrészek le- és felszereléséhez, sajtolási műveletekhez *(5000–10 000 Ft)*.

Automatikus szellőzőberendezés

A polgári védelmi létesítmények szellőző berendezéseinek automatikus üzemeltetésére kell olyan szerkezetet kidolgozni, mely a belső és a külső terek levegő-állapotjellemzőinek megfelelően működik *(15 000 Ft)*.

Személyszállító kötélpálya

Romosodott kárterület felett gyorsan, előregyártott elemekből telepíthető, sebesültszállításra is alkalmas kötélpályát kell kialakítani *(10 000 Ft)*.

Készülék szervokormányok ellenőrzésére

A kidolgozandó készülék legyen alkalmas a szervokormányok helyes beállítására és ellenőrzésére *(2000 Ft)*.

Fékhatást ellenőrző készülék

Olyan készüléket kell szerkeszteni, mely a szubjektív megítélés kiküszöbölésével műszeresen ellenőrzi a gépjárművek fékhatását *(10 000 Ft)*.

N. L.

A generátorvonat

emlékezzünk régiekről...

Az egykori osztrák-magyar hadsereg hegyi terepen való használatra (az Alpokban, Boszniában, Hercegovinában, Dalmáciában) érdekes szerkezetű ún. *generátorvonat*okat állított szolgálatba. Az alapgondolat a német *Müller* mérnöktől származik, aki 1905-ben először készített elektromos erőátvitellel működő gépkocsit. A benzinmotor hajtotta dinamó áramot fejlesztett, és ezzel üzemeltették a kerékagyakba épített elektromotorokat.

Egy további lépést jelentett az a gondolat, hogy országúton vagy – kerékcserével – vasúton közlekedő vonatszerelvényt állítsanak össze, melyen az egyes kocsik motorait a szerelvényen végigvonuló, generátorkocsi dinamójához csatlakozó kábelről táplálják. Ezt a rendszert *Landwehr von Pragenau* későbbi tábornok ötlete alapján a kiváló konstruktőr: *Ferdinand Porsche* dolgozta ki. Az *Elektrotrain-System* névre keresztelt generátorvonatot 1911-ben készítette el az Austro-Daimler gyár. Képünk az egyik első próbaúton, a Semmering-hegységben készült.

A generátorvonatot 10 egytengelyű kordéból állították össze, a kocsikat légűrfékkel fékezték, de később sűrítettlevegős fékrendszerre tértek át. A generátorkocsi 250 V feszültségű áramot fejlesztett és 63 kW teljesítménnyel dolgozott. Az első világháború kitörésekor a hadseregnek már 10 ilyen szerelvénye volt.

Ugyanilyen elv alapján fejlesztették ki a háború folyamán az úgynevezett *C–Zug*ot, amelynek már kéttengelyű kocsijai voltak. Az öt kocsiból álló szerelvény 25 t terhet tudott szállítani. Ez utóbbi típusú generátorvonatokat használták fel arra, hogy nagy űrméretű tarackokat és más lövegeket a magashegységekben épített harci állásokba juttasanak.

Oroszországban is szerkesztettek generátorvonatot. A pétervári Frese-gyárban *Heldt* mérnökkapitány tervei alapján készült hat kocsiból álló szerelvény, amelynek áramfejlesztőjét 35 LE teljesítményű benzinmotor hajtotta.

H. Á.

könyvszemle

Dr. Lantódi József és munkaközössége:
A hadtudományi kutatásról
(Zrínyi Katonai Kiadó, 1972. 268 old.)

A hadtudomány a háború, a fegyveres küzdelem – mint társadalmi jelenség – törvényszerűségeit és összefüggéseit kutatja, ezért a tudományok rendszerében a társadalomtudományok ágazataként szerepel. A tudományos technikai forradalom eredményeinek, vívmányainak hatása a hadtudományra általánosan ismert. Úgy is fogalmazhatnánk, hogy a fegyveres küzdelem előkészítése és megvívása, valamint a harcbavethető haditechnikai eszközök között egyértelmű összefüggés van, ezért a hadtudomány szorosan kapcsolódik a műszaki tudományokhoz. A szovjet hadtudomány kiemelkedő művelői közül egyre többen vallják, hogy a hadtudomány a társadalomtudományok és a műszaki tudományok között helyet foglaló határtudománynak tekinthető.

A hazai hadtudományi kutatómunka nyomán viszonylag sok tapasztalat halmozódott fel, amelynek elemzése, reális értékelése nélkül a kutatás további fejlesztésének útját nem lehet kitűzni. De az MSZMP tudománypolitikai irányelvei is időszerűvé tették a hadtudományi kutatómunka szervezeti és irányítási kérdéseivel való foglalkozást.

Mindezek együttesen a hadtudomány területén is bizonyos átértékeléseket követelnek, elsősorban avégett, hogy a hadtudományi kutatómunka a jövőben – az eddiginél magasabb színvonalon – azokat a területeket fogja át, olyan feladatok megoldására törekedjék, amelyek a hadsereg fejlesztését, a harckészültség emelését közvetlenül szolgálják.

Ezek a követelmények arra ösztönözték a szerzői kollektívát (*dr. Lantódi József, dr. Móricz Lajos, Kiss Jenő, Nádor Tibor, dr. Séra Károly*), hogy olyan könyvet adjon az olvasó kezébe, amely a hadtudományi kutatás vezetői és végrehajtói oldalát egyaránt átfogja. A szerzők munkaközössége segíteni kíván a hadtudományi kutatómunka megszervezésében és végrehajtásában, valamint az eddigi eredmények gyakorlati felhasználásában.

A könyv indító gondolata, hogy a Varsói Szerződés haderőinek összehangolt hadtudományi kutatómunkája elsősorban azokat a módokat, módszereket és lehetőségeket vizsgálja, amelyek megvalósításának eredményeként a fegyveres erők ütőképessége és harckészültsége magasabb szintre emelkedik.

A munka ennek megfelelően nyolc fejezetből áll. Az első fejezet a *hadtudomány tárgyát* körvonalozza. Megállapítja, hogy bár a háború jelenségeivel több tudományágazat is foglalkozik, a fegyveres küzdelem sikeres megvívását szolgáló előfeltételeket a hadtudomány elemzi. Kiemeli a hadtudomány osztály-meghatározottságát: a szocialista hadtudomány a szocialista világrendszer védelmét szolgálja.

A *probléma-megoldás* kérdésével foglalkozik a második fejezet. A hadtudomány területén a problémák több vonatkozásban sajátosan jelentkeznek. Felmerülésük, a megoldások megtalálása és bizonyítása, végül a megoldások végső ellenőrzése, a felhasználásra való előkészítésük – ezek a fejezet főbb kérdései.

A hadtudományi *kutatás módszereinek* vizsgálata a harmadik fejezet tárgya. A megfigyelés és a kísérletezés a számítógépek korában is a hadtudományi kutatás alapvető módszerei közé tartozik, a matematikai módszerek alkalmazásának jelentősége egyre nagyobb. A fejezet bemutatja a hadtudományi kutatásban leggyakrabban alkalmazott matematikai módszereket.

A negyedik fejezet a hadtudományi *kutatómunka szervezését és irányítását*, az alap-, az alkalmazott és a fejlesztési kutatások, valamint az adaptálás irányában folyó kutatómunka lényegét és tartalmi különbségeit elemzi.

A sokat emlegetett „információrobbanás" korszakának fontos kérdése a hadtudományi *tájékoztatás*, amelynek rendszerét az ötödik fejezet tekinti át. Az információ-szerzés módjáról, a különböző forrásanyagokról, a szakirodalmi dokumentációról, a katonai könyvtárhálózatról és levéltárakról ad átfogó képet, bemutatva a hozzáférhetőség módjait.

A hatodik fejezet a hadtudományi kutatásban meglévő és a jövőben megvalósítandó *munkamegosztás és együttműködés* területeit, kérdéseit tekinti át. Egyaránt foglalkozik a nemzetközi, a tudományágak, valamint a kutató csoportok közötti és azokon belüli munkamegosztás és együttműködés kérdéseivel, nyomatékosan kiemelve a tervszerűség fontosságát.

A *tudományos minősítés* országos rendszeréről ad áttekintést a hetedik fejezet, a hadtudományi vonatkozások kiemelésével. Foglalkozik a tudományos káderképzés formáival, a parancsnokokra és az aspiránsvezetőkre ezzel kapcsolatban háruló feladatokkal, teendőkkel.

A munka záró, nyolcadik fejezete a hadtudományi *kutatómunka szabadságá*nak kérdéseit tárgyalja. Hangsúlyozza, hogy a hadtudományi kutatómunka szervezése, irányítása a vezetési tevékenységet új, sajátos feladatkörrel bővítette. Kiemeli a pártszervezetek szerepét a hadtudományi munka eredményességének javításában.

A könyv a tudományos kutatóknak, úgyszintén a hadtudományi kutatással foglalkozó szervek vezetőinek igen jelentékeny segítséget nyújt.

Sz. S.

testvérlapjainkból

ТЕХНИКА И ВООРУЖЕНИЕ

1971. 12. sz.

A harckocsik erőátviteli rendszerei
Forgó érintkező berendezések
Főiskolás újítók
Komplex gépesítési eszközök
A *SKOT* páncélozott harcjármű

1972. 1. sz.

Légi szállítás
A motorok belső tartalékainak kihasználása
A csöves tüzérség problémái
Üzemanyagfogyasztás-mérők
Forró levegőgenerátor
Katalizátoros melegítők
Lőtéri automatikus berendezés
Fémalkatrészek mágneses ellenőrzése

1972. 2. sz.

Rádiólokátor a harctéren
Alacsony magasságban támadó repülőgépek
Harckocsik automatizált elektromos hajtása
Az atom az ember szolgálatában
Műhelygépkocsik
Korszerű konzerváló módszerek
Haditechnikai eszközök tárolása nyílt terepen

militärtechnik

1971. 12. sz.

Adatátviteli rendszerek
A korrózióvédelem racionalizálása. II.
A rádiómérés információinak automatikus elsődleges feldolgozása. III.
Elektromos géperősítők a páncélostechnikában. II.
Híradástechnikai eszközök karbantartása
A *DOK* típusú univerzális földmunkagép elektromos berendezése. II.
A NATO földierőinek új páncélelhárító eszközei. IV.
Szovjet légpárnás járművek

1972. 1. sz.

A hadihajógyártás fejlődése 1971-ben
Páncélozott járművek karbantartó műhelykocsijainak berendezése
Hibakereső algoritmusok felépítése és alkalmazása
Központi fegyverzeti raktárak racionalizálása
Téli indítóberendezés gépjárművekhez
A Bundeswehr 35 mm-es légvédelmi páncélosa

1972. 2. sz.

A rövid felszállópályás és a helyből felszálló repülőgépek jelene és jövője
Korszerű adatfeldolgozás és katonai alkalmazása
Kompatibilitás az egyoldalsávos technika alkalmazásában
Jobb szervezett folyamatos karbantartás a csapatoknál. I.
Sugárzásmérő műszerek ipari karbantartásának tapasztalatai
A Bundeswehr nehéz, kerekes gépjárművei
Szovjet páncélelhárító fegyverek
Az Egyesült Államok földierőinek módosított kézifegyvere

ВОЕННА техника

1971. 11. sz.

A gépjármű- és páncélostechnika zavarmentes üzeme télen
Hibafelderítési módszerek
A bonyolult irányítórendszerek optimalizálásának problémái
Diagnosztika a gépjárművek karbantartásában
Harcászati rakétarendszerek fejlesztési főirányai
Neutron-radiografia
Lőszereket fel- és lerakó gépesített eszközök üzemeltetése és javítása
Dózismérők skálakészítésének gépesítése

1971. 12. sz.

Tranzisztoros sugárzásmérő készülékek javítása
Szélessávú rádióösszeköttetés
Rádiórelé rendszer
Elektronika és a gépjármű
Kétfokozatú Wankel-Diesel-motor
A légkör hatása a lasersugarak terjedésére
Gépkocsik villamos berendezéseinek megbízható működése télen

1972. 1. sz.

Haditechnikai eszközök javításának technológiai követelményei
Szállító járművek berendezéseinek élettartama
Gépjárművek diagnosztikájának problémái

1972. 2. sz.

A szputnyikoktól az űrlaboratóriumokig
Önbeálló célkövető rádiólokátorok
Az atomkorszak lövészfegyverei
Sokcsatornás impulzusos adatátvitel kábeleken

atom

1971. 11. sz.

Az NSZK katonapolitikai koncepciója a hetvenes években
Harcászati repülőgépek fegyverzete. II.
Légifelvételekre alkalmas fényképezőgépek
A *T-92*, *T-95* és *T-96* típusú amerikai harckocsik
Rakétacsapás
Légcsavaros gázturbina-hajtóművek
A Jugoszláv Néphadsereg lövészfegyverei
A *Fox*-típusú angol felderítő páncélozott harcjármű

1971. 12. sz.

Amplitudómodulált rádióállomás hatósugara
Hidraulikus fék erősítővel
A jövő fegyverei
Az *M-113* típusú páncélozott harcjármű új változata

1972. 1. sz.

Harckocsielhárító lövegek
Európai helikopterek
A gázálarc korszerűsítése?
A *Mi-12* típusú szovjet óriás helikopter

1972. 2. sz.

Kézi tűzfegyverek
Új sátorkonstrukciók
A NATO hadseregek páncélozott szállító járművei a hetvenes években

АВИАЦИЯ КОСМОНАВТИКА

1971. 12. sz.

Vadászbombázó gyakorlat közben
Légi laboratórium
Repülőgépműszer-laboratóriumok árnyékolása rádiózavarhatások ellen
Záróléggömbök tegnap és ma
Az űrhajósok önműködő segítőtársai

1972. 1. sz.

Repülőterek téli hóeltakarítása
Akusztikus diagnosztika
Az űrhajósok kiválasztása és felkészítése
A *Lunohod* 322 napja az Esők Tengerében
Szovjet űrszondák a bolygók légkörében

1972. 2. sz.

A hajózó személyzet műszaki felkészítése
A *Marsz-3* űrszonda
Atomhajtómű az űrhajón

WOJSKOWY PRZEGLAD TECHNICZNY

1971. 11. sz.

A haditechnika fejlesztésének rendszere. I.
A laserek második évtizede
Páncélozott szállító harcjárművek.II.
Új légzésvédők
Vasöntvények hideg ívhegesztése

1971. 12. sz.

A haditechnika fejlesztésének rendszere. II.
Bionika
Ipari televízió
Gépkocsik konzerválása
Katonai gépjárművek fékrendszerei

1972. 1. sz.

A Föld kutatása az űrhajózás eszközeivel
A laser harctéri alkalmazása
A *T-54* harckocsi
A méréstechnika osztályozása
Tengeralattjáró-elhárító helikopterek
Egysávos rádióállomás
A térképkészítés módszerei

1972. 2. sz.

Automatikus térképkészítés
Rádiótelefonok
Korszerű búvárfelszerelések
Konténerek a páncélos gépjárművek szolgálatában
A *TUR-69* típusú tranzisztoros rádiótelefon

TARTALOM

Lévay Gábor: Földgyaluk munkateljesítményének meghatározása 37

Dr. Kováts Zoltán–Nagy István János: Új rendszerű irányzék lövészfegyverekre 43

Hatos Géza: Újabb eredmények az alakítástechnikában 48

Leipniker Artur: Az áthatoló neutronsugárzás detektálása 54

Dr. Mueller Othmár: A fojtás szerepe a robbantási műveletekben 58

KIS ENCIKLOPÉDIA 61

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

A szovjet tudományos kutatások komplex irányításának néhány kérdése 62

Földmunkák — atomrobbantással? 65

HADITECHNIKAI HÍRADÓ 70

ÚJÍTÁSI SZEMLE 73

EMLÉKEZZÜNK RÉGIEKRŐL 74

TESTVÉRLAPJAINKBÓL 75

KÖNYVSZEMLE 42, 60, 75

СОДЕРЖАНИЕ

Г. Леваи: Определение производительности бульдозеров 37

Д-р З. Ковач—И. Й. Надь: Новый прицел для стрелковых оружий 43

Г. Хатош: Новые достижения в области штамповочной техники 48

А. Леипникер: Детектирование радиации неутронов 54

Д-р О. Мюллер: Роль забойки в взрывных работах 58

КРАТКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ 61

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Вопросы комплексного управления научными исследованиями в СССР 62

Земельные работы — атомным взрывом? 65

ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА 70

НОВАТОРСКОЕ ДВИЖЕНИЕ 73

ИЗ ИСТОРИИ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ 74

ИЗ БРАТСКИХ ЖУРНАЛОВ 75

ОБЗОР КНИГ 42, 60, 75

INHALT

G. Lévay: Bestimmung der Arbeitsleistung der Bulldozer 37

Dr. Z. Kováts — I. J. Nagy: Neues Visiersystem bei Schützenwaffen 43

G. Hatos: Neue Ergebnisse der Verformungstechnologie 48

A. Leipniker: Detektierung der durchdringenden Neutronenstrahlung 54

Dr. O. Mueller: Die Rolle des Bestazes bei Sprengarbeiten 58

KLEINE ENZIKLOPÄDIE 61

INTERNATIONALE MILITÄRTECHNISCHE RUNDSCHAU

Einige Fragen der komplexen Leitung der sowjetischen wissenschaftlichen Forschungen 62

Erdarbeiten – mit Atomsprengungen? 65

MILITÄRTECHNISCHE KURZBERICHTE 70

AUS DER NEUERERARBEIT 73

AUS DER GESCHICHTE DER MILITÄRTECHNIK 74

AUS DEN ZEITSCHRIFTEN UNSERER WAFFENBRÜDER 75

BÜCHERSCHAU 42, 60, 75

Ára: 6,– Ft
Évi előfizetés: 24,– Ft

A Zrínyi Katonai Kiadó újdonságaiból

ÖVEGES JÓZSEF:

A fegyverek fizikája

A szerző a felnőttekhez és a fiatalokhoz egyaránt szólva végigvezet a fizikának azokon a területein, amelyek a legújabb fegyverek, a legkorszerűbb haditechnikai eszközök működésének, hatásának megértéséhez szükségesek. A hagyományos értelemben vett robbanás és a hidrogénbomba robbanása, a rakéták és a repülőgépek, a rádiólokátor és az éjjellátó eszközök, a kozmikus fegyverek és a laserek mind helyet kaptak a könyvben.

Kötve 332 oldal, ára 26,— Ft

HORVÁTH ÁRPÁD:

Csodafegyverek

A népszerű szerző nyomon követve a fegyverek történetét, feleletet keres arra a kérdésre, hogy létezhet-e olyan fegyver, amely ellen nincs védekezés, s elképzelhető-e egyáltalán valamilyen „csodafegyver"? A régmúlt idők primitív, szúró-vágó hidegfegyvereitől egészen a mai interkontinentális rakéták és az atomfegyverek felhasználásáig vezet el, s közben megismertet az egyes találmányok létrejöttének gazdasági és történelmi hátterével is.

Kötve 208 oldal, ára 23,— Ft

haditechnikai szemle

A Magyar Néphadsereg műszaki tudományos és ismeretterjesztő folyóirata

3

HATODIK ÉVFOLYAM. 1972, JÚLIUS–SZEPTEMBER

Úszóharckocsik (APN-fotó)

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, képek és rajzok 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
Pénzforgalmi jelzőszám: 215–96162
Példányonkénti árusítás
a Posta hírlapüzleteiben

Indexszám: 25381

2712/2–03 – Zrínyi Nyomda, Budapest
Felelős: Bolgár Imre vezérigazgató

EGRI SÁNDOR
okl. villamosmérnök

Az érintésvédelem néhány kérdése

Az áramütés élettani hatása és az érintésveszély

A villamos energia termelése, továbbítása és felhasználása körül igen gyakran állnak elő balesetveszélyes, sőt az emberi életet kockáztató helyzetek. A veszélyességet fokozza, hogy a műszaki élet más területeitől eltérően az elektrotechnikában a veszélyforrás többnyire nem szembetűnő.

Az elektromos balesetek megelőzésével a villamos biztonságtechnika foglalkozik, amelynek egyik fontos része az érintésvédelem. Ide soroljuk mindazokat a műszaki jellegű intézkedéseket, amelyekkel meg lehet gátolni, hogy az ép állapotban biztonságosan megérinthető vagy megfogható részek feszültség alá kerüljenek. Ezeknek az intézkedéseknek a végrehajtásával megelőzik a balesetek bekövetkezését.

A következőkben a legfeljebb 1000 V üzemfeszültségű, más néven kisfeszültségű berendezések érintésvédelmével foglalkozunk. Tárgyalásunk ez alkalommal nem terjed ki a villamos biztonságtechnika fontos rokon fejezeteire, többek között a műszaki mentésre és az elsősegély nyújtására sem.

Az embert akkor érheti áramütéses baleset, ha teste részben vagy egészében valamely villamos áramkör egy szakaszává válik. Az áramütés élettani hatását több tényező befolyásolja, így a testen átfolyó áram erőssége, az áram behatásának időtartama, az emberi test ellenállása, az áram áthaladásának útja, az áramnem, az áramütést szenvedett ember lelki és testi állapota. Ha a balesetet váltakozóáramú feszültség alatt álló tárgy érintése idézte elő, az élettani hatás szempontjából a periódusszám sem közömbös.

Az áramütéskor fellépő tüneteket előidéző áramerősségek értékeit táblázatunk foglalja össze:

Az emberi test ellenállása nem valamilyen egyértelműen meghatározható érték. Maga a test különféle vezetőképességű anyagokból áll. A bőr jó elektromos szigetelő, viszont a bőr alatti szövetek, izmok, csontok jól vezetik az áramot. De változó a bőr szigetelőképessége is: függ a nedvességtől, az érintési nyomástól és a felhám épségétől. Az átmeneti ellenállás jellegű bőrellenállás 20 100 kΩ/cm² nagyságrendű. Ezek az értékek száraz bőrfelületre érvényesek, a nedves bőr ellenállása a szárazénak egy töredéke csupán.

I. táblázat

Tünet	Férfiak		Nők		Gyermekek	
	egyenáram [mA]	50 Hz váltakozóáram [mA]	egyenáram [mA]	50 Hz váltakozóáram [mA]	egyenáram [mA]	50 Hz váltakozóáram [mA]
Fájdalmas izomgörcs a végtagokban (a veszélyesség kezdete)	70—80	15	40—50	9—10	35—40	7—8
A légcsőizmok görcse, erős fájdalom	90—100	25	50—60	15—20	45—50	10
Szívkamralebegés (halálveszély 0,1—0,3 s elteltével)	300	80	180—200	50—60	150	40
Szívbénulás (azonnali halál)	500	100	300—350	60—70	250	50

Az áramütés jelensége, vagyis az emberi testnek a villamos áramkörbe való bekapcsolódása többféleképpen állhat elő. Ilyen veszélyesetek:

1. az ember megfogja a villamos hálózat két vezető pontját;
2. a földön álló ember megérint egy vezető anyagból készült tárgyat, amely a földhöz képest feszültség alatt áll;
3. lépés közben a talaj két különböző potenciálon levő pontját hidalja át.

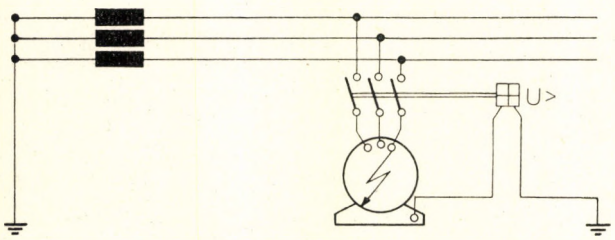
Az első eset a legveszélyesebb, hiszen az áramkörbe csak az emberi test ellenállása kapcsolódik be és így az áthaladó áram erőssége viszonylag nagy. Leggyakoribb a második eset; ekkor az emberi test ellenállásával az úgynevezett talpponti ellenállás kapcsolódik sorba és az átfolyó áram erőssége emiatt kisebb. A talpponti ellenállás függ a talaj minőségétől, az érintkező láb felületének nagyságától, a lábbeli anyagától, a testsúlytól stb. Valamennyi eset közül a legritkább a harmadik, a lépésfeszültség előfordulása. Nehezen adódhat ugyanis olyan helyzet, hogy a talajnak 0,7–1 m távolságban levő két pontja között veszélyes potenciálkülönbség lép fel.

A baleseti veszélyt az úgynevezett *érintési feszültség* okozza, amely a meghibásodás folytán feszültség alá került tárgy (pl. valamilyen berendezés teste v. burkolata) és az ember által egyidejűleg érinthető más potenciálú rész között lép fel.

A szabvány általában legfeljebb 65 V érintési feszültséget vagy 5 s kikapcsolási időt enged meg normális körülmények között. Különösen veszélyes esetekben a megengedett maximális értékek: 42 V vagy 2 s.

Az érintésvédelem módjai

Az elektromos balesetek tekintélyes része a szabálytalan használat vagy a helytelen üzemeltetés miatt következik be. Igen gyakran hagyják figyelmen kívül a karbantartási és a kezelési utasításokat, dolgoznak sérült vagy hibás berendezésekkel. Az így előálló rendkívüli események megelőzése nem tartozik az érintésvédelem feladatai közé. Az érintésvédelem kizárólag az üzemszerűen feszültség alatt nem álló, de meghibásodás folytán esetleg feszültség alá kerülő tárgyak okozta baleseti veszélyek elhárításával foglalkozik. Meg kell különböztetnünk az aktív és a passzív érintésvédelmet.



1. ábra: Áramütés közvetlenül földelt rendszerben

Az érintésvédelem akkor *aktív*, ha a testzárlatossá vált berendezéseket a lehető legrövidebb időn belül, de legalább a megengedett legnagyobb kikapcsolási időtartam alatt kikapcsolja. Az érintési feszültség eközben nem korlátozódik. A *passzív* érintésvédelem a testzárlat felléptekor az érintési feszültséget a megengedett mértékre korlátozza anélkül, hogy a hibás berendezést kikapcsolná. Az egyes védelmi módok lehetnek vegyesek is. Az aktív rendszerek közé tartozik pl. a feszültségvédőkapcsolás, a passzívak közé a törpefeszültség, a védőelválasztás stb. A többi védelmi módszer általában vegyes, mint pl. a nullázás, a védőföldelés stb.

Rátérve az egyes fontosabb érintésvédelmi módszerek tárgyalására, mindenekelőtt a *védőföldelés*ről kell szólnunk.

Az országos hálózatokban az 1000 V-nál kisebb névleges feszültségű rendszerek általában közvetlenül földeltek. Az esetek túlnyomó többségében magától értetődően a csillagpontot (nullpont) földelik. Egyfázisú váltakozóáramú, valamint a kétvezetős egyenáramú rendszerekben, úgyszintén a háromvezetős (deltakapcsolású) háromfázisú rendszerben az egyik kiválasztott vezetőt szokták földelni. Ezeket *üzemi földelés*nek nevezik.

Ha a közvetlenül földelt rendszerben valamelyik villamos berendezés testzárlatossá válik, akkor a földön álló ember a zárlatos test érintésekor áramütést kaphat. A balesetelhárítás egyik lehetősége a test földelése, ez a védőföldelés (1. ábra). A védőföldelést akkor méretezték helyesen, ha megakadályozza egyrészt, hogy a testen fellépő érintési feszültség ne lépje túl az előzőkben említett, szabványban megengedett értékeket: a 65, ill. 42 V-ot, másrészt gondoskodik arról, hogy az előírt kikapcsolási időn, vagyis az 5, ill. 2 s-on belül a leoldás, a kikapcsolás bekövetkezzék.

A védőföldelést az alábbi képlet alapján lehet méretezni:

$$R_v = \frac{U_{ém}}{I_k} = \frac{U_{ém}}{I_b \alpha} \qquad (1)$$

ahol R_v a védőföldelés átmeneti ellenállás [Ω], $U_{ém}$ a megengedett érintési feszültség [V], I_k a kioldó áram [A], I_b a biztosító névleges áramerőssége [A] és α a biztosító kiolvadási szorzója. (Ez a 3 . . . 5 közé eső érték azt mutatja, hogy a névleges áramerősség hányszorosának kell a biztosítón áthaladnia az előírt gyorsaságú kiolvadás eléréséhez.)

A földeletlen vagy a közvetve földelt hálózatokban is lehet védőföldelést alkalmazni. Nem tévesztheto azonban szem elől, hogy az ilyen rendszerekben szerepet játszik a földhöz viszonyított kapacitás. A fellépő kapacitív áramok a rendszer kiterjedésétől függően súlyos áramütést okozhatnak, s ilyenformán a védőföldelés egymagában nem elegendő, hanem más védelemre is szükség van. Ezért az érintésvédelmi szabvány azt is előírja, hogy a földeletlen vagy a közvetve földelt rendszerekben a védőföldelésen kívül még védőhálózatot is kell létesíteni, vagy pedig földzárlatjelző készüléket is fel kell szerelni.

Másik nagy fontosságú érintésvédelmi rendszabály a *nullázás*. Ennek az a lényege, hogy a többfázisú rendszer nullavezetőjét, vagy pedig az egyfázisú és az

egyenáramú rendszerek középvezetőjét használják fel védővezetőként (2. ábra). A védővezetőt fémesen összekötik minden védendő berendezés testével. Testzárlat felléptekor e rendszer a zárlatos berendezés biztosítóját üzembiztosan, gyorsan kioldja, illetve a zárlati túláramvédelmet működteti.

A nullázás több szempontból előnyös: gyors működésű, szelektív (a túláramvédelem csak a hibás berendezést kapcsolja ki), alkalmas bármilyen teljesítményű és áramerősségű berendezés érintésvédelmére, végül létesítése gazdaságos, hiszen nincs szükség költséges földelések telepítésére. Hátránya viszont, hogy a hiba következtében előálló érintési feszültségek a védővezetőn keresztül a hibátlan berendezésre is átterjednek, s emiatt a balesetveszély kiszélesedik. Ha a védővezetőben szakadás áll elő, akkor a nullázás üzemképtelenné válik, sőt bizonyos esetekben a nullavezető szakadása testzárlat nélkül, önmagában is veszélyes érintési feszültséget idézhet elő.

A méretezéskor abból indulnak ki, hogy a hálózat hurokellenállásának (pontosabban hurokimpedanciájának olyan kis értékűnek kell lennie, hogy a testzárlati áram gyorsan működtesse a zárlatvédelmet, vagyis

$$Z_h \leqq \frac{U_f}{I_b \alpha} \qquad (2)$$

legyen, ahol Z_h a hurokellenállás [Ω], U_f a fázisfeszültség [V], I_b a védett áramkör biztosítójának névleges áramerőssége [A], α a biztosító kiolvadási szorzója.

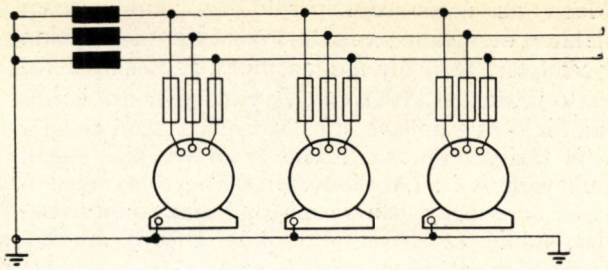
Ha a zárlatvédelemre nem olvadóbiztosítót, hanem relés túláramvédőt használnak, akkor a (2) képletbe az $I_b\alpha$ szorzat helyébe az I_k kioldóáram kerül. Ez az az áramerősség, amely a relét az előírt működési időn belül (5 ill. 2 s) kioldja.

A (2) összefüggés formailag hasonló a védőföldelésre érvényes (1) képlethez, de a számlálók értéke erősen eltér, a fázisfeszültség $V_f = 220$ V, a megengedett érintési feszültség $U_{ém}$ értéke 65, ill. 42 V. Ennek az a magyarázata, hogy a nullázáskor a nagy testzárlati áramok miatt a hibahely átmeneti ellenállását nem veszik figyelembe. Csak a bonyolultabb esetekben kell a hurokimpedanciával számolni a tápvezeték és a védővezető konduktív (ohmos) ellenállása, a hurokellenállás helyett.

Igen fontos gondoskodni arról, hogy a nullavezető potenciálja mindig földpotenciálon legyen. Ellenkező esetben nagyon veszélyes helyzet állhat elő azáltal, hogy a nullavezető a földhöz képest feszültség alá kerül. Ekkor a hozzákötött üzemszerűen feszültségmentes berendezések testének potenciálja is emelkedik és így mindegyik hibátlan nullázott berendezés is áramütést okozhat.

Az ilyen veszélyhelyzet azáltal kerülhető el, hogy egy feszültségrelé állandóan ellenőrzi a nullavezető potenciálját a földhöz képest. Ha ez a potenciál emelkednék, akkor a relé a hálózatot feszültségmentesíti. Gyakran alkalmazott, igen jól bevált módszer, hogy a nullavezetőt és a nullázóvezetőt megfelelő helyeken megbízhatóan földelik.

A feszültség-védőrelé teljesítménykapcsolóval egybeépítve akár állomáskapcsolóként az egész hálózat lekapcsolására, akár helyi kapcsolóként az egyes



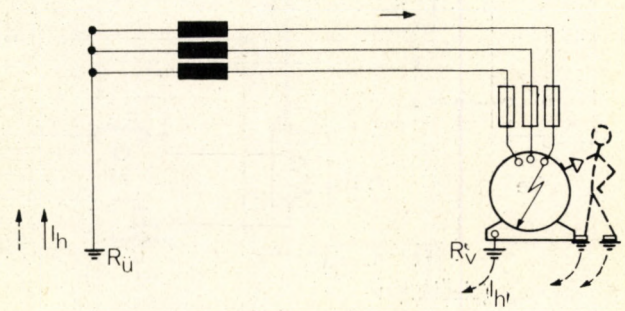
2. ábra: A nullázás elve

fogyasztók leválasztására alkalmas. Bármelyik esetben fontos, hogy a nullavezető és a fázisvezetők kikapcsolása egyidejűleg menjen végbe. Mindent egybevéve, a nullázás, valamint a nullázással egyesített földelőhálózat *(NEFH)* hazánkban a kisfeszültségű fogyasztóberendezések érintésvédelmének legelterjedtebb megoldása. Különösen veszélyes helyeken (pl. kéziszerszámok érintésvédelmében) alkalmazható.

Védőkapcsolások, védőhálózat és védőelválasztás

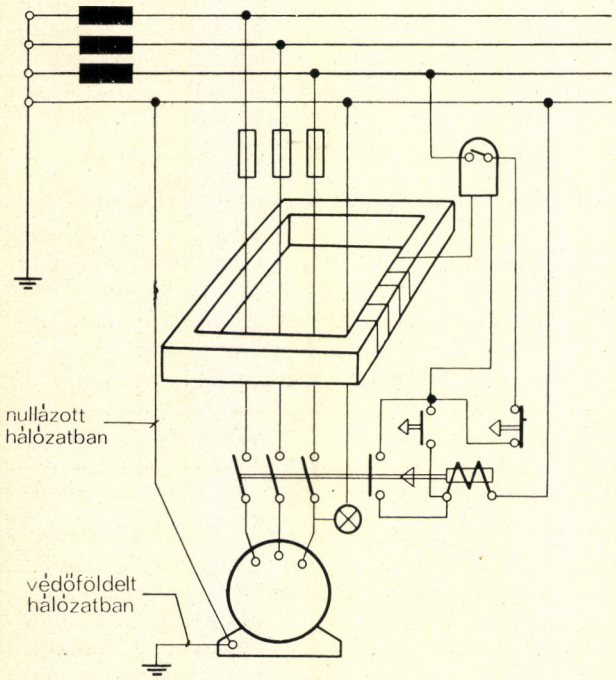
Egy másik érintésvédelmi módszer, amely az üzemszerűen feszültségmentes test és a föld között fellépő potenciálkülönbséget ellenőrzi, a *feszültség-védőkapcsolás.* Itt a figyelő feszültségrelé a veszélyes testpotenciálú berendezést a hálózatról lekapcsolja (3. ábra). Kedvező ebben a megoldásban, hogy a relé segédföldelése szétterjedési ellenállásától nem kell kis értéket követelni; a berendezés akkor is megbízhatóan működik, ha ez az ellenállás néhány száz ohm. Ezért ez a megoldás tábori körülmények között előnyösnek mondható.

Az *áram-védőkapcsolás* azon a nehézségen segít, amely onnan ered, hogy a védőföldeléssel és a nullázással védett berendezéseken a védőrendszer működtetéséhez a névleges üzemi áramnál nagyobb áramok lépnek fel. A túláramvédelmi szerveken (biztosító, túláram-relé stb.) nemcsak a hibaáram, hanem az üzemi áram is átfolyik. Ilyenformán a túláramvédelmet úgy kell méretezni, hogy pl. az indítóáram ne működtesse. Az áram-védőkapcsolásban az érzékelőszerven csak a hibaáram halad keresztül, s így a túláramvédelem áramérzékenységét, időkésleltetését is kis értékre lehet beállítani a berendezés áramviszonyaitól függetlenül (4. ábra). A berendezés túláramvédelme fedővédelmül szolgál.



3. ábra: A feszültség-védőkapcsolás elve

Maga az áram-védőkapcsoló egy különlegesen kialakított áramváltó (reduktor) vasmagjával nyugalmi helyzetet tart fenn oly módon, hogy a vasmag a fogyasztó vezetékeit körülveszi, éspedig egyfázisú üzemben a fázis- és a nullavezetőt, háromfázisúban pedig a három fázisvezetőt, sőt üzemi áram vezetése esetén a nullavezetőt is. (A védővezeték vagyis a nullázóvezeték nem megy át a vasmagon.) Amíg nincs testzárlat, addig az üzemi vezetőkön átfolyó áramok vektoros összege zérus, tehát az áramváltó vasmagja nem kap gerjesztést. A testzárlati áram felléptével gerjesztés következik be. Az áramváltó szekunder tekercsében a hibaárammal arányos áram folyik, amely a védőrelét működteti, s ez a berendezést lekapcsolja.



4. ábra: Az áram-védőkapcsolás vázlata

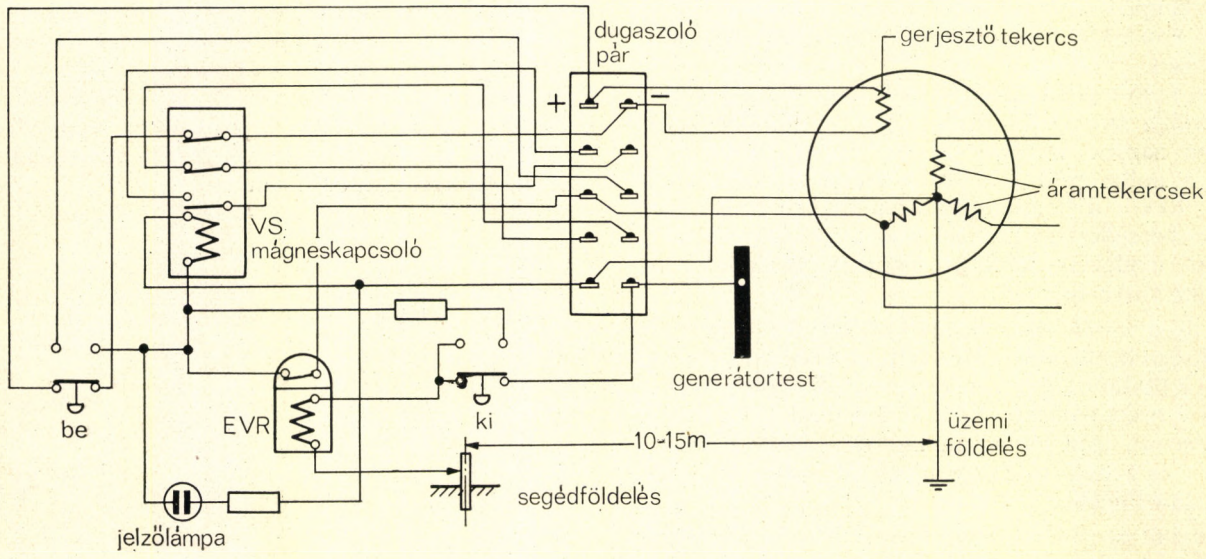
Függetlenül az áram-védőkapcsolástól a védőföldelésnek vagy a nullázásnak is működőképesnek kell lennie.

Az érintésvédelmi szabvány minden összefüggő földelőhálózatot *védőhálózat*nak tekint, amelyhez egy korlátozott, összefüggő területen levő villamos berendezések és készülékek testjeit, úgyszintén a hozzájuk öt méternél közelebb eső, fémből készült nagyobb tárgyakat, csővezetékeket és épületszerkezeteket fémesen bekötötték. Az ilyen hálózat rendeltetése, hogy a védett területen az üzemszerűen feszültség alatt *nem* álló fémrészek azonos potenciálon legyenek. A szabvány nem tekinti a védőhálózatot önálló érintésvédelemnek, csupán a meglevő védőföldelések vagy a nullázás hatásosságát növelő rendszernek. A védőhálózatnak is csak azokat a követelményeket kell kielégítenie, amelyeket az alkalmazott érintésvédelemnek (védőföldelés, nullázás) egyébként teljesítenie kell.

A *védőelválasztás* önmagában teljes értékű, védővezetőt nem igénylő módszer, amely kis kiterjedésű földeletlen hálózatok védelmére szolgál. Ez a hálózat a tápláló hálózathoz transzformátorral csatlakozik. A védőelválasztó transzformátorra csak egyetlen fogyasztókészüléket szabad rákapcsolni. Általában hordozható készülékek (pl. villamos kéziszerszámok) érintésvédelmére használják. A csatlakozóvezeték hossza itt nem haladhatja meg a 10 m-t.

A leválasztásra használt transzformátor csak ún. biztonsági kistranszformátor lehet, amelyben a primer és a szekunder rész közé földelt és fémes elválasztót nem szabad helyezni. Ugyancsak tilos az elválasztó rendszert más érintésvédelmi rendszerrel közösen azonos kapcsolótáblába beépíteni. Külön-külön védőcsövekben kell elhelyezni mind a primer, mind a szekunder rész vezetékét.

Gyakran folyamodnak az érintésvédelemben a *törpefeszültség* (< 42 V) alkalmazásához. Ezt úgynevezett biztonsági transzformátorral állítják elő, amelyen a primer és a szekunder tekercsek igen jól el



5. ábra: Az EVB–G *berendezés kapcsolási vázlata*

vannak szigetelve egymástól. Semmiképpen sem szabad a tápláló hálózat feszültségét előtétellenállással vagy autotranszformátorral csökkenteni. A törpefeszültségű rendszer földelése tilos, vezetékei pedig külön csövekben helyezendők el.

Meg kell emlékezni az *elszigetelés*ről is. Ez olyan érintésvédelmi mód, amelyben a villamos berendezések kezelőit szigetelik el a berendezések testétől. A berendezések *elkerítése, burkolása* adott esetben ugyancsak a szabványnak megfelelő érintésvédelmi mód lehet. Ez a véletlen megérintés ellen védi a berendezések kezelőit.

A feszültség-védőkapcsolás alkalmazása tábori viszonyok között

Az előzőkben tárgyalt feszültség-védőkapcsolás bázisán egy *egyetemes érintésvédelmi rendszer* alakítható ki. Ez a rendszer, mely tábori viszonyok között igen jól bevált, az áramfejlesztő és a fogyasztó oldalán egyaránt a feszültség-védőkapcsolást alkalmazza.

A feszültségérzékelő relé a villamos berendezés testzárlatakor a test és a tőle 10–20 m távolságban levő, semleges potenciálú földszonda, az úgynevezett segédföld között fellépő potenciálkülönbségre reagál. Amikor ez a potenciálkülönbség a megfelelő értéket (24 V) eléri, az érzékelő relé meghúz és egy mágneskapcsoló tartó áramkörét megszakítja. Ez a művelet az aggregát generátorát legerjeszti, vagy pedig a fogyasztót lekapcsolja a hálózatról.

Az aggregátok érintésvédelmére alakították ki az *EVB–G* berendezést (5. ábra). Ennek az a feladata, hogy az aggregát testzárlatának beálltakor a generátor gerjesztő tekercsét rövidre zárja, s így gondoskodjék a legerjesztésről, amely által a hálózatra jutó feszültség a megengedett érintési feszültség alá csökken.

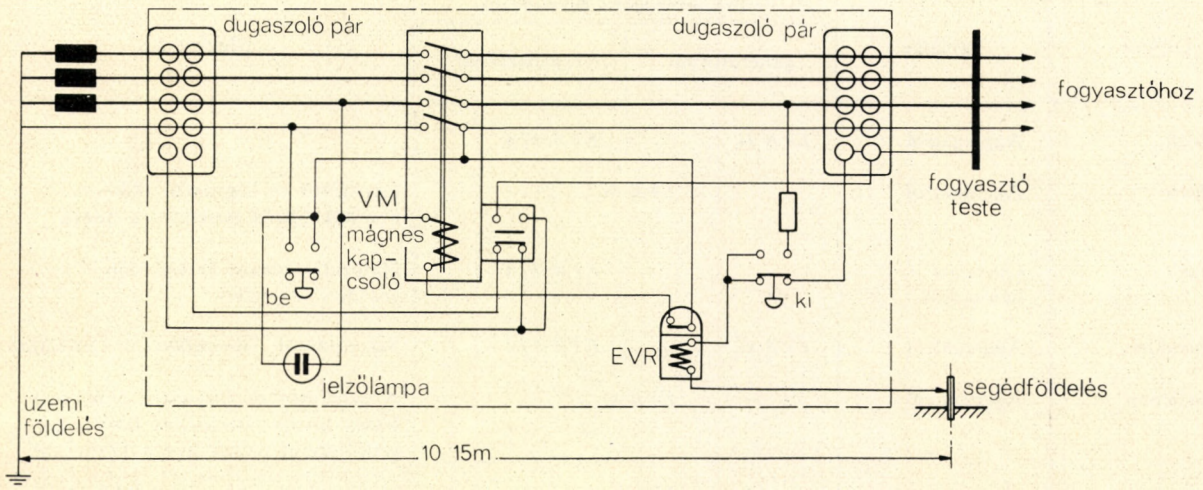
Az ábrán feltüntetett kapcsolási vázlat alapján a berendezés működését nyomon követhetjük. A generátor gerjesztő tekercse a megindulási helyzetben a bekapcsoló nyomógombon és a *VS* mágneskapcsoló nyugalmi érintkezőjén át rövidre van zárva. A már forgásban levő generátor ilyenformán nem gerjedhet fel, tehát nem szolgáltat feszültséget. A bekapcsoló gombot megnyomva a gerjesztés rövidzárja megszűnik, a generátor felgerjed és feszültséget szolgáltat. A feszültség megjelenését a jelzőlámpa kigyulladása jelzi. Ekkor már a bekapcsoló gomb további működtetése hatástalan, hiszen a *VS* mágneskapcsoló meghúzott és a legfelső érintkezője nyitott lévén, megszűnt a rövidzár.

Amikor az aggregát generátora testzárlatossá válik, akkor a generátortestről a kikapcsoló gomb nyugalmi érintkezőjén, továbbá az *EVR* érintésvédelmi relé tekercsén, a segédföldelésen és az üzemi földelésen áthaladó zárlati áram indul meg. A zárlati áram beállított értékén az *EVR* meghúz, bontja nyugalmi érintkezőjét és ezáltal a *VS* mágneskapcsoló tekercsének áramköre megszakad. Ekkor a *VS* mágneskapcsoló felső érintkezője újra a nyugalmi helyzetbe kerülve a generátor gerjesztő tekercsét rövidre zárja; a generátor legerjed.

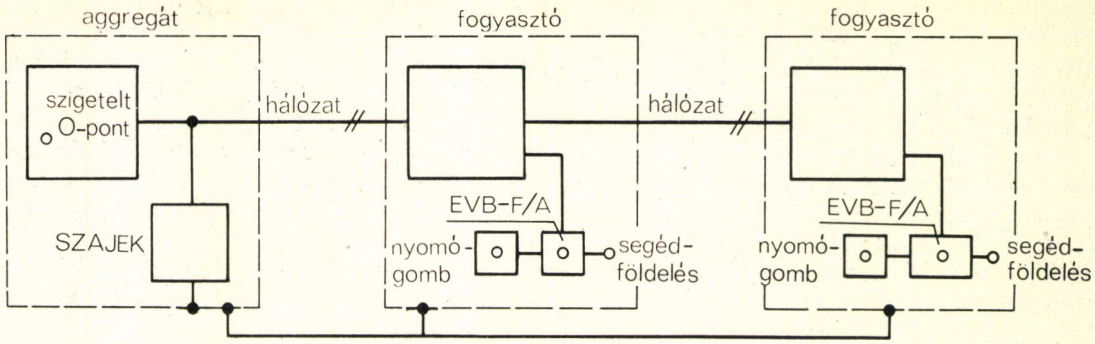
Az áramfejlesztő üzemen kívül helyezésére a kikapcsoló gomb szolgál. Ennek megnyomásakor az *EVR* érintésvédelmi relé tekercse egy előtétellenálláson át feszültség alá kerül és ugyanaz a folyamat játszódik le, mint a testzárlat alkalmával, végül is a generátor legerjed.

Egy másik, az *EVB–F* (és ennek változata: az *EVB–F/A*) típusú berendezés a villamos fogyasztók érintésvédelmére alkalmas. Kapcsolási vázlatát 6. ábránk tünteti fel. Ennek a berendezésnek az a feladata, hogy a fogyasztó testzárlatossá válásakor ezt a hálózatról lekapcsolja, s ezáltal az érintési veszélyt megszüntesse.

A kapcsoló gombot megnyomva a *VM* mágneskapcsoló tekercse az *EVR* érintésvédelmi relé nyugalmi érintkezőjén keresztül a hálózatra kapcsolódik. Ekkor a mágneskapcsoló meghúz és bekapcsolja a fogyasztót; ezt a helyzetet a jelzőlámpa kigyulladása mutatja. Ezután a bekapcsoló gomb további működtetése felesleges, sőt hatástalan, hiszen a mágneskapcsolót meghúzva maradásáról most már a tartóáramkör gondoskodik.



6. ábra: Az EVB–F *berendezés kapcsolási vázlata*



7. ábra: Aggregát és fogyasztók közös érintésvédelme SZAJEK-*kel*

Amikor a fogyasztón testzárlat lép fel, testéből a kikapcsoló gomb nyugalmi érintkezőjén, az *EVR* érintésvédelmi relé tekercsén, a segédföldelésen és az üzemi földelésen át zárlati áram indul meg. Ennek a hatására az *EVR* meghúz, s ezzel bontja nyugalmi érintkezőjét, megszakítva a *VM* mágneskapcsoló tekercsének tartóáramkörét. A mágneskapcsoló érintkezőinek nyitásával a fogyasztó a hálózatról leválik.

A fogyasztó üzemeltetését a kikapcsoló gomb megnyomásával lehet megszakítani, ekkor az *EVR* érintésvédelmi relé tekercse egy előtételenálláson keresztül feszültség alá kerül. A továbbiakban ugyanaz a folyamat játszódik le, mint testzárlat alkalmával: a mágneskapcsoló tartóáramköre nyílik, s lekapcsolódik a fogyasztó a hálózatról.

Az ismertetett *EVB–G* és *EVB–F* (vagy *EVB–F/A*) berendezésekkel többféle változatban létesíthetők feszültség-védőkapcsolások. Ezeket a II. táblázatunk foglalja össze.

A feszültség-védőkapcsolásról mondottak alapján összegezzük e kapcsolás előnyös és hátrányos vonásait. A megfelelő telepítés, a szakszerű kezelés elősegítette, hogy az elektromos balesetek száma lényegesen csökkent.

Mindenképpen kedvezőtlen, hogy a feszültségvédőkapcsolást alkalmazva a berendezés egyszeres testzárlat felléptekor is megszünteti az aggregát üzemét, kikapcsolja a zárlatossá vált fogyasztót, holott a végrehajtandó feladat megköveteli az üzem további fenntartását. Harci körülmények között a testzárlat okozta baleseti kockázatok sokkal kevésbé jönnek számításba, mint az üzem félbeszakítása miatt előálló hátrányok.

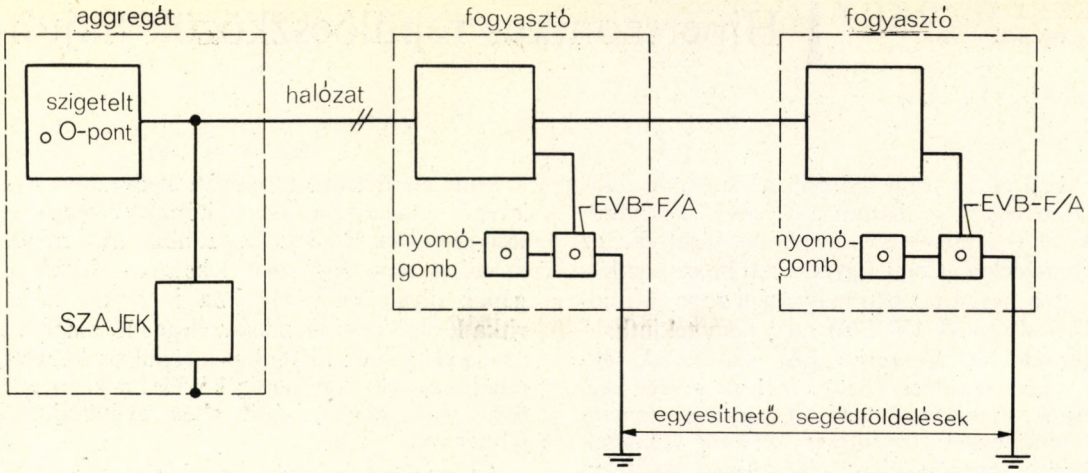
A szigetelést állandóan jelző és ellenőrző készülék

A feszültség-védőkapcsolás jól beválik egyfelől az országos hálózatról táplált rendszerekben, másfelől, ha a fogyasztói oldal védelméről van szó. Az aggregát érintésvédelmében azonban célszerűbb az úgynevezett szigetelést állandóan jelző készülék használata, amely kiterjeszthető az aggregátról táplált fogyasztókra is. Ilyen módon az előbb említett hátrány is kiküszöbölhetővé válik.

Az igen korszerű érintésvédelmi módszert, mely a *szigetelést állandóan jelző és ellenőrző készülékkel (SZAJEK)* működik, az úgynevezett szigetelt nulla rendszerben alkalmazzák. Ezt a készüléket az aggregátba építik be. A készülék egyes típusán csupán a szigetelési ellenállás értékét mutató műszer jelzése látható, más típusokon pedig a kritikus értékhatár

II. táblázat

O-pont	Táplálás	Érintésvédelmi berendezés		Megjegyzés
		generátornál	fogyasztónál	
Földelt	Aggregátról	*EVB–G*	*EVB–F/A*	
Földelt	Aggregátról	*EVB–G*		Generátor és fogyasztó oldalon a testek közös potenciálra hozva
Földelt	Országos hálózatról	—	*EVB–F/A*	Hálózati oldalon kettős vagy erősített szigetelés
Földeletlen	Aggregátról	*EVB–G*	*EVB–F/A*	Segédpontok összekötve a O-ponttal
Földeletlen	Aggregátról	*EVB–G*		A generátor és fogyasztó oldalon a testek közös potenciálra hozva, segédföldpont összekötve a O-ponttal
Földeletlen	Aggregátról	*EVB–F/A*		Segédföldpont összekötve a O-ponttal



8. ábra: Aggregát érintésvédelme SZAJEK-*kel, fogyasztóké* EVB–F/A *berendezéssel*

elérésekor a mutatóműszeren kívül fény- vagy hangjel is figyelmeztet. Aszerint felel meg inkább az egyik vagy a másik típus, hogy milyen teljesítményű az aggregát, illetve mennyire bonyolult az alkalmazott villamos energiarendszer. A fogyasztókat egyébként úgy alakítják ki, hogy alkalmasak tábori viszonyok között akár aggregátról, akár az országos hálózatból való táplálásra. A készülékkel az egyetemes érintésvédelmi rendszerben két alapváltozat vezethető be.

Az első változat szerint az aggregátba beépített szigetelést állandóan jelző és ellenőrző készülék a hálózat és az aggregát teste közötti szigetelés épségét ellenőrzi. Képes természetesen az ilyen jellegű ellenőrzésre a fogyasztóknál is, ha ezek testeit az aggregát testével azonos potenciálra hozzák. Evégből a testeket galvanikusan összekötik, s ily módon az aggregáttest és a fogyasztók testei közös hálózatot alkotnak (7. ábra).

A másik változat szerint az aggregátba beépített készülék csupán az aggregát szigetelési állapotát ellenőrzi. Mivel most a fogyasztók testei az aggregáttesttel nincsenek galvanikus kapcsolatban, a készülék funkciója a fogyasztók szigetelési állapotának az ellenőrzésére nem terjed ki. Ez utóbbiak érintésvédelmét a beépített *EVB–F/A* berendezés látja el (8. ábra). Ebben az érintésvédelmi rendszerben az *EAB–F/A* csak az úgynevezett kettős testzárlat alkalmával kapcsol ki. Az ilyen megoldás különösen akkor válik be, amikor a terepviszonyok, vagy a nagy távolságok miatt a fogyasztók testeit galvanikusan nehéz összekötni.

Következtetések

A katonai berendezésektől rendszerint megkövetelik, hogy üzemük minden körülmények között folyamatos legyen, hiszen az üzem félbeszakadása nagyobb kockázatot jelenthet, mint az érintésveszélyes készülékek további üzemeltetése. Az érintésvédelem elterjedt módszereit: a védőföldelést, a nullázást, a feszültségvédőkapcsolást alkalmazva a fellépő érintési veszélyre a hibássá vált készülék leold és ezáltal nem képes feladatát ellátni.

Ezért célszerű olyan megoldást választani, amelyben az érintésvédelmi készülék a meghibásodást jelzi és felhívja az üzemeltető figyelmét az óvatosságra, nemkülönben arra a kötelezettségre, hogy a hibát mihamarabb el kell hárítani, illetve a hibás berendezést sürgősen cserélni kell. Jó megoldást jelent a szigetelést állandóan jelző és ellenőrző készülék bevezetése, melylyel a katonai villamos rendszerek folyamatos üzeme a biztonsági követelmények nagyobb sérelme nélkül fenntarthatóvá válik.

A Zrínyi Katonai Kiadó újdonsága

ÖVEGES JÓZSEF

A fegyverek fizikája

Kötve 332 oldal, ára 27,— Ft

SZENTESI GYÖRGY
okl. gépészmérnök

Hiperszonikus repülőeszközök hajtóművei

Napjainkban egyre több szó esik a szuperszonikus repülési sebességek, valamint az első kozmikus sebesség közé eső tartomány meghódításáról. Ez az 5–26 M sebességeket átfogó, úgynevezett hiperszonikus tartomány és a hozzá tartozó magassági zóna (a földfelszíntől számított 30–150 km) még nem tekinthető meghódítottnak. Ez idő szerint még nem állnak rendelkezésre olyan repülőeszközök, melyek e sebességi és magassági övezetben tartósan egyenes vonalú egyenletes sebességgel vízszintesen képesek volnának repülni. Pontosabban szólva: elkészíthető az ilyen eszköz rakétahajtással, de ez földi távolságokon gazdaságossági szempontból a legtöbb esetben kedvezőtlen üzemű.

Pedig a hiperszonikus repülési sebesség meghódítására mindenekelőtt gazdasági szempontokból törekednek, ugyanis e sebességtartományhoz tartozó magasságokon a meglehetősen ritka levegőben a repülőeszköz ellenállása, következésképpen tolóerőszükséglete kicsiny. Mivel azonban ez a ritka levegő is szolgáltat elegendő oxigént, általában a rakétahajtóművek helyett a sokkal gazdaságosabb, a környező levegőt felhasználó sugárhajtóművek üzemeltethetők. A hiperszonikus repülés egyik kulcskérdése a megfelelő hajtószerkezetek kialakítása A továbbiakban ezekkel a hajtóművekkel foglalkozunk.

A hajtóművek kiválasztásának szempontjai

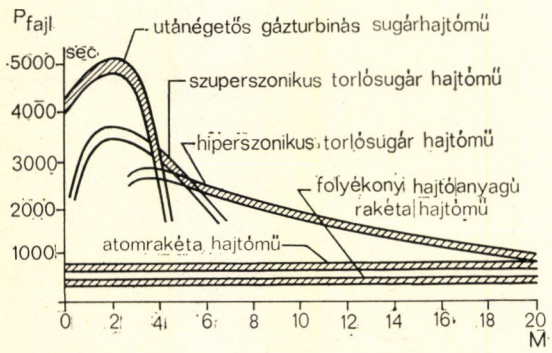
A hiperszonikus repülőeszközök bármelyikének hajtóműveként csupán a sugárhajtómű képzelhető el. (Itt és a következőkben a sugárhajtómű fogalmába értelemszerűen a rakétahajtóműveket is beleértjük, külön kiemelve mindig, amikor tárgyalásunkat a környező levegőt felhasználó sugárhajtóművekre szűkítjük.) Mivel mind ez ideig csak a kémiai energiát felhasználó sugárhajtóművek alkalmasak légijárművek mozgatására, ezért a kifejlesztendő hiperszonikus repülőeszközökön sem lehet más hajtóművekről szó.

Mint említettük, többnyire kedvezőbb a környező levegőt felhasználó sugárhajtóművek beépítése a rakétahajtóművek helyett. Ez azonban nem minden hiperszonikus repülőeszközön lehetséges, hiszen e repülőgépek olyan magasságokon is repülhetnek, ahol a ritka levegő nem tartalmaz elegendő oxigént a tüzelőanyag elégetésére. Ilyenkor a repülőeszközt vagy rakétahajtóművel, vagy pedig kétféle: a környező levegőt felhasználó sugárhajtóművel és rakétahajtóművel kell felszerelni.

Az említett célokra számításba vehető különféle sugárhajtóművek sok tekintetben eltérnek a mai repülőgépeken használt hajtóművektől csakúgy, mint az űrrepülés rakétáitól. Kitűnik ez a hiperszonikus repülőeszközök számára tervezett hajtóművek egyszerű felsorolásából is. Mérlegelik a környező levegőt felhasználó sugárhajtómű két klasszikus változatának, a gázturbinás és a torlósugárhajtóműnek a kombinációját, a különféle sebességekre tervezett torlósugárhajtóműveket, nemkülönben az egyik különleges – úgynevezett külső égésű – torlósugárhajtóművet. Nem hagyják figyelmen kívül a környező levegőt felhasználó sugárhajtómű és a rakétahajtómű kombinációját, a gázturbinás rakétahajtóműveket, a torlósugaras rakétahajtóművet, végül az űrhajózásban legelterjedtebb folyékony hajtóanyagú rakétahajtóművet sem.

A hajtóművek sokaságából azt választják ki, amely az adott repülőeszköz szempontjából a leggazdaságosabb, a legkedvezőbben tartható üzemben. A kiválasztott hajtómű felhasználhatóságát mindenekelőtt a repülési sebesség határozza meg. A táblázat tünteti fel, hogy a különféle jelenlegi hajtómű típusok milyen sebességtartományban használhatók. Szembetűnik, hogy csakis a rakétahajtóművet lehet a hagyományos, a hiperszonikus és az űrrepülés teljes tartományában egyaránt használni.

A hajtóművek gazdaságosságát az 1. ábra alapján is megítélhetjük. Tudvalevő, hogy a sugárhajtómű gazdaságosságára leginkább fajlagos tolóerejének a



1. ábra: Sugárhajtómű típusok fajlagos tolóereje a sebesség függvényében

Típus	Sebességtartomány [M]
Egyszerű gázturbinás sugárhajtómű	0—0,9
Kétáramú gázturbinás sugárhajtómű	0—1,2
Utánégetős gázturbinás sugárhajtómű	0—3,5
Szuperszonikus torlósugárhajtómű	1,5—5
Hiperszonikus torlósugárhajtómű	4—10
Külső égésű torlósugárhajtómű	10—20
Rakétahajtómű	0—∞

nagysága jellemző. Ennek értéke azt mutatja, hogy másodpercenként mekkora tolóerő keletkezik az egységnyi súlyú hajtóanyag mennyiség elégetésekor (Haditechn. Szle. 1969. 91–92. old.). Nem szükséges bonyolult hőtani levezetésekkel igazolni, hogy a környező levegőt felhasználó sugárhajtóművek fajlagos tolóereje általában lényegesen meghaladja a rakétahajtóművekét. Ezt mindenekelőtt az a körülmény magyarázza, hogy a rakétahajtómű fajlagos tolóerejének meghatározásakor a felhasznált hajtóanyag mennyiségébe természetesen beleértik az oxidálóanyagot is, mivel a rakéta ezt is magával viszi. A környező levegőt felhasználó sugárhajtóművek fajlagos tolóerejének kiszámításakor viszont a tüzelőanyag elégetéséhez elfogyasztott levegőt figyelmen kívül hagyják és csak a tüzelőanyagot veszik figyelembe, hiszen a repülőeszköz csak ez utóbbit szállítja magával. A repülési magasság és ezzel együtt a sebesség növekedtével számos ok miatt, melyek közül legfontosabb a levegő sűrűségének csökkenése, a környező levegőt felhasználó sugárhajtóművek fajlagos tolóereje csökken, és bizonyos magasság és sebesség elérése után a rakétahajtómű válik gazdaságosabbá.

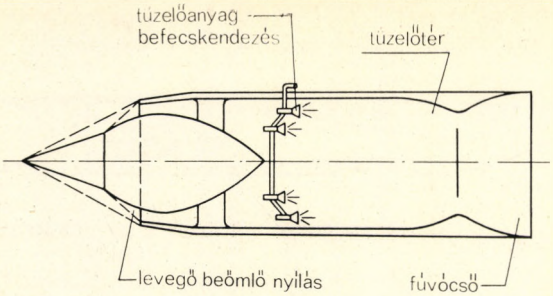
Értelmezve 1. ábránkat látjuk, hogy meglehetősen széles repülési sebességtartományban elméletileg a környező levegőt felhasználó sugárhajtóművek fajlagos tolóereje a legjobb hagyományos rakétahajtóművekének, sőt még a fejlesztésre váró atomrakétahajtóművekének is a többszöröse. Mindent összevéve, a táblázatból és az 1. ábrából arra a következtetésre jutunk, hogy a hiperszonikus sebességtartomány legalkalmasabb hajtóműve a torlósugárhajtómű, mégpedig ennek nem a ma használatos típusa, hanem egy újabb változata. Ez az úgynevezett hiperszonikus torlósugárhajtómű, melynek kialakítását csak az utóbbi években kezdték meg.

A hajtóművek jellemzése

Ezek után tekintsük át a hiperszonikus repülőeszközök sugárhajtóműveinek működési jellemzőit és felhasználási lehetőségeit, kellő figyelmet szentelve az újabb rendszerű, kialakítás alatt álló különleges hajtóműveknek.

A katonai és a polgári repülésben kiválóan bevált *gázturbinás sugárhajtóműveket* és változataikat: a kétáramú, valamint az utánégetős gázturbinás sugárhajtóműveket a hiperszonikus repülőeszközökön a már említettek szerint csak kombinációban, továbbá indító- vagy segédhajtóműként használhatják.

A régen ismert, de mindeddig kevéssé elterjedt *torlósugárhajtómű* (2. ábra) és változatai (a meghatározott sebességekre szerkesztett különleges típusok, úgyszintén a gázturbinás sugárhajtóművekkel, továbbá a rakétahajtóművekkel kombinált megoldások) tekinthetők a hiperszonikus repülőeszközök számára a legkedvezőbbeknek. Mind a működés, mind a szerkezet szempontjából ez a legegyszerűbb sugárhajtómű. Röviden felelevenítjük működési elvét. A légköri levegő belépve a diffuzorba lefékeződik és a fékeződés hatására összesűrűsödik. A sűrített levegő a tüzelőtérbe kerül, ahol a befecskendezett és meggyújtott tüzelőanyagot elégeti. Az égés eredményeként keletkező égéstermék gázok a fúvócsövön kiáramolva tolóerőt hoznak létre.

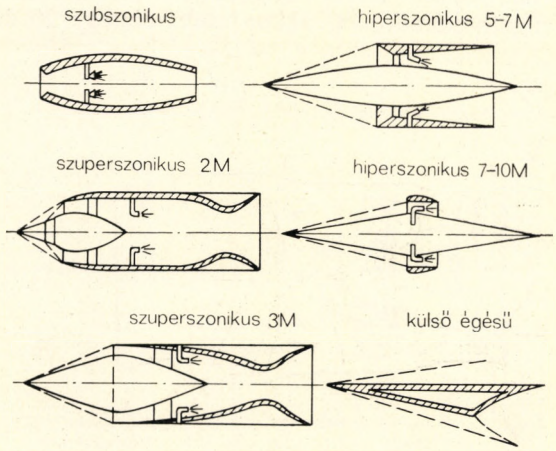


2. ábra: Torlósugárhajtómű

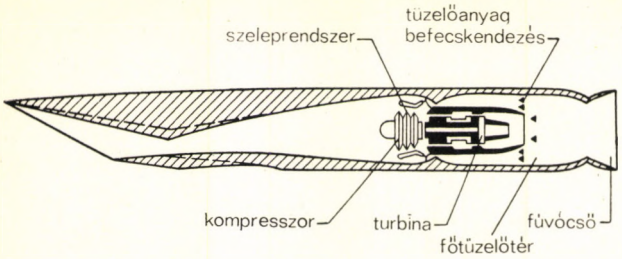
A működési elvből kitűnik, hogy a levegőnek a hajtóműbe meghatározott sebességgel kell bejutnia. Más szavakkal szólva ez azt jelenti, hogy egyik torlósugárhajtómű sem indítható álló helyzetből, vagyis a torlósugárhajtóművek megindításához a repülőeszközt fel kell gyorsítani. Ez az indítási sebesség a hajtómű mértékadó (tervezési) sebességétől függ és meglehetősen nagy érték, különösen ha az említett hiperszonikus változatról van szó. Természetesen ez a tulajdonság nem kedvező, de bőven kárpótol érte, hogy a környező levegőt felhasználó valamennyi sugárhajtómű közül a torlósugárhajtóművel érhető el a legnagyobb sebesség.

Manapság több mint egy tucat torlósugárhajtómű típus létezik. Ezek abban különböznek egymástól, hogy mindegyiket meghatározott sebességre tervezték. A 3. ábrán a különféle torlósugárhajtóművek elvi vázlatait mutatjuk be. A mértékadó repülési M-számtól (a tervezési sebességtől) függően a torlósugárhajtómű lehet szubszonikus, szuperszonikus és hiperszonikus.

A hiperszonikus torlósugárhajtóműveket is több csoportra osztják a tüzelőtér formája, nemkülönben az égési övezetben áramló levegő sebessége szerint. Az eddig készült torlósugárhajtóművek tüzelőterében az áramlás sebessége szubszonikus volt. Csak az utóbbi években kezd ték megaz olyan torlósugárhajtóművek tervezését, melyek tüzelőterében szuperszonikus



3. ábra: Különféle sebességtartományokra tervezett torlósugárhajtóművek elvi vázlatai



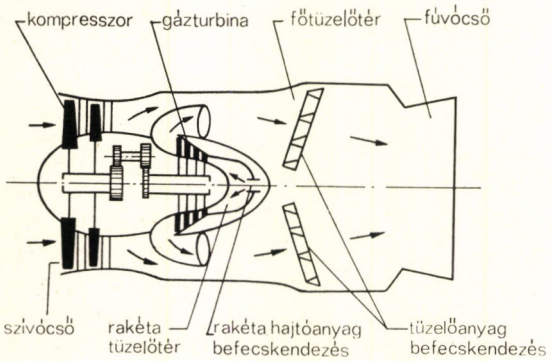
4. ábra: Gázturbinás torlósugárhajtómű

az áramlási sebesség. Ez utóbbinak továbbfejlesztése a tüzelőtér nélküli torlósugárhajtómű; itt az égés a repülőeszközt körülvevő áramlásban megy végbe. Az ilyen, külső égésűnek nevezett torlósugárhajtóművel az előzetes számítások szerint mintegy 20 M-sebességet lehetne elérni.

A torlósugárhajtómű mértékadó repülési sebessége meghatározza a hajtómű szerkezeti kialakítását. Ilyenformán különösen a nagy hiperszonikus sebességeken a hajtómű a repülőeszköz külső alakját is meghatározza. (A forma átalakítása különösen szembeötlő a külső égésű változaton.)

A különféle hiperszonikus torlósugárhajtóművek kialakításával számos ország tervezőintézete foglalkozik. Velük valójában egyes-egyedül a rakétahajtóművek versenyezhetnek. Ez utóbbiak az üzembiztosság és a szabályozhatóság szempontjából, valamint igen fejlett műszaki színvonaluk folytán fölényben vannak a hiperszonikus torlósugárhajtóművekkel szemben. A hiperszonikus torlósugárhajtóművek igen számottevő előnye viszont, hogy a rakétahajtóműveknél lényegesen gazdaságosabbak.

A *rakétahajtómű* jelenleg az egyetlen, mellyel a szubszonikustól a hiperszonikusig a repülés bármely sebességtartományában tartósan lehet repülni, bár a légkörön belül igen rossz hatásfokkal. A pilótavezette repülőeszközökön kedvezőbb a jól szabályozható folyékony hatjóanyagú rakétahajtóműveket beépíteni, mégpedig a legnagyobb fajlagos tolóerőt eredményező hajtóanyag komponens párral. E hajtóművek lehetőségei úgyszólván határtalanok, ezt igazolják egyebek között ismert űrhajózási felhasználásaik. Kétségtelen azonban, hogyha sikerül kifejleszteni a hiperszonikus torlósugárhajtóműveket, akkor ezek mintegy 20 M repülési sebesség értékig ki fogják szorítani az ilyen sebességig gazdaságtalan, drága üzemű rakétahajtóműveket.



5. ábra: Gázturbinás rakétahajtómű

Kombinált hajtóművek

A környező levegőt felhasználó sugárhajtóműveket egyesítve alakul ki a *gázturbinás-torlósugárhajtómű,* amely tulajdonképpen egybeépített gázturbinás sugárhajtómű és torlósugárhajtómű. A gázturbinás sugárhajtómű a repülőeszközt arra a sebességre gyorsítja fel, amelyen a torlósugárhajtómű már indítható.

A 4. ábra szerinti változatban e kombinált szerkezet alapja egyszerű gázturbinás sugárhajtómű. A felszállási, a felgyorsulási és a leszállási üzemmódokban e hajtómű kombináció gázturbinás sugárhajtóműként üzemel, a hiperszonikus sebességeken pedig mint torlósugárhajtómű. Az üzemmódot a légbeömlő nyíláson elhelyezett szeleprendszer zárásával vagy nyitásával változtatják.

A gázturbinás sugárhajtómű és a rakétahajtómű kombinálásával kialakított *gázturbinás rakétahajtómű* rakétaegysége lehet akár szilárd- akár folyékony hajtóanyagú. Az 5. ábrán ilyen hajtómű elrendezését folyékony hajtóanyagú rakétaegységgel mutatjuk be. Ami a hajtóműrendszer működését illeti, a hajtóanyag komponenseit (a tüzelő- és az oxidáló anyagot) a befecskendező fúvókákon táplálják be a rakétahajtómű tüzelőterébe, ahol megkezdődik az égés. Mivel a rakétahajtómű tüzelőanyag felesleggel dolgozik, ezért az égés tökéletlen és így a belőle kiáramló gázok hőmérséklete viszonylag alacsony. Ez azért szükséges, mert gázok hajtják a turbinát, és kis hőmérsékleten nem károsítják a turbina lapátjait.

A turbina hajtotta kompresszor nagy nyomású levegőt szállít a fő tüzelőtérbe, ahol a levegő oxigénje egyrészt tökéletesen utánégeti a rakétahajtóműből kiáramló, a turbinát hajtó égéstermék gázt, másrészt elég a fúvókákon befecskendezett tüzelőanyag. A főtüzelőtérből távozó égéstermék gázok a fúvócsövön áramolnak ki és az ismert módon tolóerőt hoznak létre.

A hajtómű kombináció előnye az egyszerű, valamint az utánégetős gázturbinás sugárhajtóművekkel szemben, hogy lényegesen kisebb a kompresszort hajtó turbina mérete és súlya, hiszen nem áramlik át rajta a kompresszor előállította nagynyomású levegő, hanem csak a rakétahajtómű tüzelőteréből kiáramló, a levegőhöz viszonyítva igen kis mennyiségű, de annál jóval nagyobb energia tartalmú égéstermék gáz. A turbina méret- és súlycsökkenése folytán kisebb méretű, de nagyobb tolóerejű gázturbinás sugárhajtóművek készíthetők. Természetesen ez a hajtómű kombináció csak mintegy 20–25 km magasságig működtethető.

A *torlósugaras rakétahajtóművet* mint elnevezése is mutatja, a torlósugárhajtóműből és a rakétahajtóműből alakították ki. Számos elvi változata ismert, az előbb tárgyalt gázturbinás rakétahajtóművekhez hasonlóan itt is a rakétaegység lehet szilárd és lehet folyékony hajtóanyagú. E hajtómű kombináció egyik változata a 6. ábrán látható.

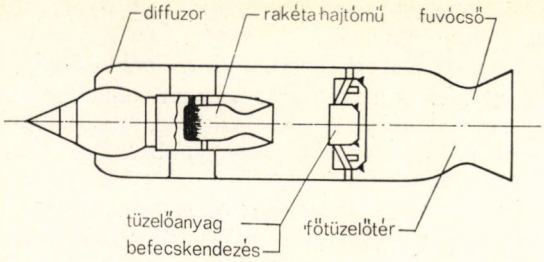
A rakétahajtómű itt is tüzelőanyag felesleggel üzemel, s így tüzelőterében az égés tökéletlen. Az elégetlen

tüzelőanyag részecskéket tartalmazó égéstermék gázokat a fő tüzelőtérben a diffuzoron keresztül beáramló levegő oxigénje utánégeti. A fő tüzelőtérbe még kiegészítőleg a befecskendező fúvókákon tüzelőanyagot is betáplálnak, melyet ugyancsak a levegő oxigénje éget el. A rakétahajtómű égéstermék gázainak utánégetése miatt a tüzelőteret hosszúra kell kialakítani. A fő tüzelőtérben keletkező égéstermék gázok a fúvócsövön távozva hozzák létre a tolóerőt.

A tiszta torlósugárhajtóművel szemben e hajtómű kombináció előnyös vonása, hogy önállóan, tehát segédhajtómű nélkül indítható. Ehhez járul, hogy növekszik a hajtómű szerkezet felhasználhatóságának tartománya mind a magasság, mind pedig a sebesség tekintetében, továbbá a szerkezet igen egyszerű és üzembiztos. Nem kedvező viszont, hogy a tolóerő szabályozása ezen a hajtóművön meglehetősen körülményes.

Következtetések

Az ismertetett hajtóművek közül az elképzelések szerint a gázturbinás hajtóműveket és a rakétahajtóművel kombinált változatot a hiperszonikus repülőeszközök



6. ábra: Torlósugaras rakétahajtómű

indító hajtóműveként tervezik felhasználni. A gázturbinával és a rakétahajtóművel kombinált torlósugárhajtóműveket univerzális, indító és menethajtóműként, a torlósugárhajtóműveket pedig az említett repülőeszközök menethajtóműveként veszik figyelembe. Meg kell azonban jegyezni, hogy a hiperszonikus torlósugárhajtóművek és a kombinált hajtóművek mindegyike tervezési, legfeljebb kísérleti stádiumban van és felhasználásukkal a legközelebbi jövőben még nem számolhatunk.

DR. AUJESZKY LÁSZLÓ
a földtudományok doktora

A meteorológiai hadviselés lehetőségei

Mint a legtöbb tudományos felismeréssel, műszaki találmánnyal megtörténik, az *időjárás mesterséges befolyásá*nak kérdésével kapcsolatban is felvetődött a katonai alkalmazás lehetősége. Sokszor ez a probléma már akkor előtérbe kerül, amikor még az új kutatási terület feltárása éppen hogy csak megkezdődött. Az időjárás mesterséges befolyásolásában még alig jutottunk túl az első tapogatódzó kísérleteken, amelyek egyes légköri jelenségek befolyásolására, többek közt az csőkeletkezés folyamatába való beavatkozásra irányulnak, és máris akadtak katonai szakértők, akik mérlegelni kezdték a meteorológiai hadviselés vagy helyesebb kifejezéssel *hidrometeorológiai hadviselés* gondolatát, sőt bizonyos különleges éghajlati körülmények között e gondolat valóra váltását.

Az időjárás mesterséges befolyásolása

A világ közvéleménye előtt a közelmúltban lelepleződött, hogy az Egyesült Államok az indokínai háborúban többek között hidrometeorológiai jellegű hadviselést is folytat. Ennek egyik mozzanata a Vietnami Demokratikus Köztársaság gátrendszereinek, többek közt a Vörös-folyó gátjainak légi bombázással való megsemmisítése a megtámadott terület vízgazdálkodásának tönkretétele végett. A hadviselésnek ez a barbár módszere mindenekelőtt az ország békés polgári lakosságát sújtja.

A hidrometeorológiai hadviselés katonai koncepciójához hasonló természeti beavatkozás a dzsungelek pusztítása, jobbanmondva meggyérítése nagyhatású defoliánsok, lombtalanító szerek tömeges bevetésével. Ezek a katonai műveletek a támadó fél szempontjából előnyösek, mivel javítják a terep áttekinthetőségét, és előmozdítják a katonai ellenőrzés lehetőségét. Helyrehozhatatlan károkat idéznek elő azonban, hiszen gyökeres módon megváltoztatják az éghajlati viszonyokat is, és súlyos mértékben fokozzák a felszíni lefolyást, következésképpen növelik az árvízveszedelmet, amely a trópusi felhőszakadások övében amúgyis állandóan fenyeget.

Egy további lépést jelent a mesterséges csőkeltés módszereinek katonai alkalmazása. A mesterséges csőkeltés mai módszerét 1946-ban fedezte fel Schaefer amerikai meteorológus és Langmuir Nobel-díjas fizikai kémikus, akik mindketten a General Electric Co. kutatóintézetében, Schenectadyben működtek.

A mesterséges csőkeltés tudományos alapjainak megértéséhez bizonyos meteorológiai ismereteket röviden át kell tekintenünk. Az időjárás nagyszabású folyamatai (csőzések, zivatarok, szélviharok, hideghullámok és meleghullámok) keletkezéséhez olyan

óriási energiamennyiségek szükségesek, amelyek sokszorosan felülmúlják azokat, amelyeket az ember technikai eszközeivel elő tud állítani. Így például egyetlen elszigetelten fellépő helyi zivatar előidézéshez olyan energiamennyiségre volna szükség, amely nagyságrendekkel meghaladja a legnagyobb atom- vagy hidrogénbombákét.

Ebből az energetikai aránytalanságból, amely a természet energiagazdálkodása és az emberiség lehetséges energiakészleteinek a nagysága között fennáll, az említett Schaefer-Langmuir felfedezés előtt sok kutató azt a lehangoló következtetést vonta el, hogy az emberiségnek valószínűleg sohasem lesz módjában a légkör folyamataiba beleavatkozni, azokat mesterséges úton fokozni vagy megakadályozni.

A meteorológiai ismeretek gyarapodása azonban nyilvánvalóvá tette, hogy a légkörben igen gyakran fordulnak elő úgynevezett *metastabil állapotok,* vagyis olyan viszonyok, amikor valamilyen légköri esemény (például egy zivatar) kialakulásához szükséges energiamennyiségek túlnyomó része már készen jelen van a levegőben, és mindössze *egy kevés kiegészítő energiára* van még csak szükség a zivatar fellépéséhez. Ha az energiatöbblet valamilyen forrásból rendelkezésre áll, akkor a zivatar kitör. Ha ellenben ez a csekély energiatöbblet nincs jelen, akkor a zivatarfelhők kifejlődése megakad.

1. kép: Feltornyosuló gomolyfelhők

Nyilvánvaló tehát, hogy az időjárás változó alakulása folyamán olykor előállnak bizonyos légköri helyzetek, amikor *aránylag csekély energia befektetésével* el lehetne érni egy olyan időjárási esemény kialakulását, amely emberi segítség nélkül nem következett volna be.

Azt az aránylag csekély energiatöbbletet, amely metastabil-légköri állapot idején már elegendő lehet egy meghatározott időjárási esemény létrehozására, a meteorológiában *kiváltási energiának* mondják. Ezzel az elnevezéssel azt akarják kifejezni, hogy a szóban forgó légköri esemény előidézéséhez szükséges nagy energiamennyiségnek a túlnyomó része már tárolva van a légtömegekben, de az esemény bekövetkezéséhez még az is szükséges, hogy egy energetikai szempontból kisebb jelentőségű kiváltó hatás (nemzetközi szakkifejezéssel: triggerhatás) is érvényesüljön.

A kémiában különösen a vegyipar területén bőségesen kiaknázzák a *katalízis* jelenségét. Tudvalevően a katalizátor olyan anyag, amely saját maga nem vesz ugyan részt valamely megkívánt, nagy arányokban létrehozandó vegyi reakcióban, de nélkülözhetetlen e reakciónak a megindulásához és lezajlásához. A modern tudomány a katalizálás fogalmát ennél szélesebben is értelmezi, mert nemcsak vegyi reakciókat, hanem bizonyos fizikai folyamatok (például a túlhűlt folyadékok megfagyását is) elő lehet mozdítani bizonyos különleges vegyi anyagok bejuttatása segítségével. Ilyen tágabb értelemben vett katalízisen alapszik a műszaki úton végzett esőkeltés.

Az esőképződés feltételei

Már századunk második negyedében felismerték a meteorológusok, hogy az esőképződés a valóságban sokkal bonyolultabb folyamat, mint amilyennek azelőtt gondolták és amilyennek sok ember még ma is hiszi.

Az esőképződés folyamata ugyanis az alábbi négy lépésből tevődik össze

1. A légkör 1000–5000 m közötti magasságú rétegeiben (az úgynevezett alsó troposzférában) erős felszálló légmozgás keletkezik, amely nagy mennyiségű levegőt (és a levegővel együtt vízgőzt) visz fel a magasabb rétegekbe. Ez a folyamat nélkülözhetetlen az eső keletkezéséhez *(szükséges feltétel)*, azonban nem elegendő feltétel hozzá, mert még egy sereg más feltételnek is teljesülnie kell ahhoz, hogy az eső létrejöhessen.

2. A felszálló levegő a magasabb, kisebb légnyomású rétegekbe jutva, kitágul és ennek folytán erősen lehűl (vagyis adiabetikus lehűlést szenved), éspedig minden kilométernyi emelkedés után hőmérséklete közelítőleg tíz fokkal csökken. Ennek az erőteljes és gyorsan lejátszódó lehűlésnek a hatása alatt a felszálló levegő tartalmazta vízgőzből sok milliárdnyi *egymástól különálló* apró, mikroszkópi kicsinységű vízcseppecske keletkezik. Ilyenformán létrejön az esőképződésnek egy további szükséges feltétele: a *felhő.* Mindjárt azt is hozzá kell fűznünk, hogy az így keletkező felhőnek legtöbbször 0 C°-nál alacsonyabb a hőmérséklete, vagyis a felhő általában úgynevezett *túlhűlt vízcseppek*ből áll.

3. A felhőt alkotó eredeti túlhűlt vízcseppecskék túlságosan kicsinyek, semmint a felhőből kieshetnének. A túlhűlt felhőkből tehát csak akkor eshetik ki eső, ha a felhőben *még egy további fontos átalakulás* is fellép, amelynek bekövetkezése ugyancsak *szükséges feltétele* az esőképződés létrejöttének. Ez a nélkülözhetetlen átalakulás abban áll, hogy a túlhűlt vízcseppecskék *egy része* valamilyen külső hatás következtében *megfagy,* vagyis kisméretű jégszemecske keletkezik belőle. Ha ez a fontos felhőfizikai folyamat megindul, akkor már rohamosan megy végbe a felhő viselkedésének átalakulása. A felhőben újonnan keletkezett jégszemecskék sebesen növekednek, elérik a szabad szemmel is látható méreteket. Ezek a nagyobb jégszemek már nem lebeghetnek tovább a felhőben, hanem hullani kezdenek, más szóval úgynevezett *elsődleges csapadék* létesül belőlük, amely nem vízcseppecskékből, hanem szilárd halmazállapotú vízből áll. Ebben rejlik az esőképződésnek az a szükséges feltétele, amely a természetben aránylag a legnehezebben teljesül.

4. Az esőképződés folyamatának utolsó mozzanata, hogy a felhőből kihulló jégszemek esés közben belekerülnek a légkör alsó, melegebb rétegeibe és itt elolvadnak vízcseppekké; ezeket nevezzük esőcseppeknek. Ha ez az utolsó szükséges feltétel nem következik be, akkor eső helyett szilárd halmazállapotú csapadék (jégeső vagy hó) érkezik le a talajra.

Az előbb felsorolt feltételek egyike sem elegendő egymagában az eső keletkezéséhez. Csakis a négy szükséges feltétel *együttes beteljesedése* az esőképződés elegendő feltétele.

Ezeknek a meteorológiai tényeknek a felfedezése, az úgynevezett Bergeron–Findeisen-féle esőelmélet felállítása megoldotta azt a régi időjárási talányt: mi az oka annak, hogy a felhők legnagyobb részéből nem hull ki eső, sőt még a nagyon fenyegetőnek látszó, sötét és vastag felhőtömegek sem mindig képesek esőt szolgáltatni.

Ennek a régi keletű meteorológiai talánynak a megoldása az, hogy sok olyan felhő van, amelyben az esőképződés elmondott négy szükséges feltétele közül egy vagy esetleg több is nem áll fenn. A legtöbb felhőben az előbb *3* alatt említett folyamat hiányzik, vagyis a mikroszkopikus kicsinységű túlhűlt vízcseppek kifagyása nem következik be; ez a körülmény pedig az eső keletkezéséhez szükséges eseménylánc megszakadását jelenti.

A mesterséges esőkeltés

De éppen ezt a folyamatot fizikai értelemben katalizálni lehet. Schaefer és Langmuir meteorológiai felfedezése azáltal nyitott korszakot, hogy olyan eljárást találtak, amellyel mesterséges úton lehet előidézni, pontosabban szólva támogatni a tisztán csak túlhűlt cseppecskékből álló felhők fokozatos kifagyását. Ha ez megtörténik, akkor az esőképződés folyamatláncolata már magától megy tovább.

A beavatkozási eljárás igen egyszerű. Eredetileg repülőgépekről szórtak ki szárazjeget (szilárd széndioxidot) a túlhűlt felhőkbe. A szilárd széndioxid erős hűtőhatása megindítja a metastabil állapotú túlhűlt vízcseppek kifagyását. Minthogy katalízisszerű hatásról van szó, már igen kis mennyiségű szárazjég is elegendő hatalmas térfogatú felhőtömegek átalakításához.

Később kitűnt, hogy még jobb eredmények érhetők el akkor, ha a szárazjég helyett bizonyos más vegyi anyagokat, elsősorban ezüstjodidot vagy ólomjodidot használnak. Amerikában például a mesterséges esőkeltés céljára majdnem kizárólag ezüstjodid szolgál.

Annak idején a mesterséges esőkeltési eljárás felfedezése a tudományos világ nagy eseménye volt, hiszen ekkor sikerült első ízben emberi eszközökkel beleavatkozni a légkör hatalmas arányú folyamataiba. A meteorológia, mely mindaddig megfigyelő tudomány volt, bevonult a kísérletező tudományok sorába. A beavatkozás sikere teljes mértékben igazolta kísérleti bizonyítékok segítségével, az imént ismertetett Bergeron–Findeisen-féle esőelmélet helyességét.

Vitatható maradt azonban a Schaefer–Langmuir-féle felfedezés *gyakorlati* alkalmazhatóságának a mértéke. Eleinte, az ötvenes években azt remélték, hogy a mesterséges esőkeltés útján enyhíteni lehet a Föld száraz vidékein uralkodó vízhiányon. Esőkeltési kísérletek indultak meg Kaliforniában, Izraelben és a földkerekség számos más olyan területén, amelyet szárazság sújt. Ezek a kísérletek nem váltották be a hozzájuk

2. kép: Erőteljes felhőképződés magashegység felett

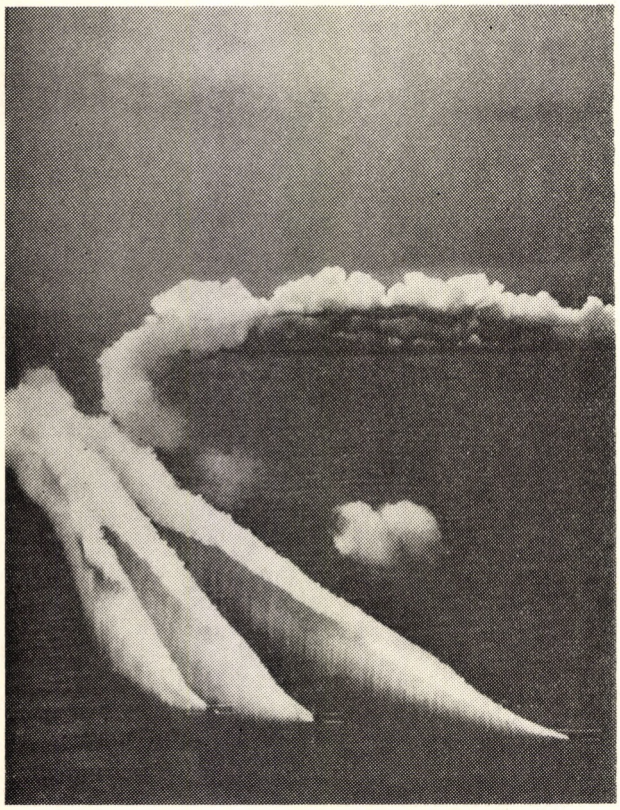
fűződő reményeket. Legtöbbször nem volt a terület felett kellő méretű túlhűlt felhő sem. Amikor pedig ilyen volt, akkor is csak csekély mennyiségű mesterséges csapadékot szolgáltatott, holott e területek vízgazdálkodási gondjain csak az segítene, ha óriási vízmennyiségeket sikerülne előteremteni. Ezért a Föld száraz és sivatagi területeinek vízellátási nehézségeit ma már nem a mesterséges esőkeltésben keresik, hanem újabban a tengervíznek atomenergia segítségével való nagyszabású sótalanítása került az érdeklődés előterébe.

Más a helyzet a trópusi övben és a mérsékelt éghajlati öv hegyes vidékein. Ezt a kétféle éghajlatot az jellemzi, hogy az esők vagy a havazások igen bőségesek. Ezeknek a csapadékoknak az évi mennyiségét *még 10–20%-kal is meg lehet növelni* ezüstjodidos beavatkozások segítségével, ha az ezüstjodidot hónapokon keresztül napról-napra kiszórják.

Amerika nyugati partjain, a Sziklás-hegységben azért végeznek ilyen rendszeres, egész éven át folytatott esőkeltő beavatkozásokat, mert az évi esőmennyiség ily módon elérhető 10–20%-os megnövelésével a vízierőművek szolgáltatta energia is hasonlóképpen megnő. Az sem elhanyagolható szempont, hogy a papíripart ellátó nagy erdőgazdaságok lényegesen több faanyagot termelnek. Az esőkeltő beavatkozás költsége az erőművek vagy az erdőgazdaságok többlettermeléséből sokszorosan megtérül.

Így állt elő az a helyzet, hogy a mesterséges esőkeltést jelenleg elsősorban azokon a területeken alkalmazzák, amelyeknek az éghajlata olyan, hogy már természetes úton is rendkívül sok a csapadék.

Az amerikai hadvezetés felismerte, hogy a mesterséges esőkeltési eljárás alkalmazására igen jól megfelel az Indokínában uralkodó, esőben gazdag trópusi éghajlat. Az Egyesült Államok a hidrometeorológiai háború eszközeként aknázza ki ezt a lehetőséget. Ez a beavatkozás nagymértékben súlyosbíthatja az árvízveszélyt. Hiszen még a szabályozott és rendezett medrű európai folyókon is az árvízi vízhozam 10–20%-os megnövelése sok esetben katasztrófát okozna.



3. kép: Mesterséges ködképzés

Mint már említettük, a csapadékoknak és a folyórendszerbe kerülő vízmennyiségnek a mesterséges felhőátalakítás útján való megnövelése csupán egyik tényezője a hidrometeorológiai hadviselésnek, amely ezenkívül más eszközökkel, például a védőgátak barbár bombázásával is arra törekszik, hogy vízgazdálkodási egyensúlyt nagy területeken felborítsa. Ezek az antihumánus módszerek mindenekelőtt a hátországot, a polgári lakosságot sújtják.

Egyéb módszerek

A meteorológiai hadviselésnek vannak egyéb módjai is. Évekkel ezelőtt felmerült például az az elgondolás, hogy az ellenséges terület felett a légkör úgynevezett ózonpajzsát meg lehetne semmisíteni.

Ismeretes, hogy a Napról a bennünket éltető és megvilágító sugárzáson kívül még láthatatlan ibolyántúli sugárzás is érkezik; ennek a hosszabb hullámhosszú része csak mérsékelten károsítja az emberi szervezetet, rövidebb hullámú része azonban az élőlények pusztulását idézné elő, ha elérné a Föld felszínét. E sugárzás a légkör magasabb rétegeiben teljes elnyelődést szenved. Maga a tiszta levegő bizonyos fokig még átbocsátja az ibolyántúli sugárzást, de a felső légkörben bizonyos mennyiségű ózon (O_3) van jelen, és ez a gáz a veszélyes sugárzást teljesen elnyeli. A földi életet tehát úgynevezett ózonpajzs védi meg az említett káros sugárzástól.

Az elmondottakból következik, hogyha ezt az ózonpajzsot valamilyen beavatkozással a hadviselő fél megszüntetné vagy megvékonyítaná az ellenség területe felett, ezátal olyan katasztrófát idézhetne elő, amely felülmúlná még a jelenleg ismert tömegpusztító fegyverek hatását is.

Bizonyos fokig megkönnyíti e terv keresztülvitelét, hogy az ózon könnyen bomló anyag. Megnehezíti viszont, hogy az ózon a légkör óriási térségeiben oszlik szét, elsősorban a légkör 20 és 50 km közötti magasságában, vagyis mintegy 15 milliárd km^3 térfogatban. Ily módon ez az új meteorológiai tömegpusztító fegyver belátható ideig még számításon kívül esik.

A meteorológiai hadviselés jólismert hagyományos módszere a mesterséges ködképzés. A mesterséges köddel végzett álcázást mindkét világháborúban a védekező és a támadó hadműveletekben egyaránt használták. A mesterséges ködképzés nem katalizátorszerű anyagokat használ és nem vízcseppekből álló ködöt hoz létre, hanem a különféle ködképző anyagok cseppjeiből létesít ködöt.

A hadviselés meteorológiai és hidrometeorológiai módszereit és eszközeit összefoglalva, ki kell emelnünk, hogy ezekkel az eszközökkel (a mindenütt alkalmazható ózonpusztító beavatkozás kivételével) általában csak ott érhetők el eredmények, ahol a terep éghajlati és domborzati adottságai kedvezőek a mesterséges beavatkozás szempontjából.

HATOS GÉZA
okl. gépszerkesztő szakmérnök

Kevés karbantartást igénylő tehergépkocsi-szerkezetek

Korunk egyik jellemzője a közlekedés és a szállítás régebben elképzelhetetlen mértékű növekedése. Magától értetődik, hogy a hadseregek technikai eszközei között a gépjárművek kiemelkedő fontosságra tettek szert. Néhány svájci eredetű adat igen jól mutatja a fejlődést. Míg 1938-ban az ezer katonára jutó gépjárművek száma 27 volt, addig 1948-ban már ez a mennyiség 61-re, 1951-ben 105-re, 1968-ban pedig 159-re növekedett. Ugyanezekben az években az ezer katonára jutó motorteljesítmény rendre 130, 1100, 3000 és 6800 LE volt. Ezekből az adatokból ugyan nem tűnik ki, hogy a hadseregek milyen mértékben alapoznak a közúti szállítási rendszerre, de jól érzékelhető, hogy a gépjárművek száma viszonylagos és abszolút értelemben egyaránt megsokszorozódott.

Megnőttek persze az üzemeltetési és fenntartási költségek is, amelyek csökkentése már önmagában is elegendő indokul szolgál arra, hogy a járműszerkezetek tökéletesítése révén a karbantartási igényességet mérsékeljék. Amikor azonban a gépjárműveket katonai körülmények között használják, a karbantartási ráfordítási időnek, valamint az egyes karbantartási időközöknek a jelentősége sokkal nagyobb, mint a népgazdaságban. A katonai járművek konstrukciós kialakításakor tehát az olyan megoldások kerülnek előtérbe, melyek révén a technikai kiszolgálás egyszerűsíthető, olcsóbbá és gyorsabbá tehető.

A kenőhelyek számának csökkentése

A közepes műszaki színvonalnak megfelelő tehergépkocsikon 25–60 olyan szerkezeti rész van, amelyet zsírral vagy olajjal kell kenni. Ezeken a helyeken a kenőképességét elvesztett vagy részben elillant kenőanyagot rendszeres, előírt időközökben csere nélkül pótolni kell. A kenőhelyek számának csökkentése a szükséges szervizelések időközének növekedését, és ezáltal a szervizkiadások és az állásidők csökkenését eredményezi. További előny, hogy tetemes kenőanyagmegtakarítást lehet elérni, és számottevő szervízkapacitás szabadul fel. A kevés kenőhellyel kialakított jármű minőségi színvonala tehát magasabb.

Mivel meghatározásunk szerint „csere nélkül" kell a kenőanyagot pótolni, ilyenformán a motor, a sebességváltómű, az osztómű, a módosítómű, úgyszintén a kormánymű és a differenciálmű, valamint a kerékagyak nyomás alatti vagy szóró olajozású helyeit nem soroljuk az ismertetendő kenőhelyek közé, hiszen az említett egységeket csak az elhasználódott olaj teljes cserélése után szabad friss kenőanyaggal feltölteni. Ezeknek az egységeknek az üzemében a karbantartás megkönnyítése végett a kenési periódusok idejének tetemes meghosszabbítására törekednek.

Felvetődik a kérdés, hogy milyen módszerek, megoldások, anyagok stb. segítségével lehet a tehergépkocsik kenőhelyeinek számát csökkenteni vagy – ami ezzel egyenértékű – a szükséges kenési periódusok idejét megnövelni. Az alábbi négy módszer között választhatunk:

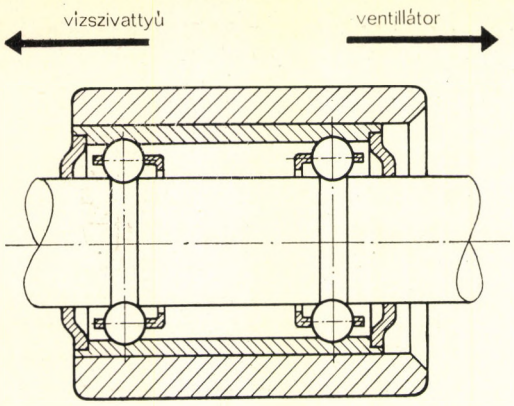
1. Mindenekelőtt a kenésszegény szerkezetek és elemek alkalmazását kell megemlíteni. Tulajdonképpen a kenésszegény kivitel is igényel karbantartást. Ha például egy csuklóstengely bordáshüvelyét eddig 3000 km-enként kellett kenni, de akár új, jobb kenőanyag használatával, akár más konstrukció kialakításával már csupán 12 000 km-enként van erre szükség, akkor kenésszegény kivitelről beszélhetünk. Általában akkor mondjuk kenésszegénynek a szerkezetet vagy az elemet, ha kenési periódusa az előző műszaki megoldásokhoz képest 3–5-szörösére megnő. Ezzel a megoldással tehát a kenőhelyek száma nem csökken ugyan, de lényegesen kevesebb lesz az utánkenéseké.

2. Igen célravezető módszer az élettartamkenésű egységek, szerkezetek, elemek kialakítása. Ezeket elegendő egyszer, az előállító üzemben az összeszerelés alkalmával megtölteni kenőanyaggal, s ez az alkatrész már további kenést nem igényel. Ide sorolhatók az úgynevezett önkenő csapágyak is. E módszer alkalmazásával már ténylegesen csökken a kenőhelyek száma.

3. Különös figyelmet érdemel a kenést egyáltalán nem igénylő vagyis kenésmentes szerkezetek beépítése. Nyilvánvaló, hogy a kenőhelyek radikális csökkentésének ez a legideálisabb, de egyszersmind a legnehezebb módja.

4. Végül az önműködő központi kenőrendszer alkalmazásáról kell szólnunk. Ez a módszer igen költséges, s ráadásul a kenőhelyek és a szükséges utánkenések száma sem csökken, viszont a kenést a beállított időközökben a rendszer önműködően elvégzi. Általában 3–5 naponként kell a rendszer kenőanyagtároló tartályát feltölteni. A módszer kedvezőtlen vonása, hogy csak egyféle vagy igen drága kivitelben legfeljebb kétfajta kenőanyag használatára van lehetőség. Az önműködő központi kenőrendszer leginkább a kenésszegény szerkezetekkel, elemekkel megvalósított rendszerhez hasonlítható.

Az említett megoldási módszereket mintegy két évtizeddel ezelőtt kezdték kialakítani és öt–hat éve már kenésszegény tehergépkocsik is forgalomba kerültek. Igen jól sikerült a Berliet-féle *Stradair–50* típusú, 50 kN hasznos terhelésű áruszállító, amelyen mindössze három (!) kenőhely van. Szempontunkból jó konstrukciónak mondható a Mercedes gyártmányú *L 406/408* (14 kenőhely), továbbá a Fiat-féle *625* (21 kenőhely) típus is.



1. ábra: Egybeépített ventillátor és vízszivattyú tengelyének élettartamkenésű csapágyazása

A motor tartozékai

A következőkben áttekintjük a tehergépkocsik kenésszegény, élettartamkenésű és kenésmentes főegységeit, szerkezeteit és alkatrészeit, úgyszintén a megvalósításhoz alkalmas anyagokat, továbbá az eddigi hazai kísérleteket. Először a motor tartozékait, nevezetesen a befecskendező szivattyút, a ventillátort és a vízszivattyút vizsgáljuk.

A befecskendező szivattyú a legtöbb Diesel-motoron még külön olajtérből kapja a kenőolajat; az olajtérben a hiányt utántöltéssel kell pótolni. A szivattyú azonban egyszerűen beköthető a motor kenőrendszerébe oly módon, hogy pl. a motor vezérműrendszerének olajcsatornájából egy leszűkített keresztmetszeten vezetik az olajat a szivattyúházhoz. Innen az olaj a szabályozóházhoz, majd az a túlfolyó vezetéken keresztül ismét a motor kenőolajterébe kerül. Ilyenformán a kenőhelyek száma eggyel csökkenthető.

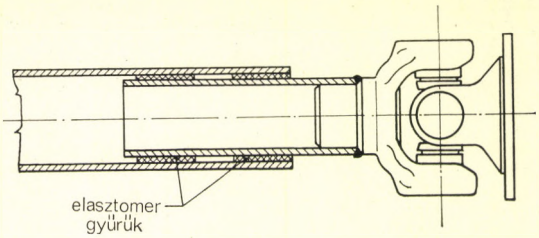
A ventillátor és a vízszivattyú a legtöbb motoron közös tengelyen van, bár szerelik őket külön-külön is. Mindkét esetben élettartamkenésű gördülőcsapágyakat lehet használni.

Új konstrukciókon célszerű a ventillátor és a vízszivattyú egybeépítése, éspedig az 1. ábra szerinti vagy hasonló kialakításban. Itt élettartamkenésű, tehát zárt gördülőcsapágyak helyett a vízszivattyú tömítésétől különállóan, zárt házban elhelyezett kétgolyósort építenek be. A belső gyűrű maga a tengely, a külső pedig a házba sajtolt acélpersely. A golyókosár anyaga poliamid vagy acéllemez. Ez a megoldás már számos, nagysorozatban gyártott Diesel-motoron is megtalálható.

A tengelykapcsoló

Négy olyan szerkezeti elem van a hagyományos kivitelű tengelykapcsolón, amelyet rendszeresen kell kenni; ezek a kinyomócsapágy, a kinyomóhüvely, a kinyomóvilla-csap és a kinyomótengely a tengelykapcsoló házban.

A kinyomócsapágy rendszeres kenése elmaradhat, ha élettartamkenésű gördülőcsapágyat építenek be. Mivel az igénybevétel meglehetősen nagy, ezért százezer óránál hosszabb élettartamot ritkán lehet elérni.



2. ábra: Műanyaggyűrűkkel gondoskodnak a csuklóstenyely hosszkiegyenlítéséről, a forgatónyomaték átviteléről. Kenésre nincs szükség

A kinyomócsapágy belső gyűrűje a kinyomóhüvelyen keresztül fekszik fel a nyeleskerék fedeléből kinyúló szárra. Mivel itt a felületi terhelés viszonylag csekély, ezért száraz kenés alkalmazható, amelyben a hagyományos kenőanyagoktól, a zsíroktól és az olajoktól mentes anyagfajtákat használnak. Itt két módszer kínálkozik. Az egyiket alkalmazva a kinyomóhüvely felületét vonják be szénnel, politetrafluoretilénnel, molibdén-diszulfiddal, volfrám-szulfiddal vagy valamilyen más megfelelő műanyaggal. A másik szerint e bevonatok közül bármelyiket a nyeleskerék szárára is felvihetik; ekkor a kinyomóhüvely felületét nem kell bevonni.

Jellemzésképpen érdemes az egyik molibdén-diszulfid típus, a *MolyTF* néhány adatát áttekinteni. Ezt az anyagot 0,1–2 mm vastagságban lehet acélperselyre – pl. a kinyomóhüvely belső felületére – felvinni. Fajlagos terhelhetősége 5,2 MPa, ha 1–2 mm, és 30 MPa, ha 0,1 mm a rétegvastagsága. Tulajdonságainak megváltozása nélkül lehet —70 C° és +280 C° hőmérséklethatárok között használni, megmunkálhatósága pedig azonos az öntöttvaséval.

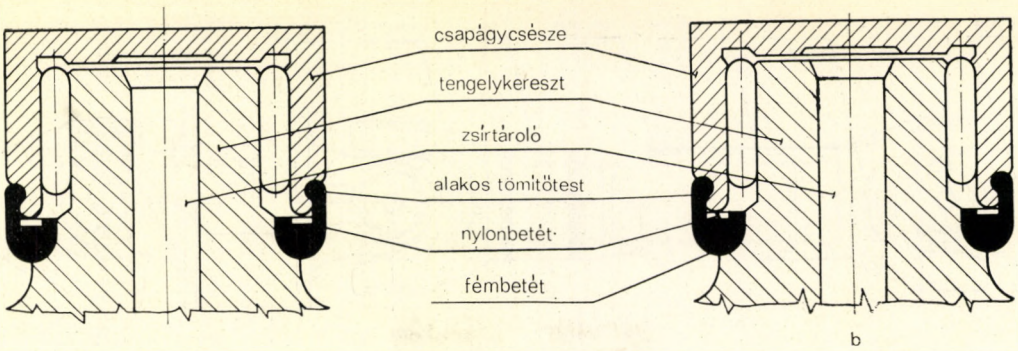
A kinyomóvilla-csap az újabb tengelykapcsolókon tűgörgős ágyazású. Ez a betöltött zsírt megóvja a kicentrifugálódás veszélyétől, mód van az élettartamkenésre.

A kinyomótengely a tengelykapcsoló házban két helyen van csapágyazva. Mindkét helyen lehetséges az élettartamkenés, ha az előbb ismertetett bármelyik bevonó anyagot itt is felhasználjuk. Rajtuk kívül tekintetbe jöhet még e síklócsapágyak belső felületének poliformaldehiddel való bevonása is. Ennek az anyagnak a legnagyobb fajlagos terhelhetősége 16–18 MPa. Igen előnyös lehet még a max. 18–20 MPa fajlagos terhelhetőségű, 0,5–0,8 mm vastagságban a perselyre olvasztott poliamid használata is.

Az itt felsorolt módszerekkel tehát négy, eddig rendszeres kenést kívánó helyet lehet a tengelykapcsolón élettartamkenésűvé átalakítani.

Hosszkiegyenlítéses csuklóstengelyek

Kialakítottak jóminőségű zsírokat használó kenésszegény csuklóstengelyeket. A bordástengelyeket az előírás szerint nagyjából 450, a tengelykereszteket pedig kb. 2000 üzemóránként kell kenni. Ezeket az időközöket a nemzetközileg elfogadott 30 km/h átlagsebességgel átszámítva 13 500, ill. 60 000 km úthossz adódik. Kenőanyagként a *Mobilgrease MP,*



3. ábra: Előre meghatározott kenőanyagveszteségre tervezett tengelykereszt-tömítések: a *személygépkocsikhoz,* b *tehergépkocsikhoz*

a *Mobilux Grease No. 2.*, a *BP Energrease LS 2,* a *Beason 2,* az *Esso Mehrzweckfett,* a *Deganol LG* és a *Gasolin Mehrzweckfett* zsírfajták ajánlhatók.

Igen érdekes az egyik nyugatnémet vállalat *Mechanics* típusú csuklóstengelyein bevezetett módszer. A bordástengelyt és -hüvelyt indukciós edzés után még gázfoszfatálják. A foszfátmolekulák a kristályhatárokon helyezkednek el, és a súrlódás csökkentésén kívül még bizonyos mértékű kenést is adnak. Ha a kenésre lítiumbázisú, kettős penetrációjú zsírokat használnak, átlagosan csupán 20 000 km-enként kell kenni a csúszóbordázatot.

Ez a kenés teljesen feleslegessé válik a 2. ábra szerinti elrendezésű csuklóstengelyen, hiszen itt nincs is csúszóbordázat. Az angol Polymer Engineering által kifejlesztett új konstrukcióban ugyanis a bordásagyat a belső cső, a bordáshüvelyt a külső cső helyettesíti. A kettő között két fröccsöntött elasztomer, vagyis rugalmas műanyaggyűrű található, amelyek a belső és külső csövet összekötik. Ezek a gyűrűk teszik lehetővé a hosszváltozást, és viszik át a forgatónyomatékot. A legnagyobb hosszváltozás 50 mm, a forgatónyomaték csúcsértéke pedig 1,4 kN.m lehet.

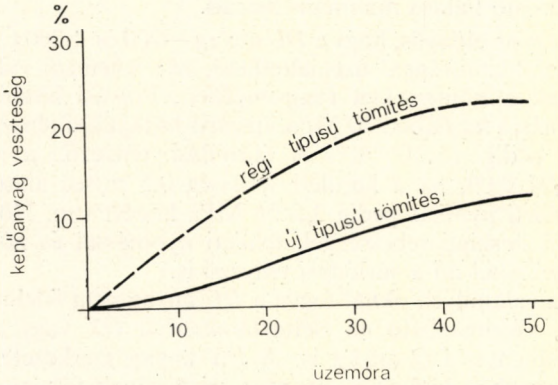
Az egyik igen szellemes új konstrukcióban tömítés van a csapágycsésze és a tengelykereszt között, ilyenformán a tengelykereszt ágyazása élettartamkenésű lehet. Ez az új tömítés a minimálisra csökkenti a kenőanyagveszteséget, s a külső közegek (por, víz, olaj stb.) behatása ellen tökéletes védelmet nyújt, végül lehetővé teszi, hogy a tűgörgős ágyazás mindig friss kenőanyagot kapjon.

A 3. ábrán az említett tömítés két változatát mutatjuk be: baloldalt (*a*) a személygépkocsik, jobboldalt (*b*) a tehergépkocsik csuklóstengelyére szerelt tömítést. Az *a* változat két elemből: a kenőanyag káros elszökését megakadályozó, molibdén-diszulfiddal impregnált nylonbetétből és a külső behatások ellen védő alakos tömítőtestből áll. A *b* változatban e két elemen kívül – a nagyobb tömegből adódó nagyobb centrifugális erő miatt – még egy külső fémbetétet is elhelyeznek. Mindkét változat olyan, hogy bizonyos csekély kenőanyagveszteséget megenged. Ez itt egyben hasznos is, mert így a tengelykereszt zsírtároló csatornáiból mindig friss kenőanyag jut a tűgörgős ágyazáshoz. A hagyományos, régi típusú tömítéshez képest a tömítési kenőanyagveszteség az új tömítéssel szerelt csuklóstengelynél így is mintegy 50%-kal csökkenthető (4. ábra).

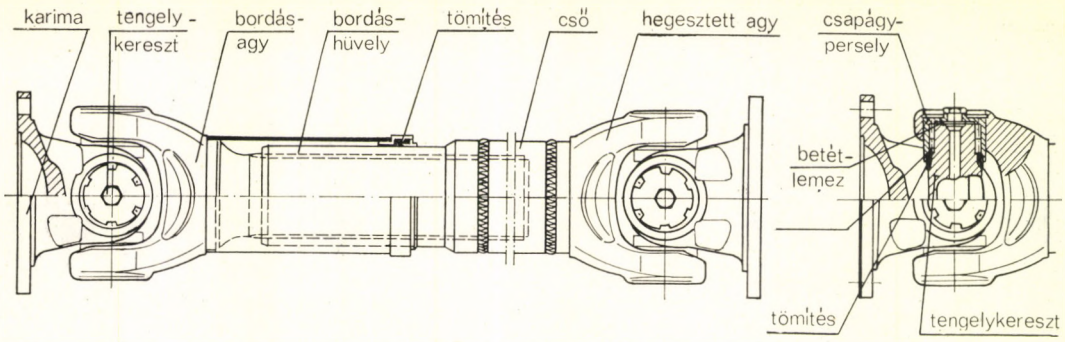
Szólnunk kell még a GWB gyár *587* típusjelű csuklóstengelyéről (5. ábra), amely az első sorozatgyártású, élettartamkenésű, tehergépkocsikba építhető szerkezet. Az élettartamkenésen kívül az is jellemzi, hogy a tengelykereszt ágyazására itt nem egy hosszú, hanem két rövid tűgörgősor szolgál. Ez a megoldás csökkenti a görgők egyoldalas kopását, és növeli a futáspontosságot. A tengelykereszt és a betétlemez kiképzése olyan, hogy az összeszereléskor betöltött olaj kis nyomáson látja el a kenést. Sikerült az említett *Mechanics* típusú csuklóstengelyeken alkalmazott módszer segítségével a bordásagyat és a bordáshüvelyt is élettartamkenésűvé tenni. Ha azonban a jármű üzemi körülményei nagyon kedvezőtlenek, és így a csuklóstengely fokozott igénybevételnek van kitéve, akkor hosszabb időközökben feltétlenül szükség van itt is külön kenésre, mert egyébként az élettartam nagyon megrövidülne.

Gömbcsuklók

Még akkor is, ha a legegyszerűbb kormányműrudazatot vesszük figyelembe, legalább négy helyen kell kenni, vagyis az élettartamkenésű és a kenésmentes szerkezeteken ennyi kenési hely szüntethető meg. Az élettartamkenésű és kenésmentes csapágyanyagok kifejlesztésének egyik úttörője az angol Glacier Ltd. volt. E vállalat hozza forgalomba a *DU, DX* és esetenként a *DQ* jelű anyagokat, amelyek személy- és tehergépkocsik gömbcsuklóihoz egyaránt alkalmasak.



4. ábra: A kenőanyagveszteség csökkenése az új típusú tömítéssel



5. ábra: Nagy terhelhetőségű, sorozatban gyártott, élettartamkenésű GWB *csuklóstengely*

A *DU* jelű csapágyanyag működéséhez nincs szükség zsírra vagy olajra, de célszerű, ha a vele érintkező elmozduló felületeket keménykrómozzák. Kimutatták, hogy lítiumbázisú zsírkenőanyag növeli az élettartamot, ha rendszeres időközökben végzik a kenést. Élettartamkenésű kivitel viszont kifejezetten káros, mert olyan pasztaréteg kialakulásához vezet, amely tetemesen megnöveli a súrlódást.

Gömbcsuklókon tehát a legjobb a *DU* csapágyanyagot beépíteni. Ez az anyag három rétegű: az első a levegő korrodáló hatása ellen kívülről ónozással védett, belül pedig rézréteggel bevont acélcsésze; ezt követi a lyukacsos szerkezetű, 0,25–0,30 mm vastagságú ónbronz középréteg, amelynek pórusait 80 térfogatszázalék politetrafluor-etilén (PTFE) és 20 térfogatszázalék ólompor keveréke tölti ki, végül a kb. 10–30 μm vastagságú fedőréteg következik, amelynek anyaga megegyezik az előbbi póruskitöltő PTFE-ólompor keverékével.

Ebben a réteges szerkezetben az acélcsésze adja a csapágy, persely, gömbcsésze stb. kellő szilárdságát, s gondoskodik arról is, hogy a szerkezeti elem a házban tartós helyzetet foglaljon el. A középső réteg a keletkező hőmennyiséget a csapágy felületéről a ház felé vezeti el, hordja továbbá a PTFE-ólomkeverék fedőréteget, amely lehetővé teszi, hogy a csapágy felületén a súrlódás a lehető legkisebb mértékű legyen. (A műanyagok között ui. a PTFE-nek a legkisebb a súrlódási tényezője.) A fedőréteg szerephez jut a rövid ideig tartó, de nem programszerű bejáratási műveletek alkalmával is, mert az igen vékony PTFE-ólomkeverék filmet alakít ki az ellendarab felületén, s ezáltal a felületi megmunkálási hibák siklási tulajdonságokat csökkentő hatása minimális marad.

Nagyon előnyös, hogy a *DU* anyag —200 és +260 C° között biztonsággal üzemeltethető, bár jellemzői változnak a hőmérséklet függvényében. Folyási határa nyomásra legalább 320 MPa, lineáris hőtágulási tényezője pedig 15.10^{-6}/C°. A súrlódási tényező, $\mu =$ $= 0{,}04–0{,}09$, ha a kerületi sebesség 0,5 m/sec alatt, a felületi nyomás pedig 3,5–56 MPa között van. Növekvő kerületi sebességgel, felületi nyomással és hőmérséklettel nő a súrlódási tényező is.

Ha valamilyen oknál fogva a *DU* anyag nem felelne meg, alkalmazható az élettartamkenésű *DX* vagy a kenésmentes *DQ* anyag is. A *DX* anyag szerkezete: acélperselyre lyukacsos bronzot szinterelnek fel; erre acetálgyanta kerül. A *DQ*-nak háromféle változata van: a *DQ–1* jelű PTFE-bronz-grafit keverék, a *DQ–2* jelű PTFE-grafit keverék, végül a *DQ–3* jelű PTFE-ólomoxid-foszfát keverék. Kísérletek szerint a *DX* anyaggal 800 000 km élettartam érhető el. Nyilvánvaló, hogy a gyakorlatban ezalatt legalább háromszor kellene cserélni a gömbcsuklót és a csuklóházat.

Angliában néhány éve sorozatban készülnek tehergépkocsik számára kenésszegény komplett gömbcsuklók. Ezeken a gömbcsap részint a kovácsolt szénacél csapházban (felső persely), részint az olajjal impregnált szintervascsészében (alsó persely) ül. Mind a gömbcsap, mind a csapház indukciós edzést kap. A csukló gömbfelületén horony van, és így a gömbnek a szár felé eső részére is kielégítő kenés jut. Egy olajtöltéssel 48 000 km-t futhat a gépkocsi; utánkenés a vakcsavar helyébe csavarozott zsirzógombon keresztül végezhető. Az ilyen típusú gömbcsuklós szerkezetet 1–1,56 angol hüvelyk (25,4–39,5 mm) gömbátmérővel gyártják. A gömbcsukló szárrészét ennek megfelelően 14,6–44,5 kN erő terheli.

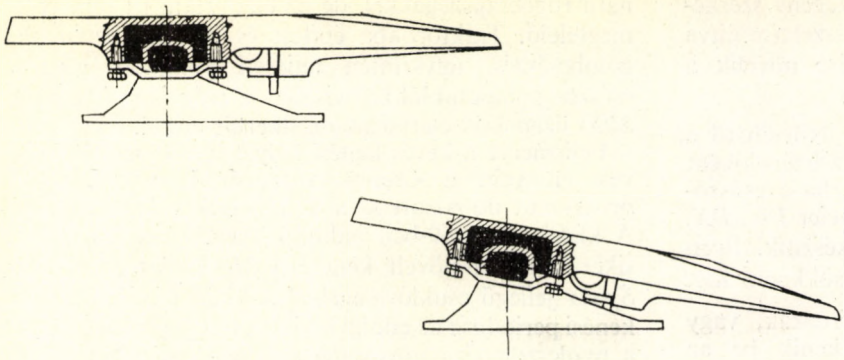
A rudazatok csapágyazásai

Ide soroljuk a tengelykapcsoló- és az üzemi fékpedálok, a kézifék, a gázpedál, a differenciálzár, a távkapcsoló stb. rudazatainak csapágyazásait. Ezekhez előnyösen használhatók az említett *DU, DX* és *DQ* anyagok, de gyakran megfelel a ráolvasztott poliamidbevonat is. Mivel aránylag kis kerületi vagy tengelyirányú sebességgel és nyomással kell e helyeken számolni, kielégítő ágyazás valósítható meg a vasporkohászati önkenő csapágyakkal is.

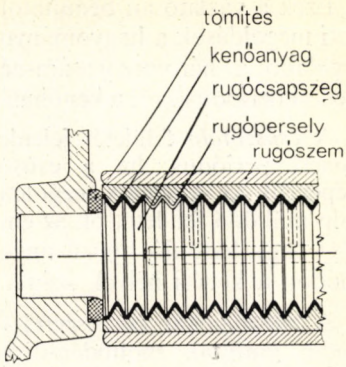
A Szovjetunióban a NIITA Autoprom intézet végez e területen kísérleteket más kutatószervekkel együttesen. A kísérletekben fém-műanyag kombinációjú, valamint szinterelt csapágyakat próbáltak ki *ZIL–130* és *ZIL–131* tehergépkocsiba építve. A Lihacsov Autógyár és a NAMI vizsgálatokat végez műanyagcsapágyaknak rudazatokhoz való felhasználhatóságára; itt vannak már részeredmények, de komplex megoldás még nem született.

A nyeregszerkezet

A hagyományos kivitelű nyeregszerkezetet három helyen kell kenni, ezek: a tárcsa (nyereglemez) felfekvő felülete, a rögzítőegység és a tárcsa csapágyazása. Ha a tárcsa felületén molibdén-diszulfiddal vagy bronz-



6. ábra: Gumiágyazású nyeregszerkezet



7. ábra: Csavarorsós rugócsapszeg

zal kevert poliamid bevonatot készítenek, semmiféle kenésre sincs szükség. A rögzítő egységen megfelelhet az eddig vázolt megoldások valamelyik kombinációja, bár meglehetősen nehéz feladattal kell itt megbirkózni. Mivel a vizsgálati eredmények szerint a különböző hazai és külföldi típusokon a tárcsa csapágyazásánál a felületi nyomás – a dinamikus terheléseket is figyelembe véve – nem emelkedik 30 MPa fölé, célszerűen lehet a csehszlovák Mokrad-gyár *M–KG* anyagát használni. Ez a megoldás a régi konstrukciók korszerűsítésének is jól járható útja, de az új nyeregszerkezetbe célszerűbb gumiágyazást tervezni. Ilyen többek között a 6. ábrán bemutatott szerkezet is, amely 1,8 kN terhelés felvételére alkalmas, és tömege mindössze 135 kg.

A futóművek

Ami a futóműveket illeti, itt meglehetősen nehéz élettartamkenésű vagy kenésmentes megoldásokat találni, hiszen nagyok a terhelések. A *mellső futóműveken* a terhelést felvevő gördülőcsapágyakat (általában 2–2 db kúpgörgős csapágyakat) és a kormányzáshoz szükséges csapszegeket és perselyeket kell kenni. Elvileg egyszerűnek tűnik a feladat: legalább élettartamkenésű kivitelekre volna szükség. A gyakorlatban azonban – elsősorban a gördülőcsapágyakat tekintve – egyelőre csupán a kenésszegény szerkezetekről lehet szó, s ezekhez is feltétlenül kiváló minőségű kenőanyagokat kell használni.

A csapszegek kialakításában csak az új konstrukció vezethet célhoz. Ezt az utat követi a svéd Scania-Vabis gyár is. Az általa készített mellső hidakon a csapszeget terhelő erő legnagyobb részét az alatta elhelyezett vékony gyűrű veszi fel. A gyűrű oly módon készül, hogy acéltárcsára lyukacsos bronzot szinterelnek és erre PTFE fedőréteget hordanak fel. Ez a fedőréteg érintkezik a csapszeg alsó véglapjával, s ilyenformán a hagyományos konstrukcióban nagy helyet elfoglaló nyomólencse vagy végcsapágy elmaradhat. Az alsó és felső perselyt bronzból készítik. Egy 70 kN terhelésű kísérleti hídban a kenésmentes gyűrűkre 350 000 üzemkilométer élettartam adódott.

A *hátsó futóművön* is elvileg 2–2 db, általában kúppörgős csapágyat kell élettartamkenésűre kialakítani.

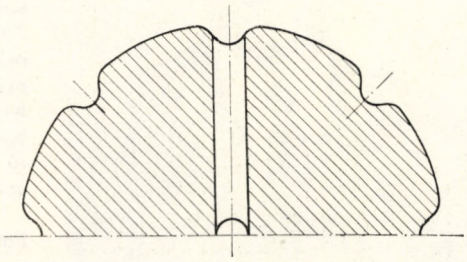
A hordrugók

Itt röviden csak a félelliptikus laprugókkal foglalkozunk. Tudvalevő, hogy a hagyományos konstrukciót három helyen, éspedig a rugóscsapszegnél, a csúszótalpnál, valamint a rugólapok között kell kenni.

A *rugócsapszeg* kenése megszüntethető, ha a hordrugó végeit – a rugócsapszeg és persely elhagyásával – egyszerűen gumitömbben ágyazzák. Ugyanezt lehet elérni azáltal, ha a perselyt a rugócsapszegre gumihüvely közbeiktatásával húzzák fel. Kisebb terheléseken a gumihüvely helyett kielégítő megoldást nyújt, ha a csapszeg belső felületét poliamiddal vonják be. Ha valamilyen oknál fogva a most említett három módszer egyike sem alkalmazható, mód van még kenésszegény szerkezet kialakítására. Ilyen pl. a 7. ábrán látható megoldás. Itt a csapszegre és a perselybe kis emelkedésű menetet vágtak, amely a kenőanyagot nem engedi kisajtolódni. Ugyanezt a célt szolgálja a persely mindkét végén elhelyezett O-gyűrű, amely ráadásul még a külső szennyeződés ellen is véd.

Javul a kenőhatás, ha úgynevezett kerepmenetet alkalmaznak. Ekkor nagyobb lehet a játék a persely és a csapszeg között, vagyis több zsír tárolására van lehetőség.

Jó megoldást jelenthet, ha a csapszeg hossztengelyével párhuzamosan, ennek felületén hat-nyolc kenőhornyot alakítanak ki (8. ábra). A persely belső felülete összefüggő henger; a kenőhornyok hossza 10 mm-rel rövidebb a perselyénél. Itt is előnyös az O-gyűrűs tömítés használata. Kísérletek szerint viszont a csavarvonal alakú kenőhorony inkább rontja a kenési viszonyokat, semmint javítaná.



8. ábra: Kenésszegény kialakítású rugócsapszeg

Ezek a vázlatosan bemutatott kenésszegény szerkezeti megoldások a hagyományosakkal összehasonlítva legalább a háromszorosára-négyszeresére növelik a kenési periódust, sőt a kenőhatás is jobb.

A *csúszótalp* felületét jelenleg kenik. Növelhető a kenési periódus, ha a csúszótalpat zsírtárolóként képezzük ki. Végleges megoldást jelent, ha a csúszótalp működő felületét pl. az említett Glacier *DU, DX, DQ* vagy hasonló típusú anyagokból készítik. Ilyen módon a kenési helyek száma eggyel csökkenni fog.

A *rugólap*okat összeszereléskor lezsírozzák, vagy pedig grafittal, molibdén-diszulfiddal kenik be az érintkező felületeken. Ezzel a működés közben fellépő súrlódás miatti veszteséget és a rugó öregedési hajlamát csökkentik. A kenőanyag azonban hamar tönkremegy, elillan, utánkenésre pedig nincs mód. Ezt a nehézséget kiküszöböli a rugólapokra felvitt vékony, legfeljebb 0,5 mm vastag poliamidbevonat.

Parabolarugók használatakor másodrendű jelentőségű lesz a probléma, mert e rugók kialakítása folytán a lapok csak igen kis felületen fekszenek fel egymáson. Ezt kis méretű, pl. poliamid távtartó lemezek behelyezésével lehet megakadályozni.

Hazai fejlesztési munkák

Hazánkban a Közúti Tudományos Kutató Intézet (KTKI) már számos kísérletet folytatott különböző élettartamkenésű vagy kenésmentes szerkezet és elem kialakítására. E munkák keretében olyan csuklóstengelyekkel is végeztek vizsgálatokat, amelyeken a tengelykeresztek tűgörgős ágyazását poliamid siklócsapágyazásra cserélték fel. Az élettartamtól eltekintve az eredmények kielégítőek voltak. További kísérletekkel kell eldönteni, hogy minként növelhető az élettartam a gyakorlati élet követelményeit kielégítő mértékig. Ugyancsak a KTKI foglalkozott poliamid bevonatú rugócsapszegekkel, de az élettartam itt sem volt megfelelő. Traktorokba épített és poliamidbevonatú gömbcsészés, úgyszintén teljesen poliamid gömbcsészés gömbcsuklókkal viszont a már igen kedvező 3200 üzemórás élettartamot sikerült elérni.

Felismerve a kevés kenési helyet tartalmazó járművek előnyeit, a Csepel Autógyár is nagyszabású programot dolgozott ki a kenőhelyek csökkentésére. A kísérletek 1969-ben indultak meg. Ezek folyamán sikerült olyan növelt kenőterű *Mechanics* és *Hardy Spicer* jellegű csuklóstengelyeket kialakítani, amelyek kenési periódusa az eddigi kivitelekhez képest átagosan a nyolcszorosára növekedett. Jó eredményeket értek el a poliamid gömbcsészés gömbcsuklókkal is; itt a kenési periódus a négy-hatszorosára nőtt meg. Kísérletek folynak emellett a tengelykapcsoló szerkezetek kenésmentes kialakítására, továbbá a kenésmentes csuklóstengely megalkotására. E kísérletekben egyaránt vizsgálják a Galcier *DU, DX,* a Mokard *M–KG* és egyéb anyagok felhasználhatóságát.

Összefoglalás

A vázlatosan ismertetett anyagok és szerkezetek, valamint a hazai kísérletek eddigi eredményei bizonyítják, hogy ma már különösebb nehézség nélkül megvalósíthatók olyan sorozatgyártású tehergépkocsik, amelyeken a rendszeres kenést igénylő helyek száma tíznél kevesebb. A javuló minőségű kenőanyagok, és így az utánkenési periódus növekedése folytán e kevés kenési hely kiszolgálása is egyre kisebb munkát igényelhet.

Magától értetődően az itt nem tárgyalt szerkezetek (csörlőmű, vonókészülékek, zárak stb.) – amelyek a kenés szempontjából kevésbé fontosak – az itt elmondottak alapján ugyancsak kialakíthatók kenésszegény, élettartamkenésű vagy kenésmentes kivitelben.

OTTA ISTVÁN

1909–1972

Tragikus hirtelenséggel távozott sorainkból Otta István nyugállományú vezérőrnagy, a munkásmozgalom régi harcosa, aki néphadseregünk szervezésében és személyi állományának szocialista nevelésében közel negyedszázadon keresztül kimagasló érdemeket szerzett.
Több fontos beosztás betöltése után Otta elvtárs 1958-ban a Hadtörténelmi Intézet és Múzeum parancsnoka lett, ahol két esztendővel ezelőtti nyugdíjaztatásáig működött.
Kiemelkedően értékes tudományszervező munkát végzett, maga is publikált hadtörténelmi tanulmányokat és elnöke volt a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat hadtudományi választmányának. Ez utóbbi minőségében számottevően támogatta a Haditechnikai Szemle munkáját is.

Emlékét kegyelettel őrizzük!

Jugoszláv elektromechanikus automata távbeszélő központ

A közelmúltban fejeződött be Jugoszláviában az *EATC–40* típusú 40 távbeszélő vonalat befogadó elektronikus vezérlésű, elektromechanikus kapcsolású tábori távbeszélő központ kifejlesztése. A szakemberek érdeklődését méltán felkeltik a berendezés korszerű szolgáltatásai, üzembiztos jó minőségű összeköttetést nyújtó áramkörei, korszerű konstrukciós és technológiai megoldásai, valamint végül, de nem utolsó sorban kis súlya és méretei.

A központ feladata a vezetési pont belső, automatikus távbeszélő híradás, továbbá ezzel egyidőben a vezetési pontok közötti automata vagy félautomata összeköttetés létrehozása és fenntartása. Két ilyen típusú központ összekapcsolásával a befogadóképesség a vezetési ponton belül 80, három összekapcsolásával pedig 120 vonalra bővíthető. (E kapacitásból az igénybe vett átkérő (trunk) vonalak számát le kell vonni.) A központok közötti összeköttetés átkérő vonalakon egy vagy többcsatornás vezetékes és rádiórelé berendezésekkel oldható meg.

Főbb műszaki jellemzők

Alapkiépítésben a központnak 21 db helyi automata (CB), 8 db helyi induktoros (LB), 9 db átkérő (trunk, inter), 1 db automata főközponti, 1 db elsőbbséggel rendelkező helyi automata (parancsnoki) vonala, valamint 1 db rádió vonala van.

A csatlakoztatott vonalak típusát tekintve a központ kellően rugalmas. Az LB típusú vonalak átalakíthatók akár CB, akár átkérő vonalakká. Ily módon vagy a helyi automata mellékállomások száma, vagy a központhálózat nagysága, illetve a központokat összekötő vonalak száma rugalmasan változtatható.

Az egyes vonaltípusokat az alábbiak jellemzik:

a. A *helyi automata vonalak* a vezetési ponton telepített, számtárcsával ellátott CB-típusú készülékek bekötésére szolgálnak. Ezeket bármilyen típusú vezetékkel vagy kábellel be lehet kötni, de a vezetékhurok ellenállása nem haladhatja meg a 300Ω-ot. Az állomások egymást a számtárcsával hívják.

b. A *helyi induktoros vonalak*ra vagy helyi telepes induktoros tábori távbeszélő készülékek, vagy pedig LB-üzemű tábori és postai távbeszélő központok köthetők be. Ez a vonaltípus alkalmas arra is, hogy két különböző vezetési ponton települt *EATC–40* típusú központokat egymáshoz csatlakoztasson. Ilyenkor a tranzithívások a központkezelők közre működésével létesülnek. E vonaltípus hosszát a központ jelvevőjének érzékenysége határozza meg, amely 20 Hz-en legalább 15 V. Az ilyen típusú vonalon bekötött állomást számtárcsával hívják. Az állomásról kezdeményezett hívást a központ kezelője továbbítja.

c) Az *átkérő vonalak* felhasználásával központhálózatot lehet kiépíteni. A központhálózat elemeit összekötő csatorna csillapítása legfeljebb 17,5 dB (2 Np) lehet. A jelzésátvitel 2280 Hz-el működik. Ha a befogadó képesség növeléséről van szó, ezzel a vonal típussal lehet az azonos vezetési ponton települt két vagy három azonos típusú központot összekapcsolni. Az átkérő vonalakkal a forgalom igényeinek megfelelő vonalsorozatok alakíthatók ki; ezek a sorozat első tagjának számát viselik. Az első tag számának hívásakor a sorozat valamelyik szabad vonalára kapcsolódik a hívás (PBX szolgáltatás).

d) A *főközponti vonal* segítségével az *EATC–40* típusú központot bármilyen nyilvános automatikus távbeszélő központtal össze lehet kötni. Ezt a vonalat a központ mellékállomásai vagy kezelői a 0 szám tárcsázásával vehetik igénybe; a csatlakozó központ tárcsa hangjának megjelenése után a kért állomást tárcsázással hívják. A bejövő hívás kezelése félautomatikus. A hívás a központ kezelőjéhez fut be, aki azt továbbítja a hívott mellékállomáshoz. A vonal legnagyobb hossza a csatlakozó automata fő- vagy alközpont jellemzőitől függ.

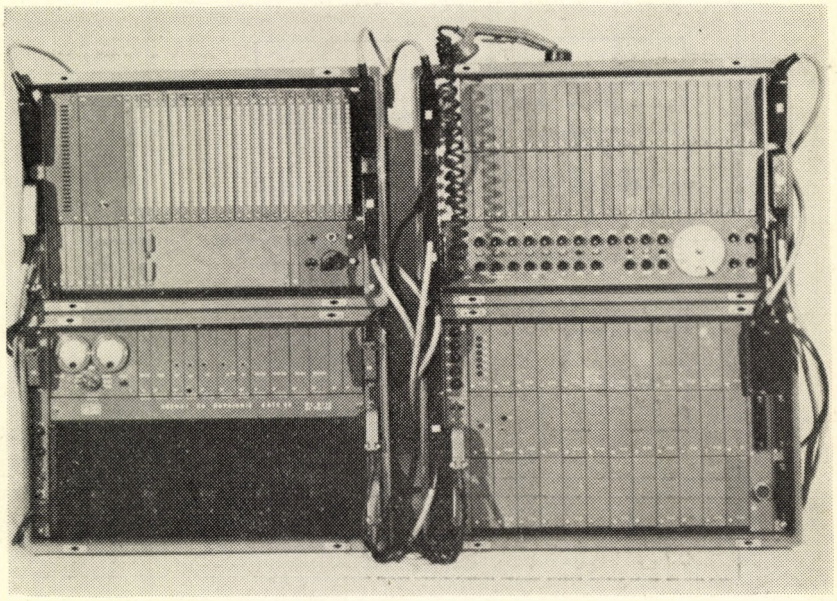
e) A *parancsnoki vonal*nak elsőbbsége van: ha az általa hívott szám foglalt vagy nincs szabad összekötő áramkör, akkor öt másodperc elteltével a központ kezelője riasztást kap. A kezelőnek módja van bármely összeköttetésbe belépni, összeköttetést bontani, a parancsnok elsőbbségi jogát érvényesíteni. Azt a tényt titkossági hang jelzi, hogy a kezelő valamelyik összeköttetésbe belépett.

f) A *rádióvonal* lehetővé teszi a bekapcsolódást rádiótelefon hálózatba.

A központ *jelzésrendszere* megfelel a CCITT vonatkozó ajánlásainak. A számrendszer kétszámjegyes. A központrendszer telepítésekor az átkérő vonalak kapcsolási számai előszámként alkalmazhatók és így nyílt számozási rendszerű hálózat alakítható ki.

A 0,3–3,4 kHz közötti beszédsávban a központ beiktatási csillapítása az 1 dB-t nem lépi túl. A szomszédos beszédcsatornák közötti áthallási védettség nagyobb, mint 70 dB (8,2 Np). A központot akár hálózatról, akár telepről táplálhatják. Hálózati üzemben az akkumulátor pufferes töltése is lehetséges. A teljesítmény felvétel max. 250 W, illetve 400 VA.

A berendezés −15 C° és +55 C° hőmérséklet határok között üzemel, és —40C° és +85 C° között raktározható, klímavédelme 56 napos 93–95%-os relatív nedvességtartalmú környezet hatásával szemben megóvja. Megbízhatóságát jellemzi, hogy két meghibásodás közötti



1. ábra: A központ telepített állapotban, fedél nélkül

átlagos idő nagyobb 2000 óránál. A központ 4 db, belső amortizátorral ellátott 280×380×600 mm méretű dobozban van elhelyezve és a teljes állomás súlya kábelekkel együtt 135 kp, az egy vonalra eső súlyhányad 3,375 kp.

Elvi működés

A berendezés elvi működése az 2. ábra alapján kísérhető nyomon. A bejövő és a kimenő vonalak (CB, LB, átkérő és postai) a berendezés *vonalszerelvény* egységébe csatlakoznak. Ez az egység illeszti a különféle csatlakozási paraméterű vonalakat a központ kisfeszültségű áramköreihez, gondoskodik a híváskezdeményezés érzékeléséről, a hívótárcsa és a beszéd jeleinek fogadásáról és szétválasztásáról, a vonalak típusok szerinti igényének megfelelő vonalfeszültség, csengető feszültség és tárcsajelek kiadásáról.

A hívás jelei és a tárcsajelek a *vezérlő egység*be kerülnek. Ez az egység lényegében egy célfeladatra programozott 10 μsec-os alapidővel és 500 μsec ciklusidővel dolgozó digitális számítógép. Időosztásos rendszer alapján működik, vagyis folyamatosan egymás után letapogatja az egyes előfizetők vonalait. A vonalszerelvény felől érkező információ alapján a vezérlő egység elvégzi a szükséges logikai műveleteket, mint pl. a hívó és a hívott állomás típusának, a vonal állapotának felderítését (foglalt-e a hívott fél) stb., majd a *kapcsolómezőt* a szükséges kapcsolási műveletek elvégzésére utasítja. Egyidejűleg a hívó fél és a hívott fél vonalszerelvényeinek a megfelelő jelzések kiadására ad parancsot. Ilyen lehet pl. a hívott fél irányába a csengetőjel (60 V 50 Hz) kibocsátása és annak a visszajelzése, hogy a hívott felet csengeti.

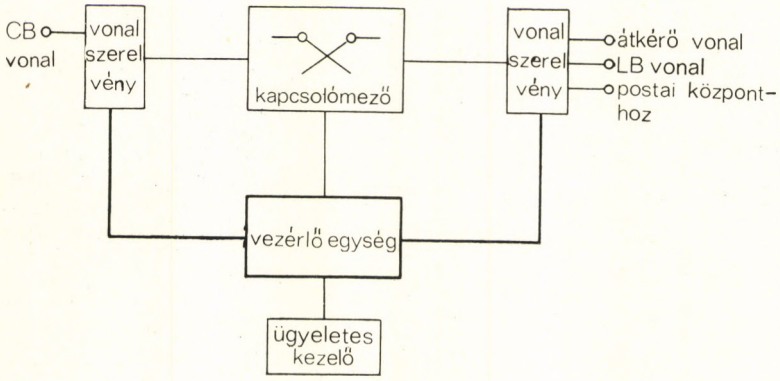
A kapcsolómező a keresztrudas elvet követi. A kapcsolást a keresztpontokon nemesfém (arany) érintkezős hermetikusan lezárt Reed-jelfogók végzik. A csatlakoztató állomások számának megfelelően negyven vízszintes rúd (sín) van; ezeket tizennégy függőleges rudazat köthet össze. Tizenkét függőleges rudazat az előfizetők egymás közötti kapcsolására, egy-egy pedig a központkezelő, továbbá a postai automata vonal kapcsolására szolgál. A kapcsolás tehát térosztásos elven jön létre és a beszédáramkörben elektronikus elem nem foglal helyet.

A központ fő egységeinek részletesebben kidolgozott működési vázlatát a 3. ábra tünteti fel. A szaggatott vonalakkal körülhatárolt egységek a központ egy-egy önálló dobozában helyezkednek el. Az egységeket összekötő vonalakra helyezett nyilak az információk áramlásának irányát mutatják. Az ábrán felül baloldalt berajzolt doboz tartalmazza a már említett *vonalszerelvény*t és egy *segédkapcsoló* egységet (a különféle jelzések kapcsolására).

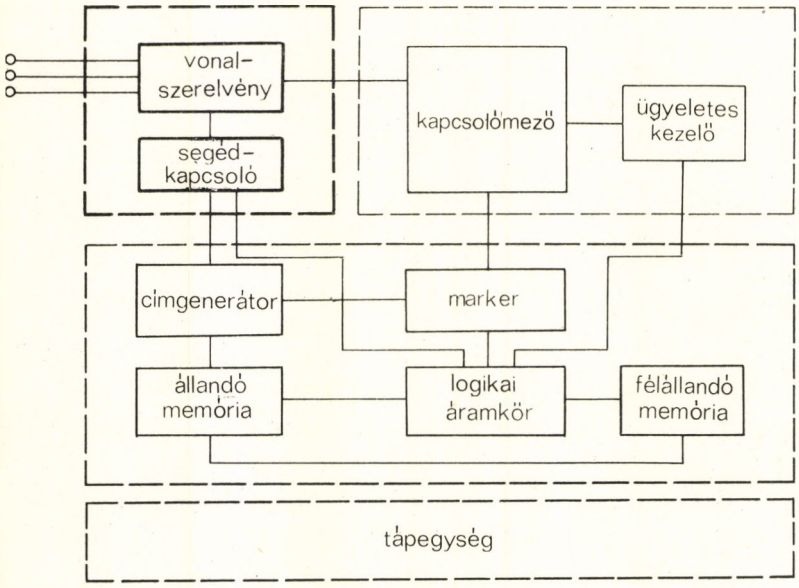
A működési vázlat közepén látható *vezérlő egység* dobozában helyezik el a *logikai* és a *marker áramkörök*et, a *címgenerátor*t és a két *memória egység*et. Egy kapcsolási tevékenységet, kapcsolási információt tartalmazó szó 40 bit-ből áll (hívott szám, vonal állapot, ritmus jel, összekötő sinek állapotjele stb.), és ennek megfelelően a ferritgyűrűs *állandó memória* is ilyen hosszú szó tárolására képes. A *félállandó memória* az indukciós hurkok elve alapján működik; a félmenetes hurkok nyomtatott huzalozású lemezkén vannak. Ez a memória tárolja előfizetőként három lemezkén az egyes hívószámokat, az előfizetők állomásának jellegét (CB, LB, átkérő) valamint az előfizető PBX szolgáltatásban való részvételét.

Az ábrán felül jobboldalt feltüntetett dobozban helyezkedik el a *kapcsolómező* és az *ügyeletes kezelő* áramköre. Ehhez a beszélőkészleten és hívótárcsán kívül világító nyomógombok is tartoznak, melyek a kezelő különféle tényekedéseire (belépés stb.) adnak módot. A munkahelyet a hibás (zárlatos, szakadt) vonalak jelzésére és kikeresésére szolgáló áramkörökkel is ellátják. A működési vázlaton legalul jelképezett doboz a tápegységet tartalmazza.

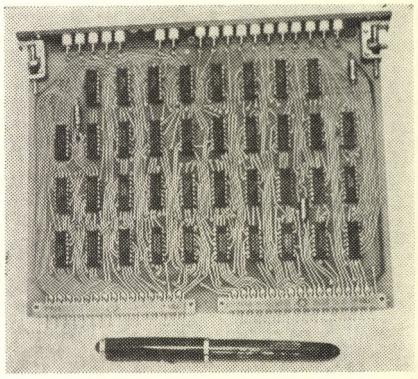
Valamennyi dobozban elhelyezkedő áramkörök egymás közt is cserélhető fiókokként (nyomtatott áramkör csatlakozóval) vannak kialakítva. A berendezés mintegy 900 integrált áramkörből, 350



2. ábra: Elvi működési vázlat



3. ábra: A központ fő egységének működési vázlata



4. ábra: A vezérlő egység egyik integrált áramköri elemekkel készített lapja

tranzisztorból, 1800 diódából és mintegy 2600 vegyes híradástechnikai alkatrészből áll.

Központhálózatok szervezése

A vezetési pontok között többféle típusú híradó csatornán megy végbe az információ áramlása. Ezek a csatornák lehetnek egyenes összeköttetések vagy kerülőirányok. Koncentrálásuk és kiválasztásuk automatizálása fontos feladat és igen jelentékeny szolgáltatás. Mint az ismertetett műszaki jellemzőkből kitűnik, az *EATC–40* típusú központtal a különféle jellegű csatornákon a híradás integrált rendszere hozható létre. Erre a célra eltérő típusú vonalszerelvények szolgálnak.

Jóllehet a szóbanforgó központtal általában nyílt számrendszerű hálózat alakítható ki, mégis elképzelhető meghatározott típusú és számú vezetési pont között, legalábbis az egyenes úton létesített összeköttetésekre nézve – híradásszervezési módszerekkel – egységes, zárt számozási rendszer kiépítése.

Az *EATC–40* vagy hasonló típusú központokkal végzendő kísérletek és gyakorlatok mindenképpen igen fontosak a jövő híradásszervezési elvei és módszerei szempontjából.

A központhálózat szervezésének legegyszerűbb módja az *azonos típusú központok*ból kiépített egysíkú hálózat. Az ismertetett központnál erre a célra átkérő (inter) típusú távolsági vonalak szolgálnak. Ezen a módon max. 10 db *EATC–40* központból álló automatikus hálózat építhető ki. A 5. ábrán 3 db, a 6. ábrán 4 db központból álló hálózat kiépítése látható. Ezekben a hálózatokban a számozás egységes, zárt rendszerű.

Az 7. ábrán felvázolt hálózat különböző szintű vezetési pontok között létesít összeköttetést. Itt az I. vezetési szinten a kapacitás bővítése céljából 3 db *EATC–40* települ. A II. vezetési szinten önállóan települt központok az I. vezetési szint valamennyi központja berendezéséhez csatlakoznak. Ilyenformán az I. és II. szintek között a számozási rendszer az egyenes összeköttetési utakat tekintve egységes, zárt. A II. vezetési szintek közötti, valamint a kerülő utakon létesített összeköttetések nyílt számozási rendszerűek.

Kevésbé egyszerű a központhálózat szervezése, amikor *különböző típusú központok*ról van szó. Az *EATC–40* egyaránt csatlakozhat manuális és automata központokhoz. A 8. ábrán egy kiterjedt, több vezetési pontból álló tipikus központhálózatot mutatunk be. A vezetési pontok önálló központhálózatait az ábrán TTK-val jelzett kézikapcsolású *távolsági távbeszélő központ*ok hálózata köti össze.

Az egyébként igen változatos szerkezetű központhálózat nyílt számozási rendszerű. A távbeszélő készülékek jelölése mellett az ábrán feltüntetett számok az egyes készülékeknek a rendszerben elfoglalt helyét jelzik, s így a szám nem feltétlenül azonos az adott készülék hívószámával. Amikor pl. az *A* vezetési pont 2245-ös mellékállomásánál ugyanannak a vezetési pontnak a 2145-ös mellékállomását akarják elérni, akkor a 2145 hívószámot tárcsázzák. Ha viszont a C vezetési pont 2445-ös mellékállomásával kell az *A*-nak a 2245-ös mellékállomásával kapcsolatot létesítenie, ez a következő műveleteket igényli:

1. az *A* távolsági központját felhívni a 2131 hívószám tárcsázásával;

2. az *A* távolsági központjából a *C* távolsági központját kapcsolni;

3. a *C* távolsági központjából a *C* 21-es központjának ügyeletes kezelőjét felhívni;

4. a *C* 21-es központja ügyeletes kezelőjének tárcsáznia kell a 232–445 (vagy kerülő úton a 2223–2445) hívószámot, és ezután

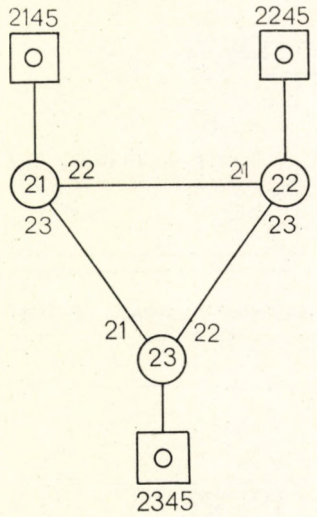
5. a *C* vezetési pont 2445-ös mellékállomása jelentkezik.

Hasonlóképpen, amikor a *C* vezetési pont 2445-ös mellékállomásáról hívják pl. az *A*-nak a 2245-ös mellékállomását, ennek a mozzanatai:

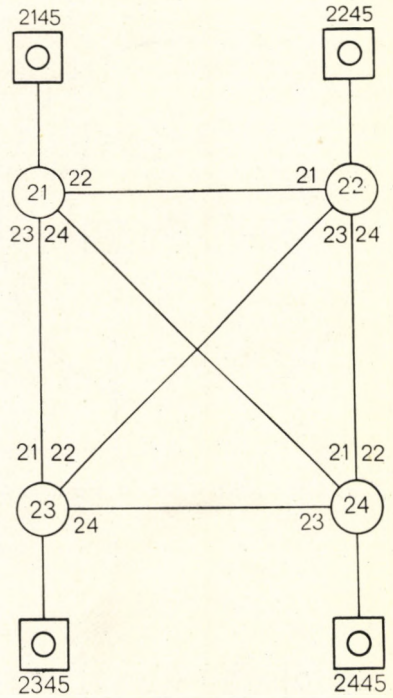
1. a *C* távolsági központját felhívja a 232–131 hívószám tárcsázásával;

2. a *C* távolsági központja kapcsolja az *A* távolsági központját;

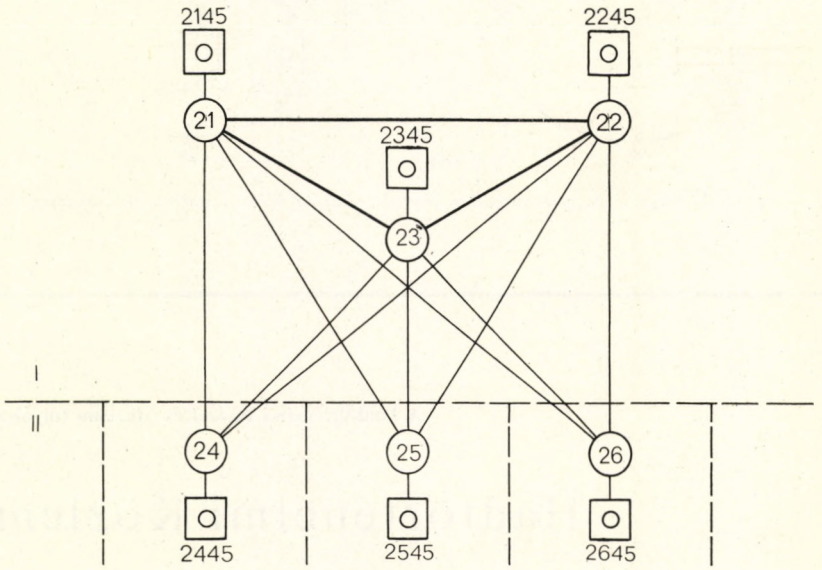
3. az *A* távolsági központja felhívja az *A* 21-es központjának ügyeletes kezelőjét;



5. ábra: Három központból álló hálózat



6. ábra: Négy központból álló hálózat



7. ábra: Különböző szintű vezetési pontokon települt központok összeköttetései

4. az *A* 21-es központ ügyeletes kezelője tárcsázza a 2245 (vagy kerülő úton a 232–245) hívószámot, és ezután

5. az *A* 2245-ös mellékállomás jelentkezik.

A most ismertetetthez hasonló a 9. ábrán felvázolt központhálózat is, de itt a (81, 82, 83-mal jelölt) távolsági központok automatikusak, s felépítésüket tekintve az *EATC–40* típusúakkal megegyeznek. A számozás nyílt rendszerű.

Az előbbi példa alapján az *A* vezetés pont 812245-ös mellékállomása a *C* vezetési pont 822445-ös mellékállomását a 218232445 számok tárcsázásával éri el. A hívás fordított irányú kezdeményezésekor a 2321812245 számok tárcsázásával épülhet fel az összeköttetés.

Következtetések

Az *EATC–40* típusú központot értékelve, az alábbiakat állapíthatjuk meg.

a) Az új központ szolgáltatásai és konstrukciós megoldásai korszerűek, katonai és polgári célra egyaránt jól felhasználhatók;

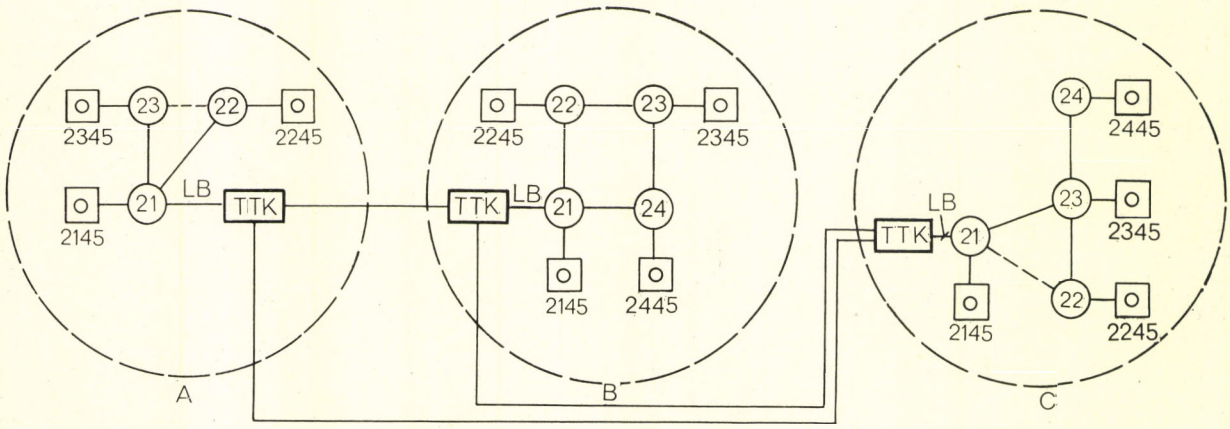
b) célszerű lenne szervezési, esetleg konstrukciós változtatásokra gondolva, a jelenlegi meglehetősen bonyolult számozási rendszert a későbbiek folyamán áttekinthetőbbé, könnyebben kezelhetővé tenni;

c) a kialakítható hálózat rugalmasan változó hírrendszerben nagy terheket ró a nyílt számrendszer folytán a mellékállomások használóira, a bonyolult rendezési feladatok miatt pedig a hálózat üzemeltetőire. Emiatt a központ elsősorban helyi távbeszélő központként használva, kézikezelésű távolsági központtal együtt lényeges előrelépést jelent a távbeszélő hálózatok korszerűsítésében;

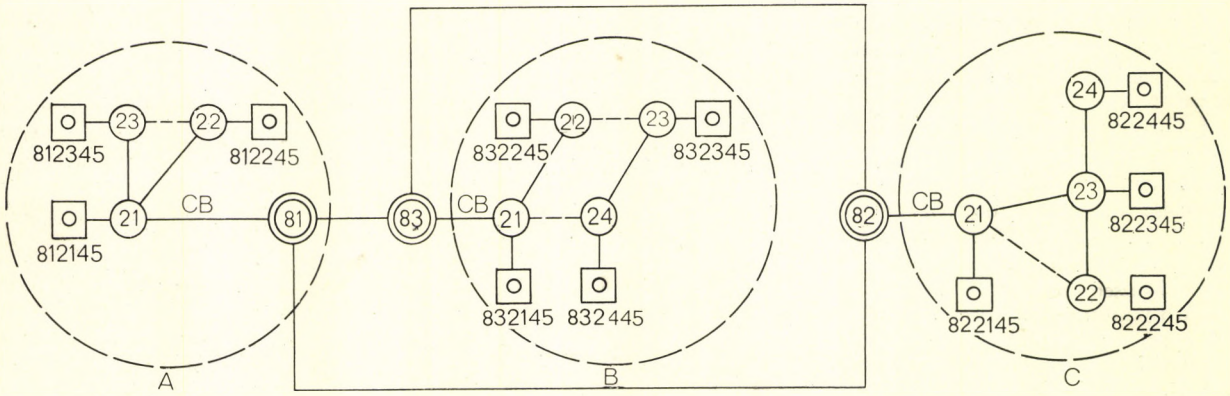
d) az *EATC–40* típusú központ bevezetése határozott előrelépés az egységes, automatizált hírrendszer megvalósításában;

e) az új központ gondos, körültekintő, jól képzett alkotó kollektíva munkájáról tanúskodik.

Gere Gyula–Horváth Kálmán



. *ábra: Több vezetési pontot magában foglaló központhálózat manuális távolsági központokkal*



9. ábra: Több vezetési pontot magában foglaló központhálózat automata távolsági központokkal

A Hadtörténelmi Intézet és Múzeum folyóirata

Hadtörténelmi Közlemények

Megjelenik negyedévenként. Előfizetési ára egész évre 32.— Ft

Aknák, aknatelepítés, aknamentesítés

kis enciklopédia

Az ellenséges harci járműveket, élőerőt megsemmisítő vagy mozgásképtelenné, harcképtelenné tevő robbanószerkezeteket *aknák*nak nevezik. A robbanást általában az őket megközelítő, rajtuk áthaladó jármű vagy személy idézi elő. A harci alkalmazás területe szerint különböztetik meg a szárazföldi: a gyalogság és a harckocsi elleni, továbbá a folyami, a tengeri és a légi aknákat. A szárazföldi aknák egyik változata a parti sekély vízbe telepített deszant elleni akna.

Az akna főbb részei: az aknatest, az aknatöltet, a detonátor, a gyutacs és a gyújtó (1. ábra). Az *aknatest*et fából, fémből, műanyagból vagy üvegből készítik. Az újabb robbanóanyagok és gyártástechnológiai eljárások alkalmazásával előállíthatók test nélküli aknák is. Az aknatest anyaga a telepített és megfelelően álcázott aknák felderítése szempontjából jön különösen figyelembe, a fémeket ugyanis az elektromágneses aknakutató műszerek nagy pontossággal kimutatják. A gyalogság elleni aknák testét gyakran különlegesen kialakított öntvényből készítik a repeszhatás növelésére; az ilyen típust repeszaknáknak nevezik.

Az *aknatöltet*et általában valamilyen közepes égési sebességű szilárd robbanóanyagból állítják elő. A hatás növelése végett robbanóanyag keveréket is használnak. A legújabb kutatási eredmények alapján valószínűleg már a közeljövőben sor kerül a folyékony robbanóanyagok felhasználására is. Várható, hogy ezzel mind az akna szerkezete, mind pedig a telepítés módja alapvetően megváltozik.

A *detonátor* olyan robbanótöltet, amely a gyújtószerkezet által robbantott gyutacs energiáját átveszi és nagyobb tömege révén mintegy felerősíti s így robbantja az aknatöltetet. A kisebb töltetű gyalogság elleni aknákban rendszerint nincs detonátor.

Az aknák típusát a *gyújtószerkezet* működési elve határozza meg. Így nyomásra, taposásra működő gyújtóval szerelt aknákat taposó aknáknak is nevezik. A *gyújtó*ba szerelt *gyutacs* az ütőszeg ütésére, elektromos energia vagy hő hatására robban. E hatások kiválthatók nyomással, húzással, döntő és billentő hatással, talajrengéssel, levegő- vagy vízrezgéssel, elektromágneses hullámokkal, valamint elektrokémiai úton. A felsorolt módok kombinálhatók is.

Az irányított vagy megfigyelt akna az indító erőhatástól függetlenül, külön hatásra robban. Meglepő aknákban késleltetett gyújtókat használnak. A késleltetés néhány perctől több hétig terjedhet.

Az aknáknak meghatározott rendszerben, a terepszinten (talajban, vízfenéken) végzett telepítése a *műszaki zárás*. Az így létrehozott *aknamező* a robbanó műszaki zár, amely több sorban, egymástól meghatározott távolságban elhelyezett aknákból áll. Az aknamező hatékonyságát az aknák egymás közötti távolsága, a sorok száma és azoknak az ellenséges erőknek vagy harceszközöknek a jellege határozza meg, amelyek ellen telepítették. Az alkalmazott aknatípustól függően megkülönböztetünk gyalogsági, harckocsi- és vegyes aknamezőt. A fontos irányban megfigyelt, irányított aknamezőket is telepítenek. Ezek csak az irányítóhelyről kapcsolt elektromos feszültség vagy elektromágneses jel hatására válnak élessé vagyis robbanásra késszé. Hasonló módon feszültség vagy jel adásával lehet a már éles aknákat aktiválni, robbantani.

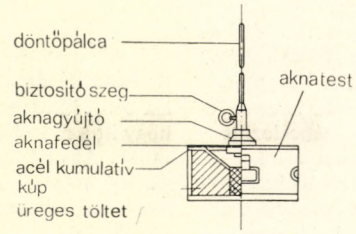
Az *aknatelepítés* hagyományos módszere a kézi telepítés. Ennek alapvető eszköze az úgynevezett koordináta-zsinór, amely lehetőséget nyújt az aknák nehezen felderíthető és tetszés szerint változtatható telepítésére.

Az aknatelepítő gépek segítségével nagyobb teljesítményt lehet elérni. Ezek a gépek az akna élesítési, adagolási műveleteit és rejtését önműködően hajtják végre. Főbb típusaik: az aknatelepítő utánfutó (2. ábra), az aknatelepítő gépkocsi, a lánctalpas aknatelepítő, a helikopter (3. ábra), a repülőgép és az aknarakó hajó (naszád).

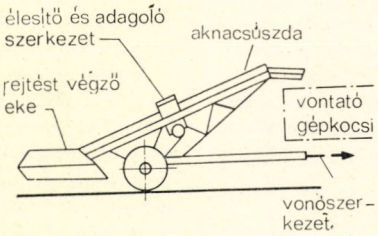
A telepített aknák hatástalanítása az *aknamentesítés*. A kézi mentesítés műveletei: az aknák felderítése (aknakutatás), a gyújtószerkezet típusának megállapítása és az ennek megfelelő módszerű hatástalanítás. Az aknafelderítés eszközei: a szúróbot és a különféle aknakutató műszerek. A szúróbottal a területet módszeresen végigszondázzák és így a földfelszín alá telepített aknákat mechanikus módszerrel derítik fel. Az aknamentesítés kézi eszköze a dobókörte; ez zsinegre kötött, négyágú horogban végződő fanehezék, amely az aknát a már feltárt aknaágyból kifordítja.

Az aknamező gyors leküzdése végett a mentesítést kijelölt irányokban, sávokban végzik; ez a művelet az *átjárónyitás*. A jelenkori háborúkban az átjárókat harckocsira függesztett aknataposó hengerekkel (4. ábra), aknakifordító ekékkel nyitják. Gyorsabb módszer a robbantásos átjárónyitás, nyújtott töltet segítségével. Ez utóbbi 50–100 m hosszú és 5–10 kp robbanóanyagot tartalmaz folyóméterenként. Az aknamezőn keresztbe fektetett nyújtott töltet felrobbantásakor megsemmisíti a környezetében levő aknákat (5. ábra).

M. P

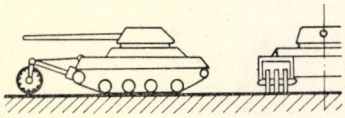


1. ábra: Harckocsiakna

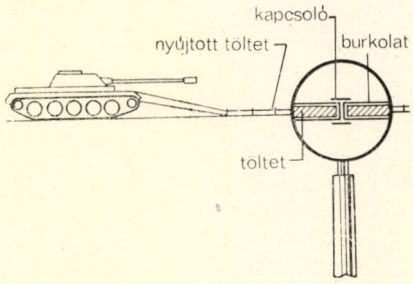


2. ábra: Aknatelepítő utánfutó

3. ábra: Aknatelepítés helikopterről



4. ábra: Aknataposó



5. ábra: Nyújtott töltet

Harckocsi
Wankel–Diesel-motorok

A Wankel-motor kifejlesztése világszerte nagy érdeklődést keltett. Ezt a motort (Haditechn. Szle. 1969. 19–20. old.) mind ez ideig polgári járművek motortípusaként tartották számon. Újabban azonban az angliai Rolls-Royce gyár a páncélozott harcjárművek számára is alkalmassá tette a harckocsi Wankel–Diesel motor kifejlesztésével. A kizárólag katonai rendeltetésű új típus a többi harckocsimotorral összehasonlítva igen érdekes változat, mert egyesíti a Wankel-motor kis méreteit a Diesel-motor nagy teljesítményével.

A Rolls-Royce gyár a fejlesztést a brit Nemzetvédelmi Minisztérium kezdeményezése alapján kezdte meg. Az angol katonai szakértők a hatvanas évek elején kezdtek érdeklődni a Wankel-motor harckocsikon való felhasználási lehetőségei iránt. Ezzel kapcsolatban vetődött fel a motor továbbfejlesztésének a gondolata. Feltételezték, hogy az ilyen motor kisebb és könnyebb a hagyományos dugattyús motornál, de mentes a gázturbina termodinamikai és tüzelőanyag problémáitól. Ráadásul a Wankel-motor tüzelőanyag-fogyasztása kisebb, és többféle tüzelőanyaggal is lehet üzemeltetni.

A kétfokozatú megoldás elve

A megelőzően gyártott Wankel-motorok egytől egyig elektromos gyújtásúak voltak, s ilyenformán alkalmatlanok arra, hogy Diesel-motorrá alakítsák át őket. Az egyfokozatban dolgozó eredeti megoldású Wankel-motorokkal nem lehetett a Diesel-motorhoz szükséges sűrítési végnyomást elérni. Nyilvánvaló volt, hogy a kívánt célt csak két fokozatban dolgozó Wankel-motor kifejlesztésével érhetik el. Az ilyen motor két Wankel-motorból áll, melyek mindegyikének külön forgódugattyúja van. A két motor közül a nagyobbik a kisnyomású, a kisebbik pedig a nagynyomású.

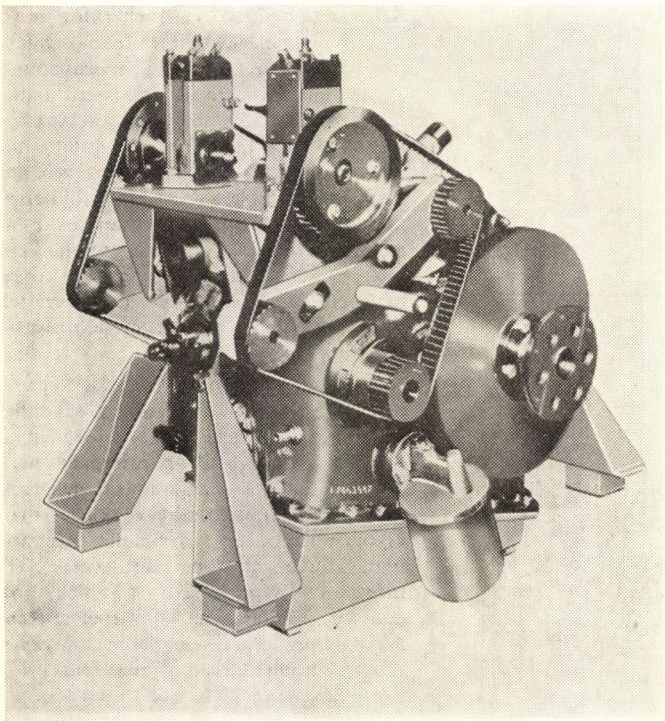
A kisnyomású fokozat szolgál a nagy nyomású fokozat feltöltésére; a tüzelőanyagot a nagynyomású fokozatba fecskendezik be. A kisnyomású fokozatból is nyerhető energia oly módon, hogy itt a nagynyomású fokozat égéstermékeit tovább expandáltatják. Azáltal, hogy a két fokozatot egybeépítik, olyan nagy sűrítési arányt érnek el, amely elegendő az öngyulladáshoz és a nagyfokú expanzió eredményeként a motor hatásfoka igen kiváló.

Az NSU-motorokkal végzett eredményes kísérletek alapján tervezte a Rolls-Royce az első kétfokozatú forgódugattyús motort, amely az *R 1* típusjelzést kapta. Nagynyomású fokozatként az NSU-féle *Spider* 500 cm³-es motorját használták fel, s valójában ez a motor volt az első fejlesztési munkák alapja. A kísérleti motor kisnyomású fokozata egy 1126 cm³-es motor volt.

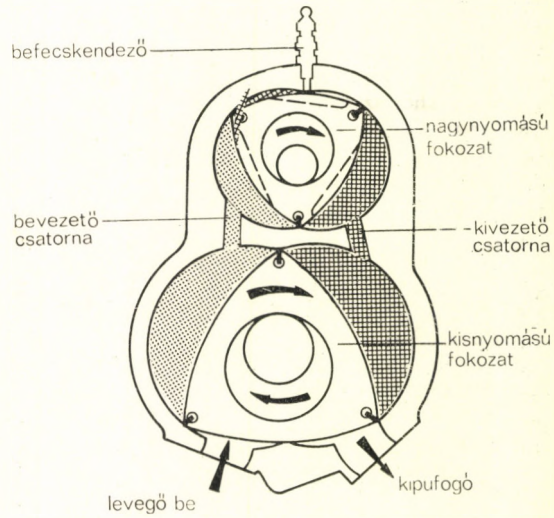
A próbapadon az *R 1* típusú motor legnagyobb teljesítménye 52 LE, a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztása nem haladta meg a 230 g/LEh értéket. E kedvező eredmények figyelembevételével tervezték és készítették el az *R 3* típusú, nagyobb kétfokozatú forgódugattyús motort. Itt a nagynyomású fokozat 1215 cm³, a kisnyomású pedig 3000–3500 cm³ űrtartalmú volt. Az *R 3* teljesítménye percenkénti 4500 fordulaton 180 LE volt, fajlagos tüzelőanyag-fogyasztása nem érte el a 180 g/LEh értéket. A motort az *R 1*-nél kedvezőbb hatásfokúra sikerült kialakítani.

A 2–R 6 típusú motor

A kétfokozatú forgódugattyús motor elkészíthetősége 1969-re tisztázódott. Következő lépésben olyan motort kellett most már kialakítani, amely a harckocsiba beépíthető. Ez a *2–R 6* típusú motor tulajdonképpen két összekapcsolt kétsoros elrendezésű *R 3*-as motor. Mindegyik sor egy 1265 cm³-es nagynyomású és egy 3250 cm³-es kisnyomású fokozatból, továbbá két



1. ábra: Az R 1 *típusú első kétfokozatú Wankel–Diesel-motor*



2. ábra: A kétfokozatú Wankel–Diesel-motor működési elve

forgódugattyúból áll. A műszaki jellemzőket táblázatunk foglalja össze. Több ilyen motor összekapcsolásával 1000 LE vagy még nagyobb teljesítmény is elérhető.

A 2–R–6 típusú motor műszaki adatai

Motorsorok száma	2
Egy-egy sor űrtartalma	
nagynyomású fokozat	1265 cm³
kisnyomású fokozat	3250 cm³
Teljesítmény	350 LE
(percenként 4500 fordulaton)	
Magasság	835 mm
Szélesség	726 mm
Hosszúság	718 mm
Beépítési térfogat	0,435 m³
Súly (becsült)	450 kp

A *2–R 6* kialakítása 1970 elején fejeződött be. A múlt év végéig három ilyen típusú motort készítettek el. Ezeket jelenleg a huzamos, mintegy egy évig tartó próbapadi vizsgálatoknak vetik alá, s csak azután lehet szó a járműbe való kísérleti beépítésről.

A brit szárazföldi haderőnek már vannak tapasztalatai a harckocsi Wankel-motorok tekintetében. Ezekhez az NSU–Wankel 1958-as első licencia vásárlója, az amerikai Curtiss–Wright cég járult hozzá. Az angolok a Curtiss–Wright féle Wankel-motorból két típust kaptak. Az egyik az *RC2–60–U11* kétsoros benzinmotor volt, mely percenkénti 5040 fordulaton 190 LE teljesítményt szolgáltatott. Két ilyen motort a próbapad vizsgálatok után harcjárművekbe építettek. Az egyik majdnem 16 000 km-t tett meg egy *FV 432* típusú lövészpáncélosban, a másik pedig egy *Ferret* felderítő járműben 24 000 km-t. A közel két évig tartó kísérletek folyamán beépítési nehézségek mutatkoztak ugyan, de a Wankel-motor alkalmassága a páncélozott harcjárművek részére igazolódott.

A kipróbálás céljára kapott másik amerikai típus az *RC2–60–U10* motor volt. Ez is kétsoros és elektromos gyújtású, de porlasztó helyett tüzelőanyag befecskendező berendezéssel látták el. Ily módon tüzelőanyagként nemcsak a könnyű nyersolajpárlatok voltak alkalmasak. E motortípus két példányának kísérleteiben kitűnt, hogy teljesítményük kicsiny, ezért a vizsgálatokat félbeszakították és a járműbe való beépítés is elmaradt.

A Wankel–Diesel-motor kis méreteinél és súlyánál fogva igen alkalmas a páncélozott harcjárművekben való felhasználásra. Hadd tegyük hozzá, hogy a páncélozott harcjárműveken különösen a motor méretének a csökkentése különös fontosságú.

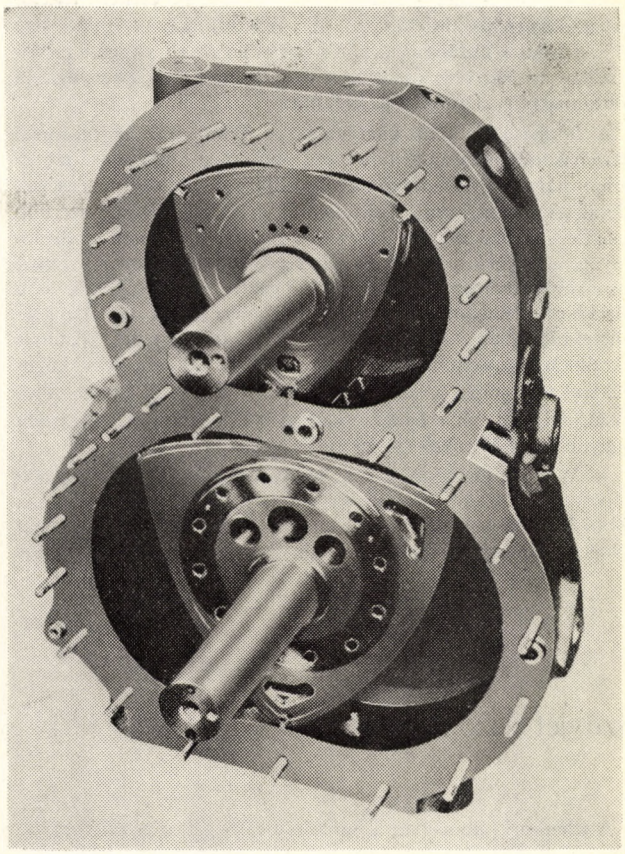
Másrészről az is igaz, hogy a kis motorméretek önmagukban nem meghatározóak. Döntő tényezőnek többnyire az összhajtómű térfogatot szokás tekinteni, amelybe beleértik a harcfeladatok végrehajtásához szükséges tüzelőanyag térfogatát is. Ha csak a motor térfogatát vennék figyelembe, akkor a legmegfelelőbbnek nem a Wankel–Diesel-motort, hanem a hőcserélő nélküli gázturbinát kellene tekinteni.

A motorok összehasonlító értékelése

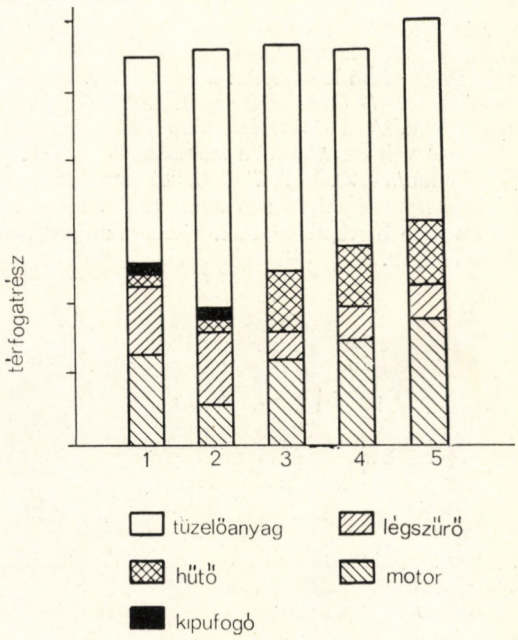
A rendelkezésre álló motorfajták értékelésének alapja a brit szárazföldi haderő tanulmánya, amely öt harckocsimotort hasonlít össze, húsz órás harcfeladathoz szükséges tüzelőanyagtartalék figyelembevételével. Az összehasonlított, a feltétel szerint egyenként 1000 LE teljesítményű motorok:

1. a gázturbina hőkicserélő nélkül;
2. a gázturbina hőcserélővel;
3. a Wankel–Diesel-motor;
4. a hagyományos típusú nagy effektív középnyomású Diesel-motor, végül
5. a hagyományos típusú közepes effektív középnyomású Diesel-motor.

A katonai tanulmány alapján levonható legfontosabb következtetés az volt, hogy az össztérfogat (motor és tüzelőanyag) mind az öt motorra gyakorlatilag megegyezett. Az eltérés a motorra, a légszűrőre, a hűtőberendezésre, valamint a tüzelőanyagra eső térfogathányadban mutatkozik.



3. ábra: Az R 1 motor forgódugattyú háza fedél nélkül



4. ábra: Különféle motortípusok össztérfogatának megoszlása 1 gázturbina hőcserélővel; 2 gázturbina hőcserélő nélkül; 3 Wankel Diesel-motor; 4 hagyományos típusú nagy effektív középnyomású Diesel-motor; 5 hagyományos típusú közepes effektív középnyomású Diesel-motor

Az egyik szélső eset a hőcserélő nélküli gázturbina. Ennek a térfogata a legkisebb, viszont a hatásfoka igen kedvezőtlen, ezért ez a motor igényli a legtöbb tüzelőanyagot. Itt a tüzelőanyag térfogata eléri az össztérfogat 60%-át. A másik szélső eset a kis effektív középnyomású Diesel-motor. A csekély tüzelőanyag-fogyasztás folytán itt az össztérfogatnak mindössze 47%-a esik a tüzelőanyagra. Ez azonban az öt vizsgált motor közül a legnagyobb méretű, s ilyenformán az össztérfogat a többi négyét valamivel meghaladta.

A hőcserélő nélküli gázturbinát a Wankel–Diesel-motorral összehasonlítva kitűnik, hogy az előbbinek a fogyasztása lényegesen nagyobb lévén, emiatt tüzelőanyag-ellátási nehézségek állnak elő. A gázturbina egyetlen előnye a némileg egyszerűbb beépítés, hiszen az össztérfogatnak nagyobb hányada a tüzelőanyag, amelynek a tartályait a harckocsiban a motornál sokkal könnyebb elhelyezni. A hőcserélés gázturbina a méretek és a tüzelőanyag-fogyasztás tekintetében megegyezik a Wankel–Diesel-motorral. Mai fejlettségi szintjén mégsem alkalmas harckocsi motorként való felhasználásra, mivel nem képes például terepjáráskor követni az üzemi viszonyok gyors változását. A gázturbina fejlesztési és gyártási költségei lényegesen nagyobbak a Wankel–Diesel-motorénál.

A Wankel–Diesel-motor a hagyományos Diesel-motorhoz képest jóval kisebb méretű, és súlya is fele akkora. Emellett a többi Wankel-motorokhoz hasonlóan a dugattyús motoroknál nyugodtabb járású. Ez a két előny elsősorban a személygépkocsik szempontjából esik latba, a harckocsi motorokéból kevésbé.

A Wankel–Diesel-motor tüzelőanyag-fogyasztása viszont még nem kellően ismert. Kérdés, hogy tartósan kis terhelésű üzemben nem rosszabb-e a Wankel–Diesel-motor fogyasztása a hagyományos Diesel-motorénál. A harckocsikon való felhasználás szempontjából ez igen fontos, hiszen itt igen gyakran fordul elő a motorok nem teljes terhelésű üzeme. Ugyanezért kedvezőtlen a gázturbinák harckocsimotorként való felhasználása is.

A Wankel–Diesel-motorok megbízhatóságát még nem hasonlították össze a hagyományos dugattyús motorokéval, sőt a benzinüzemű Wankel-motorokéval sem. Előzetes becslések szerint a Wankel–Diesel rendszerű harckocsimotor várható élettartama mintegy 16 000 km lesz. Mivel a Wankel–Diesel-motornak kevesebb alkatrésze van, mint a hagyományos Diesel-motornak, ezért megbízhatósága is feltételezhetően nagyobb lesz, s könnyebb a tartalék alkatrész készletezés és az ellátás is.

Nyilvánvaló, hogy a Wankel–Diesel-motor felhasználhatóságát csak a Rolls–Royce féle *2R–6* motornak harcjárműben való kipróbálása után lehet értékelni. A tervek szerint erre 1973-ban kerül sor. Kétségtelen azonban, hogy a Wankel–Diesel-rendszer harckocsikon való felhasználása már most felkeltette a szakértők figyelmét, akik azt remélik, hogy a motor kifejlesztésére fordított fáradozások nem lesznek hiábavalóak.

(R. M. Ogorkiewicz cikke alapján az Internationale Wehr-Revue 1972. évi 2. számából.)

Szovjet úszó harckocsi

A jelenkori háborúban a harcoló alegységek gyakran kénytelenek folyókat, tavakat és egyéb vízi akadályokat leküzdeni. Ilyenkor azok a harcjárművek tudnak nagy támadási sebességet kifejteni, amelyek menetből, minden átalakítás nélkül képesek a vízi akadályokon áthatolni. Különösképpen alkalmasak erre a célra az úszó harckocsik, amelyek igen mozgékonyak, páncélozottak és löveggel vannak felszerelve. E harcjárművek sokrétű harcfeladatokat tudnak megoldani.

Az első szovjet úszó harckocsik: a *T–37* (1932-ben), a *T–38* (1935-ben) és a *T–40* (1940-ben) annak idején korszerű harcjárművek voltak. A *T–38* típusú úszó harckocsi rendkívül gyors mozgású volt (szárazföldön sebessége elérte a 45 km/h, vízen pedig 6 km/h értéket). A *T–40* típusú úszó harckocsi vastagabb páncélzattal készült és nagy űrméretű géppuskával látták el. Ezek az úszó harckocsi típusok vízben való mozgatására hajócsavar szolgált.

1. ábra: Szovjet úszó harckocsik gyakorlaton

Az újabb szovjet úszó harckocsiknak a szárazföldi harckocsi típusokkal számos rokon vonása van, de sok tekintetben eltér tőlük. Ezt az úszó harckocsit a Szovjet Hadseregen kívül a szocialista tábor más országai is rendszerestették. A jármű 14 tonnás, személyzete három fő. A harckocsi 76,2 mm-es lövege és a 7,62 mm-es géppuskája viszonylag nagy tűzerőt jelent. Nappali és éjszakai célzó, valamint megfigyelő berendezései alkalmasak mind a szárazföldi, mind pedig a vízi tűzvezetésre.

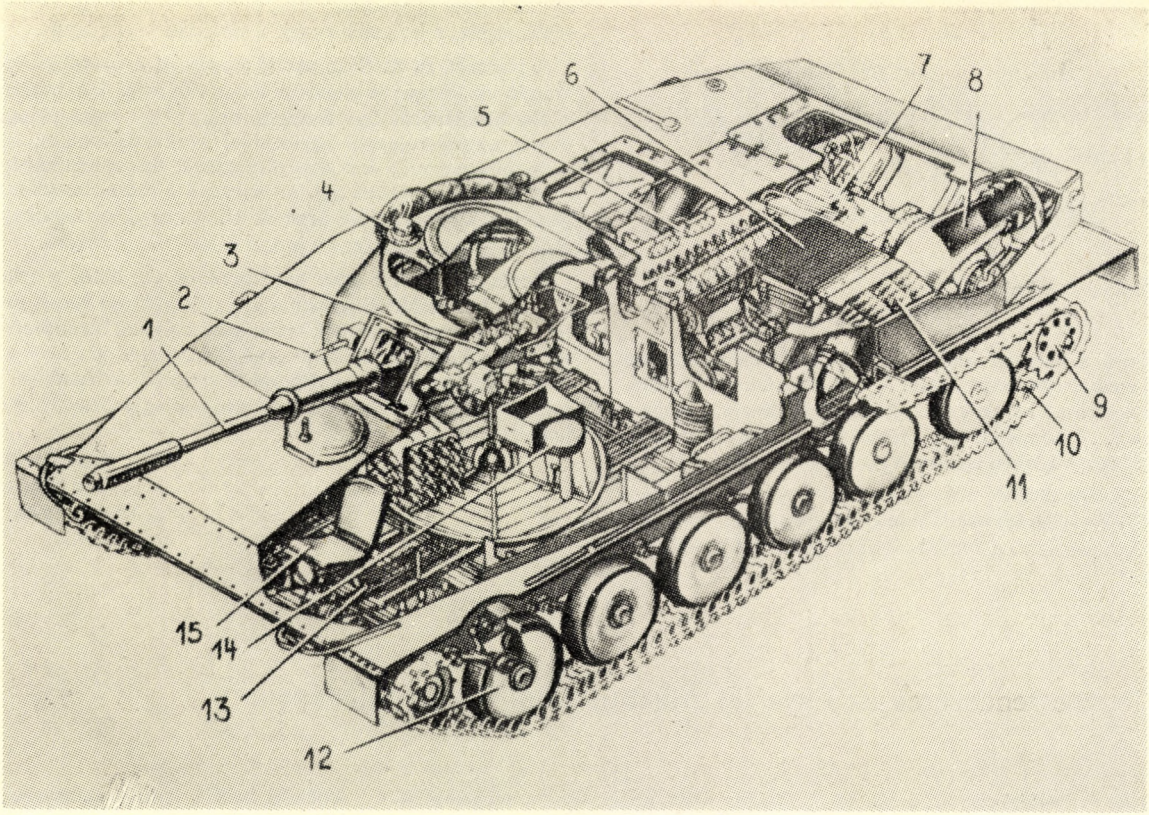
A csekély, 0,5 kp/cm²-es talajnyomás eredményeként a jármű terepjáróképessége igen jó. Ez különösen előnyös mocsaras vagy igen nehéz parti terepszakaszok leküzdése alkalmával. Az úszó harckocsi motorja vízzel szemben jól védett, vízsugár hajtóműve és szivattyúberendezése kiváló.

A teknő acéllemezből összehegesztett vízhatlan konstrukció. A pontonformájú kialakítás folytán úszás közben csekély a test ellenállása; ez a körülmény javítja a kormányozhatóságot. A teknő felhajtóereje úszóképessé teszi a harckocsit teljes harci terheléssel is. A nyomásközpont alatt helyezkedik el a teknő súlypontja, s ezért az úszó harckocsi oldaldőlése esetén stabilizáló nyomaték ébred. Ilyenformán az úszó harckocsi rendkívüli mértékben stabil. A teknő kialakítása olyan, hogy a harckocsi vízszint feletti része csak igen kisméretű célpontot mutat. A páncélzat megfelelő védelmet nyújt az ellenséges tűzfegyverekkel szemben a személyzetnek vízi átkeléskor is.

A motor

A járművet V–6 elrendezésű Diesel-motor hajtja. A motor folyadékos hűtőberendezésének működését hűtőlevegő elszívóberendezés segíti. Ezt a berendezést a motor kipufogó gázai működtetik.

A motor vízmentességét védő berendezés megakadályozza, hogy a víz a levegőszűrőn vagy a kipufogócsövön a hengerekbe kerüljön. A hengerekbe bejutó víz hatására ugyanis a motor



2. ábra: A szovjet úszó harckocsi
1 *löveg,* 2 *géppuska,* 3 *irányzó távcső,* 4 *figyelő periszkóp,* 5 *motor,* 6 *hűtő,* 7 *sebességváltó,* 8 *bal oldali vízsugárhajtómű,* 9 *láncházó kerék,* 10 *lánctalp,* 11 *kipufogócső és elszívószerkezet,* 12 *futó-görgő,* 13 *vezérlő rudazatok,* 14 *parancsnoki ülés,* 15 *vezetőülés*

indításakor olyan hidraulikus ütés keletkeznék, mely a forgattyús mechanizmust üzemképtelenné tenné. Ez a védőberendezés elzáró szeleppel és szelephúzó rugókkal ellátott szelepházból, munkahengerből, légszűrő-kikapcsolóból, vízleeresztő szelepből, kapcsoló fogantyúból és mozgató rudazatból áll.

A védőberendezést a bekapcsolt automatikával a 3. ábra szemlélteti. A fogantyú a *Víz* állásba van kapcsolva. A motor álló helyzetében vagy a motor indításakor az elzáró szelepek a húzórugó erőhatására zárják a kipufogócsöveket. Ezeket a szelepeket a kipufogógázok nyomása nyitja. A motor működése közben a motor olajnyomásának hatására a munkahenger dugattyúja felfelé mozdul el és a nyomórúd segítségével megfelelő áttételeken keresztül nyitva tartja az elzáró szelepeket. Az ilyen fogantyú-állásban egyidejűleg nyit a vízleeresztő szelep, amely az esetlegesen rosszul záró elzáró szelepeken keresztül a kipufogócsőbe került vizet leereszti.

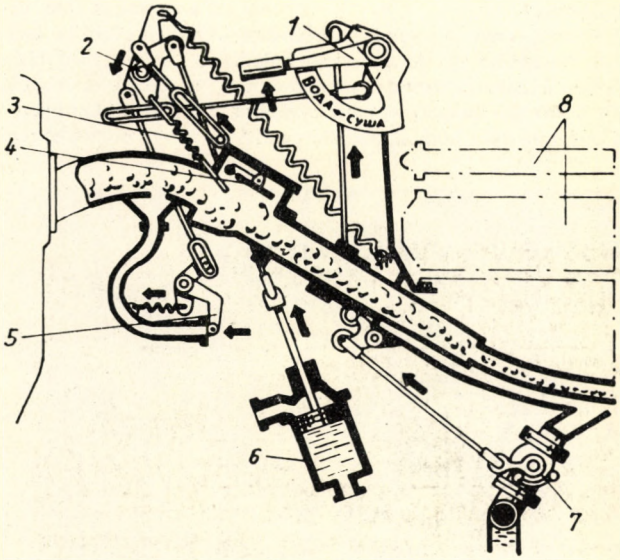
A motor leállításakor csökken az olajnyomás és a védőberendezés rugója a munkahenger dugattyúját lefelé nyomja; az elzáró szelepek a rugóerő hatására zárják a kipufogócsöveket. A kapcsolókarnak *Szárazföld* állásba történő állításakor az elzáró szelepek nyitják a kipufogócsöveket, eközben egyidejűleg a vízleeresztő szelep zár és a légszűrő zárófedél nyit.

Ha a harckocsi hosszabb ideig álló helyzetben van, célszerű a motor vízmentességét védő berendezést bekapcsolt állapotban tartani. Ekkor a kipufogócsöveken és a légszűrőn keresztül nem juthat por vagy nedvesség a motor hengereibe.

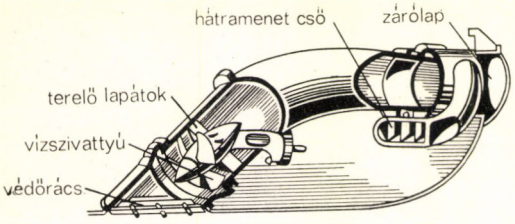
Mozgás a vízen

Az ismertetett úszó harckocsi erőátviteli rendszerében a fő tengely kapcsolón kívül megtalálhatjuk a sebességváltókat, a kormány tengelykapcsolókat, valamint a vízsugárhajtóművek oldalt elhelyezett két hajtószerkezetét, melyek módot adnak a lánctalpak és a vízsugárhajtóművek egyidejű és külön-külön történő működtetésére.

A kétéltű járművek vízben való mozgatására háromféle hajtást alkalmazhatnak: hajócsavarhajtást, vízsugárhajtóművet és úszó üzemmódban használt kerék- vagy lánctalpas hajtást. Mindegyik hajtási rendszer alapja a hatás-ellenhatás elv, vagyis a tolóerő a



3. ábra: A motor vízmentességét védő berendezés elvi vázlata
1 *kapcsolófogantyú,* 2 *szelepmozgató tengely,* 3 *húzórugó,* 4 *biztosító szelep,* 5 *vízleeresztő szelep,* 6 *henger dugattyúval és nyomórúddal,* 7 *légszűrő kikapcsoló,* 8 *hűtő*



4. ábra: Vízsugárhajtómű

víztömegeknek a haladási iránnyal ellentétes irányban történő mozgatása eredményeként jön létre. A páncélozott harcjárművek közül a szovjet úszó harckocsikon használtak először vízsugárhajtóműveket. A járműnek két vízsugárhajtóműve van; ezek a harckocsit úszás közben igen mozgékonnyá teszik.

A hajtómű elrendezését a 4. ábrán látjuk. A teknőfenékben levő szívócsövön védőrács akadályozza meg a szennyező anyagok bejutását. A vízszivattyú a járókerékből és terelőlapátkoszorúból áll; ez utóbbi megakadályozza, hogy az áramló víz forgó mozgásba jöjjön, s így csökkennek a súrlódási veszteségek.

A tolóerőt, és ezzel az úszási sebességet a nyomócsövön kiáramló víz tömege és sebessége határozza meg. A hátramenet és a vízi kormányzás úgy történik, hogy a két hajtómű nyomócsövét az elzárólappal egyidejűleg vagy külön-külön zárják. A hátramenetben a két vízsugárhajtómű elzárólapja zárva van, és a víz a hátramenet csövön keresztül a jármű hosszanti tengelyének irányába előre áramlik ki. Az egyik vízsugárhajtómű elzárólapjának zárásakor a jármű úszás közben fordul.

Ha találat éri az úszó harckocsit és víz hatol a teknőbe, akkor a két hajófenékszivattyú a víz eltávolítása végett üzembe lép. A járművet felszerelték automatikus tűzoltó berendezéssel is. Ultrarövidhullámú rádióadó-vevő berendezése lehetővé teszi a külső híradást, a fedélzeti belső beszélgető távbeszélője pedig megkönnyíti a harckocsi személyzetének egymással való érintkezését.

(Je. Orehov cikke nyomán a Sztarsina-Szerzsant 1970. évi 9. számából.)

Újabb fegyverrendszerek az Egyesült Államok bombázó repülőgépein

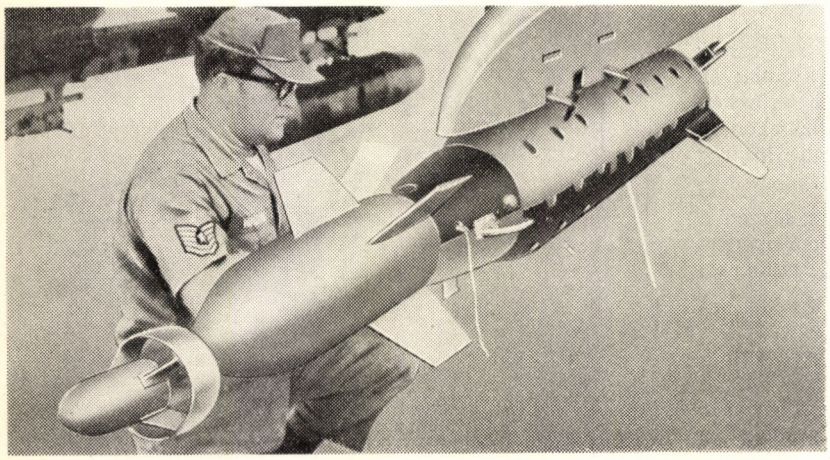
Alig másfél évtizeddel ezelőtt, a rakétafegyverek elterjedésével nem egy katonai szakértő a hagyományos légierő, különösen pedig a bombázó repülőgépek háttérbe szorulását, jelentőségének csökkenését jósolta, mindenképpen célszerűtlennek hirdetve e harceszközök továbbfejlesztését. Ezek a megállapítások hamisaknak bizonyultak. Bár a vezetőhatalmak alapvető hadászati támadó eszközévé a rakétafegyverek lettek, a légierő, sőt a bombázó repülőgépek szerepe még sem csökkent, fejlesztésük nem állt meg, ráadásul számos különleges fegyverrendszert fejlesztettek és fejlesztenek ki, amelyeket repülőgépeken telepítenek.

A bombázó repülőgépek fegyverrendszereinek fejlesztése két fő irányban halad. Az egyik irányzat szerint a bombázó repülőgép elsőrendű támadó fegyvere továbbra is a hagyományos bomba, azonban ennek találati pontosságát újfajta technikai berendezésekkel fokozzák. A másik irányzat szerint a bombázó repülőgépek a földi célokat a hagyományos bombák helyett levegőből földre irányított rakétákkal támadják.

A bombák pontosabb célbajuttatására, az irányításra különféle televíziós vagy újabban laser rendszereket fejlesztenek ki. Ezek a bombairányítások az olyan célterületeken eredményesek, ahol az ellenfélnek nincs a bombázó repülőgépet veszélyeztető, kellő hatékonyságú légvédelmi rakétarendszere – hiszen az irányított bombavetés végrehajtásakor a repülőgépnek feltétlenül a célterület fölé, de legalábbis ennek közvetlen közelébe kell behatolnia.

A levegőből földre irányított rakétákkal a repülőgép sebezhetőségét akarják csökkenteni. Az ilyen rakétarendszerrel felszerelt bombázó repülőgép ugyanis a célt a fedélzeti rakéta hatótávolságának megfelelő mértékben közelíti meg. A támadó fedélzeti rakéta megsemmisítésének valószínűsége mindenképpen jóval kisebb a bombázó repülőgépénél, mivel a rakéta sebessége a bombázó repülőgép sebességének általában a többszöröse. Ilyenformán a hagyományos bombázó repülőgépek leküzdésére telepített légvédelmi rakétarendszer az esetek többségében a levegőből földre rakétákat nem tudja leküzdeni.

A továbbiakban az említett két irányzatot az Egyesült Államok bombázó repülőgépeinek újabb fegyverrendszerein: a laserirányítású bombákon, valamint a *SRAM AGM–69A* típusú levegőből földre irányított rakétán mutatjuk be.



1. kép: Laser-irányítású bomba

Laserirányítású bombák

Tudvalevő, hogy a lasertechnika célok megjelölésére jól alkalmazható (Haditechn. Szle. 1972. 10. old.). Ez az elve a bombák laseres irányításának is.

Az irányításhoz a bombába egy laserdetektort helyeznek, mely egy meghatározott hullámhosszú sugárzás érzékelésére alkalmas. Az alapelv tehát lényegében azonos az infravörös irányításéval, de mivel a lasersugár rendkívül keskeny nyalábú, ezért megfelelő szűrővel könnyebben választható ki. A rendszer érzékenysége igen nagy.

A céltárgyat valamennyi irányítórendszerben külső fényforrásból lasersugárnyalábbal megvilágítják. A visszavert és szórt fény szolgál iránypontként a detektor számára.

A Vietnamban már sokszorosan bevetett különféle méretű (0,3, 0,45 és 1 t),

merev vezérsíkokkal ellátott lézerirányítású bombákon (1. kép) a pálya módosítására mozgatható kormányfelületek szolgálnak. Ily módon egyrészt lehetővé válik a bomba kormányzása, másrészt elérhető, hogy az elektronoptikai detektor ablaka mindig a céltárgy felé irányuljon. Ez a detektor érzékeltetni tudja a YAG:Nd szilárdtest laser által 1,06 μm hullámhosszon kibocsátott infravörös sugárzást.

A bomba irányításának többféle változata lehetséges. Van például olyan velejében félaktív önirányítású bomba, amely a laser megvilágította céltárgyat, sőt pontosabban csak ezt „látja". Az orientáció fenntartására a bomba kormányait szervomechanizmusok úgy állítják be, hogy a detektor mindig a fényfoltot „nézze" (pontosabban, a *forró* foltot, lévén ez infravörös folt), s így a bomba egyenesen a céltárgy felé tart.

Egy másik, sokkal bonyolultabb megoldásban a bombán olyan telemetriai rendszert helyeznek, amely pillanatról pillanatra méri a céltárgy és a detektor ablaka közötti távolságot. E megoldásnak két változata van: egy félaktív önirányítású és egy távirányítású rendszer.

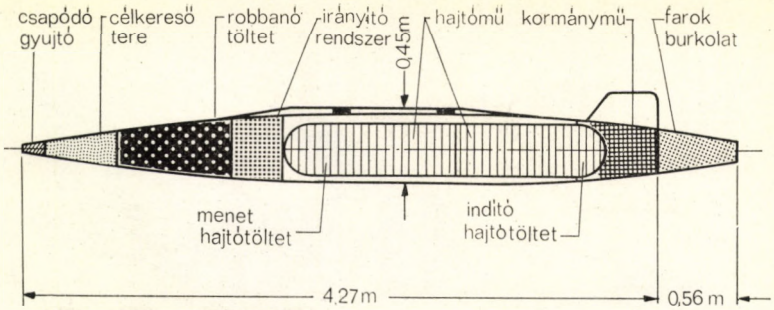
Az ilyen önirányított bombán elektronikus számítógép és kormányparancs kidolgozó szerkezet van, amely minden pillanatban ki tudja számítani és helyesbíteni a zuhanás pályáját. Ekkor a gép személyzetének arra kell ügyelnie, hogy kedvező helyzetben végezzék a bomba kioldását oly módon, hogy a bomba keresőfejét a céltárgyra orientálja.

A távirányított rendszer alkalmazásakor a keresőfej felfogta impulzusokat a bombázó repülőgép fedélzetére továbbítják. Itt telepítették az elektronikus számítógépet és a kormányparancs kidolgozó szerkezetet. A fedélzeti rendszer alakítja ki és továbbítja a bombára a kormányparancsokat.

Mindkét megoldásnak egyaránt vannak kedvező és kedvezőtlen vonásai. Az önirányított bombák nyilvánvalóan igen drágák, hiszen egy sereg bonyolult berendezést visznek magukkal. Előnyös tulajdonságuk viszont, hogy találati pontosságuk igen nagy. A távirányított bombák kisebb pontossággal találnak a célba, de berendezésük egyszerűbb lévén, értelemszerűen sokkal olcsóbbak az önirányított bombáknál.

Ami a találati pontosságot illeti, az irodalmi adatok meglehetősen ingadozók. Az irányított típusú bombák szórása feltehetően a hagyományos, irányítórendszer nélküli bombákénak 3–4%-a lehet.

A lézerirányítású bombák harci alkalmazásában mindenképpen hátrányt jelent, hogy – mint már említettük – a céltárgyat magától a bombától, sőt a bombázó repülőgéptől is független forrásból kell megvilágítani. Evégett egy előretolt megfigyelő helikopternek kell tevékenykednie. A helikopter valamivel a bombázógépek hulláma előtt a bombázandó terep fölé repül, erre, vagy a céltárgyakra egy (vagy több) sugárnyalábot bocsát. Azt a körülményt



2. kép: A rakétatörzs hosszmetszete

sem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a YAG: Nd laserrel a megvilágítás távolsága legfeljebb 10 km. Ha a sugárforrás a céltárgytól 3 km-re van, akkor a sugárnyaláb a készülék típusától függően a céltárgyra 1–2 m átmérőjű fényfoltot vetít.

Az amerikai katonai szakértők véleménye szerint e módszer gyökeresen módosítja a csoportosan és az elszórt céltárgyak ellen végrehajtott bombázás technikáját. Képmutatóan még azt is állítják, hogy ez a módszer „humánussá" teszi a légi hadviselést, mivel lehetőséget ad egy adott céltárgy megkülönböztetésére és arra, hogy a céltárgyhoz többé-kevésbé közel levő ártatlan áldozatok bombázása elkerülhető legyen. Szerintük a bombázási feladat végrehajtása némileg veszélytelenebbé válik a pilóták számára, mivel a bombákat már a céltárgytól bizonyos távolságban kioldatják, és így nem kell közvetlenül a céltárgy fölé berepülniök. Ennek következtében valamennyire csökkenne a bombázó repülőgép sebezhetősége.

Új levegőből földre irányított rakéta

Az amerikai légihaderő 1972. március 1-én vette át a *SRAM* (Short Range Attack Missile = kis hatótávolságú támadó rakéta) *AGM–69A* típusú repülőgépfedélzeti levegőből földre irányított lövedék első sorozatgyártásban készült példányait.

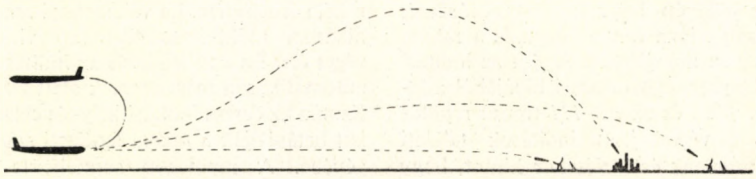
A *SRAM*-nek azt a feladatot szánták, hogy repülőgép fedélzetéről indítva a jól kiépített légvédelmi rendszerek megkerülésével hadászati és hadműveleti jelentőségű földi célokat semmisítsen meg. Harcászati-műszaki jellemzőit tekintve nem mondható valamiféle merőben új fegyverrendszernek. Azért érdemel különös figyelmet, mert vele akarják átfegyverezni a meglevő *B–52H* és *B–52G* típusú bombázó repülőgépeket és az igen korszerűnek tekinthető *FB–III* vadászbombázót. Azt is tervezik, hogy a ma még a kialakítás stádiumában levő *B–I* típusú szuperszonikus nehéz bombázó repülőgépet is e rakétával fegyverzik fel.

A rakéta tervezésétől a sorozatgyártásig hosszú idő telt el. A Boeing-konszern már 1963-ban foglalkozott a kis hatótávolságú repülőgépfedélzeti levegőből földre irányított rakéta előtervével. Az amerikai légihaderő 1966-ban hirdetett pályázatot ilyen típusú rakétákra. Ezt a pályázatot előrehaladt előtervei alapján a Boeing-cég megnyerte, s megbízást kapott a rakéták gyártására, továbbá az említett repülőgép típusok megfelelő átalakítására, úgyszintén a repülőgépek fedélzeti berendezéseinek kifejlesztésére. A *SRAM*-programban a fővállalkozó Boeingen kívül még számos alvállalkozó is részt vett. Az első kísérleti repülésre meglehetősen hosszú idő után, 1970 júliusában került sor.

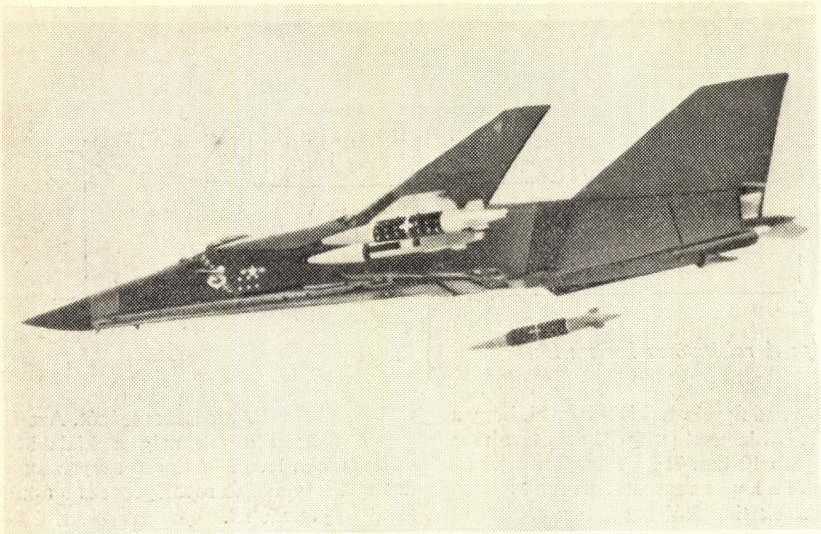
A SRAM-rakéta felépítése

Az új rakéta hengeres alakú, elöl és hátul áramvonalazott kúpban végződő szerkezet, farokrészén három vezérsíkkal. Törzse rozsdamentes acélból készült, amely hőszigetelés végett és a lokátorfelderítés elleni álcázásra 6–10 mm vastag szilikon bevonattal borítanak. A rakéta össztömege 1 t, amelyből a hajtóműre 0,67 t jut (2. kép).

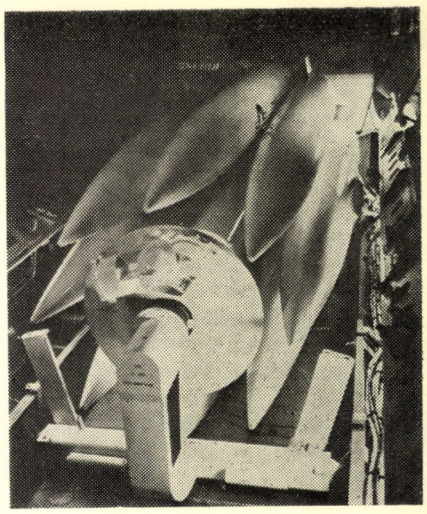
Szilárd hajtóanyagú *LPC–415* típusú kétfokozatú, de közös hajtóházban elhelyezett hajtóműve van. Ebben az elrendezésben mind az indító, mind pedig a menet hajtóanyag azonos tüzelőtérben ég el, és az égéstermék gázok mindkét hajtóanyagtöltet égésekor ugyanazon a fúvócsövön áramlanak ki. A rakétahajtóműnek ez az érdekes megoldása a fegyver kialakításában nehézséget jelentett, hiszen körülményes feladat olyan hajtóműházat (tüzelőteret



3. kép: A SRAM-*rakéta lehetséges röppályaváltozatai*



4. kép: A SRAM *indítása az* FB–111-*ről*



5. kép: SRAM-*rakéta a* B–52 *bombaterében*

és fúvócsövet) tervezni, amely mind az indítási, mind pedig a menet üzemmódnak megfelel. Nem volt egyszerű a két hajtóanyaglépcső egymásutáni indításának megoldása sem, ugyanis az egyes fokozatok működése közötti szünet a repülési programtól függően 1,5–80 s közötti tartamú.

A két hajtómű indítása közötti időtartam határozza meg a röppályát, s így az adott röppályával elérhető legnagyobb hatótávolságot. A pálya alakja (3. kép) attól függ, hogy a menethajtómű milyen hamar indul a gyorsító hajtómű kiégése után. Ha a két hajtómű működési szünete minimális, akkor a rakéta olyan ballisztikus pályán halad, mellyel maximálisan 160 km hatótávolság érhető el. Amikor a két hajtómű működése közötti szünet a legnagyobb, akkor a röppálya igen alacsony és a vízszinteshez közeli. Ilyen esetben mindössze csupán 55 km-t ér el a hatótávolság. Nyilvánvaló, hogy a rakétát felderíteni vagy leküzdeni akkor a legnehezebb, amikor alacsony röppályán halad.

A *SRAM*-rakéta tehetetlenségi irányítású. Tudvalevő, hogy az ilyen rendszerben a repülési programot, a megsemmisítendő cél helyét, a megválasztott röppályát a rakéta fedélzeti irányítórendszerébe a repülőgép fedélzetén elhelyezett bonyolult elektronikus berendezés táplálja be. Ez a berendezés automatikus működésű, vagyis elegendő megadni a célpont koordinátáit, s a berendezés minden pillanatban a repülőgép pillanatnyi helyzetének megfelelő programot táplálja be a rakétába. Ezt a műveletet igen gyorsan kell végrehajtani, hiszen a hordozó repülőgépek sebessége meglehetősen nagy.

A repülőgép helyzetmeghatározásának pontossága igen fontos, ugyanis a rakéta szórásának nagyjából a 90%-a az indítási pont helyzetmeghatározási hibájából adódik. A *B–52* és az *FB–111* típusú repülőgépekről végrehajtott indítások találati pontosságának értékelésekor kitűnt, hogy az *FB–111*-ről indított rakéták (4. kép) találati pontossága számottevően meghaladta a B–52-ről indított rakétákét. Ezt azzal magyarázták, hogy az *FB–111* fedélzeti navigációs berendezése – amely a repülőgép pillanatnyi helyzetét meghatározza – lényegesen korszerűbb és főleg pontosabb a *B–52* repülőgép hasonló berendezésénél.

Minden egyes rakétaindításhoz adatszalagot állítanak össze. Az irányítórendszer akkor lép működésbe, amikor a szalagot a rakéta fedélzeti fő számítógépébe betáplálják. Erre még az indítás előtt sor kerül. A rakéta elektronikájának üzembe helyezése, úgyszintén a repülőgép navigációs és fedélzeti irányító rendszerének összehangolása, továbbá valamennyi ellenőrző művelet automatikus.

Néhány navigációs feladattól eltekintve a repülőgépszemélyzet tevékenysége a szokásos körülmények között meglehetősen csekély. A személyzetnek mindössze be kell kapcsolnia a repülőgép fedélzeti irányítórendszerét, továbbá az indítandó rakétát élesre kell állítania, végül a rendszer állapotát figyelnie kell. Felléphetnek azonban olyan előre nem látható események is, amelyek a repülőgép személyzetének a beavatkozását igénylik. A rádiólokátor berendezés például jelezhet egy új leküzdendő célt. Ilyenkor az újonnan szerzett adatokat gyorsan be lehet táplálni a fő számítógépbe. Ha a személyzet tudomására jut, hogy a rakéta a megjelölt célt nem küzdötte le, akkor ismét indíthat rakétát a le nem küzdött célra.

Az indítandó rakéta pályáját csupán az indítás előkészítésének utolsó fázisában választják meg. Az indítási parancsot a berendezés csak akkor továbbítja a rakéta fedélzetére, ha valamennyi rendszer hibátlan működését ellenőrző vizsgálat véget ért. Ez az ellenőrzés az indítás előtt automatikusan másodpercek alatt lezajlik. Ezután az összes indítási hely- és céladatokat betáplálják a rakéta fedélzeti számítógépébe. A repülőgép személyzete meg tudja akadályozni az indítást, s átállíthatja az automatikát kézi vezérlésre.

Az ilyen irányító rendszer külső zavarások iránt nem érzékeny. Az alacsonyrepülésben a rakétát rádió-magasságmérő tartja a földfelszíntől megadott távolságban. A rádió-magasságmérő indítja el a rakéta robbanótöltetét a kiválasztott célterület felett az adott magasság elérésekor.

Egyes közlések szerint a *SRAM*-rakéta atomfeje 1 Mt hatóerejű töltetet tartalmaz, melyet vagy közelségi vagy pedig csapódó gyújtóval hoznak működésbe. A rakéta sebessége 3 M a magas és 0,9 M az alacsony röppályákon.

A *SRAM*-rakéta nagyon költséges szerkezet, de a hordozó repülőgép átalakítása sem olcsó. A becslések szerint a megrendelt közel 600 db-ból álló sorozat példányonként kereken 450 000 dollárba kerül (a nukleáris robbanótöltet nélkül), ezenkívül ismert, hogy egy darab *B–52* típusú repülőgép átalakítása mintegy 2 millió dollárt emészt fel. Az előzetes kalkulációk szerint nagyobb mennyiségben gyártva a rakéta ára mintegy 150 000 dollárra lesz csökkenthető.

Az új rakéta rendszerbe állításához 280 db *B–52*-es repülőgépet kell átalakítani. Ez a munka terv szerint 1975-re fejeződik be. A *B–52*-es repülőgépeken 20 db *SRAM* szállítható, éspedig 6–6 db a szárny alá felfüggesztve és 8 db a hátsó bombatérben (5. kép). Az *FB–111*-es gép 6 db rakétát szállíthat: 1–1 db-ot a szárnyak alatt, 4 db-ot pedig a bombatérben. A *B–1* típusú, tervezés és kialakítás alatt álló bombázó repülőgép a tervek szerint 32 db ilyen rakétát szállíthat.

Ha a gyártás alatt álló 72 db *FB–111* repülőgép mindegyikét 6 db és valamennyi *B–52*-es típusú gépet 20 db *SRAM*-mel akarnák ellátni, akkor csupán a rendelkezésre álló hordozó repülőgépek figyelembevételével – tartalékok nélkül – több mint 6000 db rakétát kellene előállítani. Ha a *B–1*-es típusú repülőgépeket is ezekkel a repülőeszközökkel akarják felfegyverezni, akkor ez a szám még inkább növekszik.

Sz. Gy.

Szovjet–amerikai közös űrrepülés a láthatáron

A *Szojuz* és az *Apollo*-űrhajók közös repülésének műszaki vonatkozásait a Szovjetunió Tudományos Akadémiája és az amerikai űrigazgatóság, a NASA képviselőinek előzetes megbeszélésén tárgyalták meg. A két intézmény szakértői Houstonban, az amerikai űrközpontban találkoztak, s ekkor minden oldalról meghatározták azokat a műszaki és szervezési kérdéseket, amelyek a szóban forgó űrhajók repülési programjával, az űrrandevúval, és az összekapcsolással kapcsolatosak.

Ezen a találkozón tisztázták a randevú és az összekapcsolás műveleteiben szerepet játszó rendszereket érintő főbb műszaki követelményeket, az összekapcsoló, más néven dokkoló szerkezetek kialakítását, a manőverek tervének kidolgozását. A kedvező munkalégkörű tanácskozáson megvitatták a bonyolult űrkísérlet végrehajtásának számos gyakorlati kérdését, és igyekeztek mindkét fél számára elfogadható megoldást találni. Egyes problémákat a szakértői csoportok következő találkozásain vizsgálnak meg.

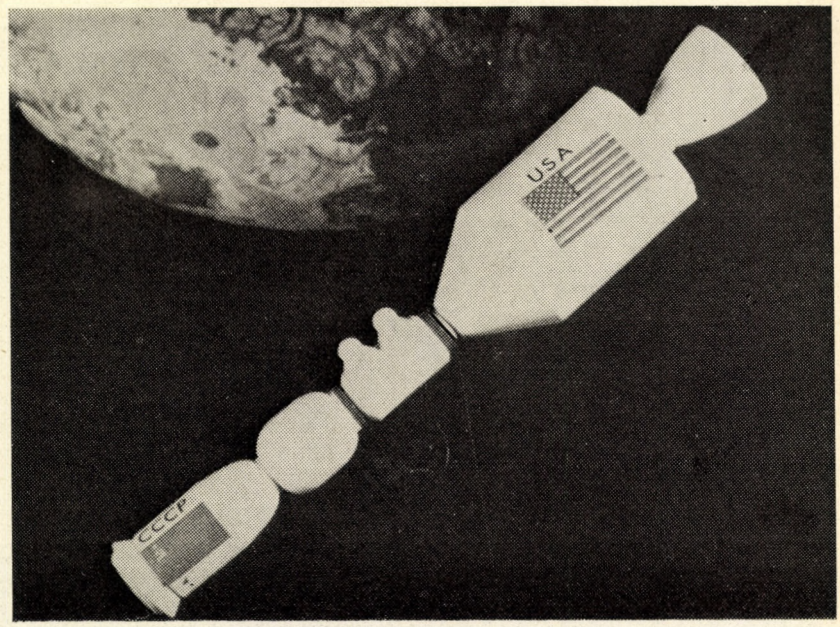
Már az eddigi megállapodások is módot adnak a szovjet–amerikai űrrandevú előkészítésére, és a megvalósításhoz szükséges eszközök fejlesztési munkáinak a megindítására. Érdemes ezért röviden áttekinteni a szóban forgó közös program célkitűzéseit és a megoldandó feladatokat.

Az űrhajók és az űrállomások egyességesített összekapcsoló szerkezetekkel való ellátása mindenekelőtt humánus célt szolgál, növeli az űrrepülésben közvetlenül résztvevő emberek biztonságát. A kialakítandó egységes rendszerek lehetővé teszik, hogy szükség esetén – a nemzetiségtől függetlenül – bármilyen űrhajót vagy űrállomást össze lehessen kapcsolni egy másik, a közelben tartózkodó egységes kapcsolószerkezetű űrhajóval.

A *Szojuz* és az *Apollo*-típusú űrhajók 1975-re tervezett közös repülésének legfőbb célja a gyakorlatban kipróbálni a szovjet és amerikai űrhajók randevú- és dokkoló manővereihez és az űrhajók személyzetének átszálláshoz szükséges műszaki rendszereket.

Egyelőre nincs szó arról, hogy a két ország azonos szerkezeteket dolgozzon ki. Mindkét fél önálló fejlesztést végez, a közös elvek és az egyeztetett tervek alapján.

Az összekapcsolás műszaki nehézségei abból erednek, hogy eddig a Szovjetunióban és Amerikában egyaránt a dokkoló rendszereket az adott ország saját programjának megfelelően alakították ki, azonban a jövőben olyan új szerkesztési elveket kell keresni, amelyek alkalmasak bármilyen két űrhajó összekapcsolására. A szakértők már találtak ilyen elveket és tisztázták, hogyan lehet leküzdeni az akadályokat. Mindenképpen még több kérdésre nem sikerült eddig megoldást találni.



A tárgyalások eredményeként kidolgoztak egy univerzális összekapcsoló szerkezetet. Az új konstrukció még egyetlen szovjet vagy amerikai űrhajóra sincs felszerelve. Bevezetésével lehetővé válik majd, hogy a vele felszerelt űrhajó a dokkolási műveletben akár aktív, akár passzív résztvevőként szerepelhessen. Eddig ugyanis a dokkolási műveletben résztvevő két űrhajó egyikén, az aktív szerepű egységen konvex, a passzív szerepű másikon pedig konkáv összekapcsoló szerkezet volt.

Az univerzális új szerkezet az eddigiektől gyökeresen különbözik: az aktív egység központi illesztő csapja és a passzív egység fogadó fészke helyett mindkét kapcsoló szerkezeten kerületi vezető szegmensek vannak rögzítő zárakkal ellátva. A kapcsoló szerkezet körülfogta középső részén van az űrhajósok átszállására szolgáló nyílás.

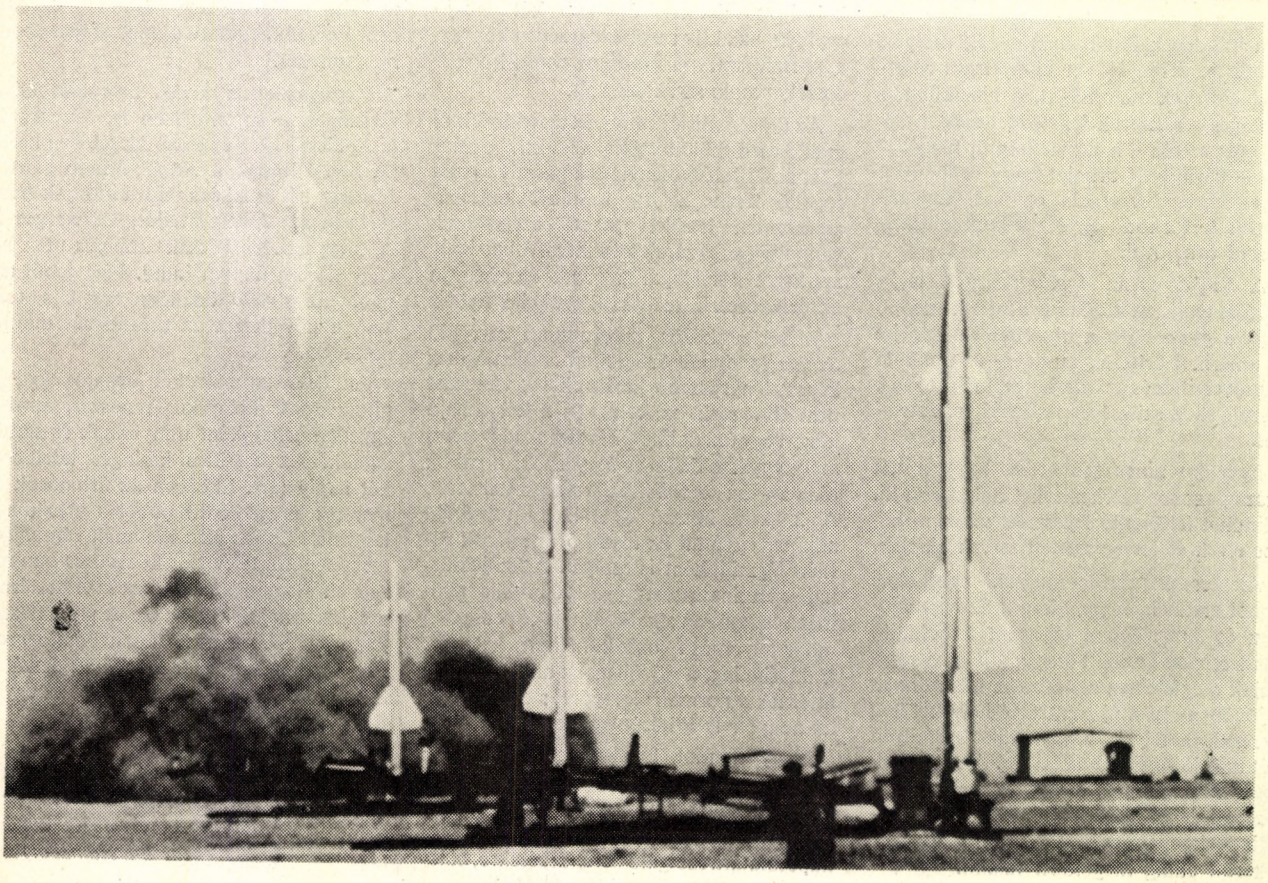
Mivel a közös programban szereplő *Szojuz* és *Apollo* űrhajókon a jelenlegihez képest lényegesebb konstrukciós változást nem terveznek, szükség van a két űrhajó között egy ún. dokkoló egységre (adapterre) mely egyik oldalán a *Szojuz*hoz, a másik oldalán az *Apollo*hoz csatlakozni tud. A 2,94 m hosszú és 1,42 m átmérőjű adapter egyúttal az átszálló űrhajósok részére légzsilipként is szolgál. A Szojuz-űrhajók kabinatmoszférája 1000 mbar nyomású levegő, az *Apollo*-űrhajóké pedig 345 mbar nyomású oxigén-hélium keverék. Valószínűleg a jövőben az amerikaiak is áttérnek a normális levegőre, s ekkor majd az adapter felépítését egyszerűsíteni lehet.

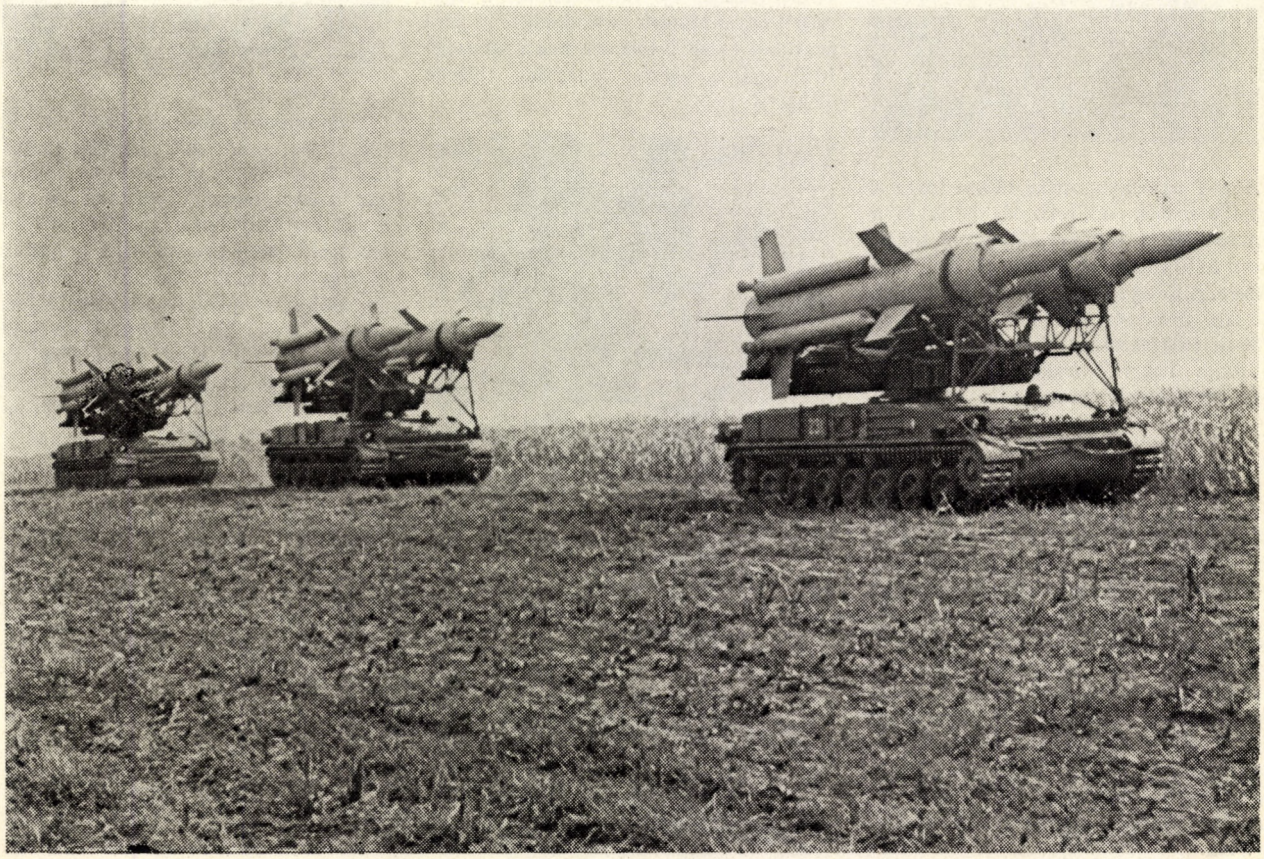
Nagy gondot fordítanak a randevúmanőver lebonyolításának közös eszközeire: az űrhajók egymás közötti és a földi irányító központokkal való távközlési kapcsolatára szolgáló berendezésekre, különösen pedig a dokkoló művelet idején a két űrhajó személyzetének közvetlen beszélgetését lebonyolító rádiórendszerekre. A közös programban résztvevő űrhajók személyzetének jól kell bírnia a másik fél nyelvét. A tervek szerint az űrhajósokat kölcsönösen megismertetik az idegen űrhajó szerkezetével, a személyzetek közös gyakorlatokat fognak végrehajtani és közösen próbálják ki az említett újonnan fejlesztendő rendszereket.

Megegyeztek a közös űrrepülés egyes fázisainak a sorrendjében is. Magára az űrrepülésre 1975 év második felében kerülne sor. Elsőnek a *Szojuz*-űrhajó startol. Mintegy hét és fél óra múlva indítják Amerikában az *Apollo*-űrhajót. Lehetséges az is, hogy az *Apollo* csak a *Szojuz* után két vagy három nappal indul. Nagyjából egy napig az *Apollo* önállóan repül, s csak ezután következik az űrrandevú, majd a dokkolás.

Az összekapcsolt két űrhajó egységes pilótavezette kozmikus rendszer, amelyet egyetlen űrhajóként irányítanak és stabilizálnak. Az együttes keringés körülbelül két napig tart. Eközben az űrhajósok átmennek az egyik űrhajóból a másikba és különféle kísérleteket hajtanak végre. Természetesen a televíziós közvetítés sem marad el. Ezután az űrhajósok visszatérnek a saját űrhajójukba és az űrhajókat szétkapcsolják. A továbbiakban önálló program szerint repülnek, a *Szojuz* leszáll a Szovjetunióban, az *Apollo* pedig az egyenlítő környékén a Csendes-óceánra.

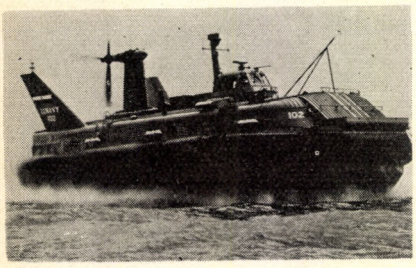
(B. N. Petrov akadémikus cikke alapján a Pravda 1972. augusztus 2-i számából)



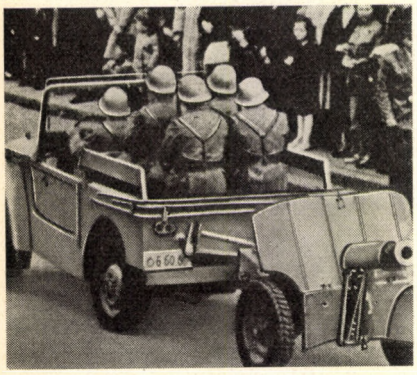


Légpárnás járművek Iránban

Az iráni haditengerészet Angliából 10 db *Wellington*-osztályú légpárnás járművet szerzett be. Egy-egy ilyen jármű segítségével 170 katona szálítható teljes felszerelésével együtt, de alkalmas arra is, hogy kisebb létszámú kísérővel lövegeket, gépjárműveket és más harceszközöket juttassanak el a kívánt rendeltetési helyre. Fedélzeti rakétákkal felszerelten tengeri támadások intézésére, úgyszintén deszant-műveletekre, felderítésre és sebesültek szállítására is használható. Legnagyobb sebessége 60 csomó.



Jugoszláv tábori löveg

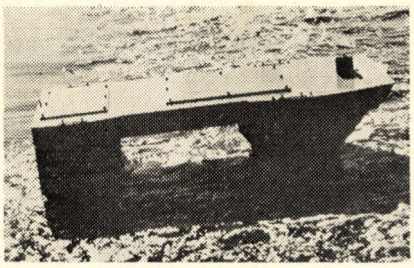


A *B–1* típusú jugoszláv tábori löveg a hegyi csapatok, a lövészalakulatok és a páncélelhárítás fegyvere. Egyaránt alkalmas a felső és az alsó szögcsoportban való lövésre. A löveg teljes hossza 3,1 m, tömege 720 kg, űrmérete 76,2 mm, lőtávolsága 8750 m, tűzgyorsasága 25 lövés/min. Egyik változata hegyi lövegként szétszerelten lóra vagy öszvérre málházható.

Mentés a bombázóról

Sok szó esik a szaksajtóban az új *B–1A* típusú hadászati szuperszonikus bombázórepülőgépről. A repülőgép személyzetét leválasztható fülkében helyezik el. A fülkét a leválasztás után ejtőernyő rendszerrel tervezik megmenteni a rajzunkon bemutatott sorrendben. Vészhelyzetben a fülkét rakéták segítségével eltávolítják a géptől, majd különleges, úgynevezett nagy sebességű ernyővel stabilizálják. Ezután három kis ernyő kihúzza a fő ejtőernyőt, melyek segítségével a fülke leereszkedik. A rendszer kipróbálását még ebben az évben tervezik.

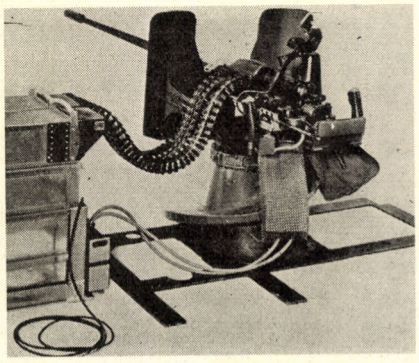
A Sea Sulky



A *Sea Sulky* típusú hajót a svéd Internavia cég alakítja ki. Az új katamarán hajó egyaránt alkalmas lesz polgári és katonai célokra. A pontonokat összekötő csuklós tartók módot adnak arra, hogy a pontonok 25 fokos szögben a hajótesttől függetlenül elforduljanak. Lassú menetben a pontonok a víz felszínén, gyorsmenetben pedig a vízszint alatt vannak. A pontonokban helyezik el a hajtóműveket és a tüzelőanyagtartályokat. A jármű hossza 45,7 m, fedélzetének szélessége 21,3 m. Mindkét pontban elhelyezett két ikergázturbina 46 csomós (kb. 85 km/h) sebességgel, 1000 tengeri mérföld (mintegy 1852 km) megtételére teszi képessé a hajót. A hajót hagyományos típusú lövegekkel és rakétavetőkkel fegyverzik fel.

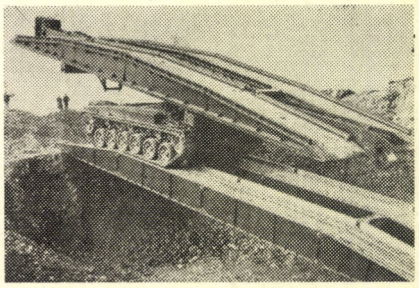
Francia fedélzeti géppuska

Az *M–621* típusú, 20 mm űrméretű francia nehéz géppuskát repülőgépek, helikopterek és szárazföldi járművek fedélzetén építik be. Az önműködő fegyver gázelvételes rendszerű és elektronikus vezérlésű. Tűzgyorsasága 300–400 lövés/min; a fegyverből egyes lövések is leadhatók. A géppuskából tüzelt lövedékek kezdősebessége 1010 m/s, a fegyver hátrasikló tömege 45 kg.

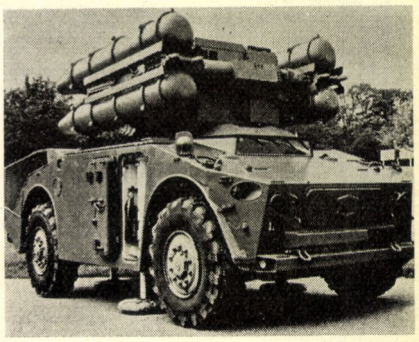


Svájci hídvető harckocsi

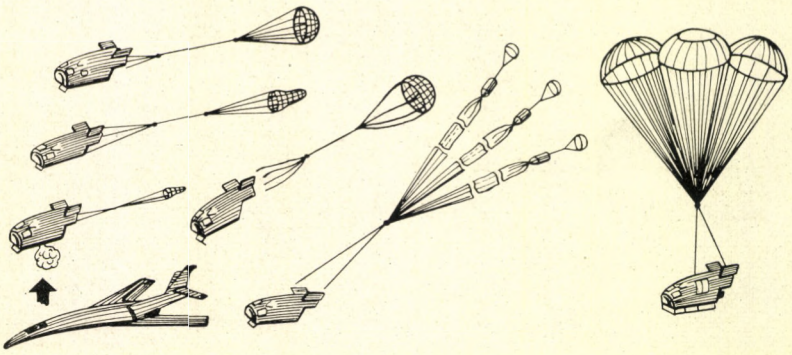
A svájci hadsereg által rendszeresített hídvető harckocsi hídjának hossza 20 m, szélessége 3,9 m, teherbíró képessége 50 t. A jármű önsúlya 45 t, sebessége 55 km/h, személyzete mindössze három főből, a parancsnokból, a vezetőből és a vetőszerkezet kezelőjéből áll. A híd hidromechanikus szerkezettel 2 perc alatt telepíthető és 5 perc alatt bontható. A hídelemet közúti vagy vasúti szállítás alkalmával több tagra szerelik szét.



A Crotale-rakéták indítóállványa

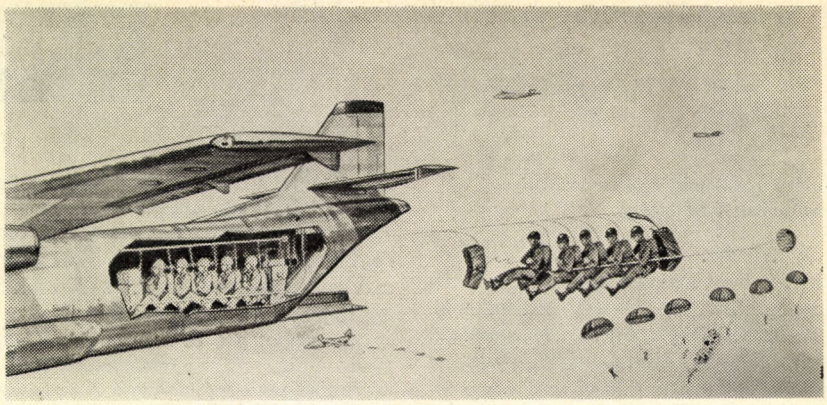


Uagyanezen a helyen (Haditechn. Szle., 1969. 75. old.) már beszámoltunk a *Crotale* légvédelmi rakétarendszerről, amelyet francia cégek fejlesztettek ki a 300 m-nél alacsonyabban szálló 0,9—1,2 M sebességű repülőgépek elleni alkalmazásra. A fegyverrendszer fejlesztési költségeiből nagyobb részt vállalt a Dél-afrikai Köztársaság, s széles körű kísérleteket végeztek vele az Egyesült Államokban. Képünk a Dél-Afrikába szállított, terepjáró gépjárművön telepített indítóállványt mutatja be 4 db ráhelyezett rakétával.



„Szinkronizált" ejtőernyőugrás

Ejtőernyős deszantakciók alkalmával sok nehézséget okoz, hogy a repülőgépből kiugró harcosok nagy területen szétszóródva érnek földet, s gyülekezésük hosszabb időt vesz igénybe. Az amerikai Lockheed repülőgépgyár most egy elképzelés megvalósítási lehetőségeit tanulmányozza. Eszerint a harcosok egyszerre, „szinkronizáltan" hagynák el a gépet. A gépből az embereket egy fékező ejtőernyő rántaná ki vezetőkötél segítségével, mely egyúttal az egyes ejtőernyőket kioldja, majd kinyílás után is együtt tartja.



Atomhajtású léghajók — a jövő szállítóeszközei?

A szovjet folyóiratok gyakran foglalkoznak a tervezett atomhajtású léghajókkal. Egy ilyen elképzelt légijármű képét már ezeken a hasábokon is bemutattuk (Haditechn. Szle., 1970. 155. old.). Mi teszi ezeket a terveket időszerűekké? A léghajó igen célszerűen használható mindenütt, ahol nagy terheket kell gyorsan és olcsón szállítani. Amerikában több alkalommal űrhajózási hordozórakétákat szállítottak a gyártó üzemből az indító bázisra.

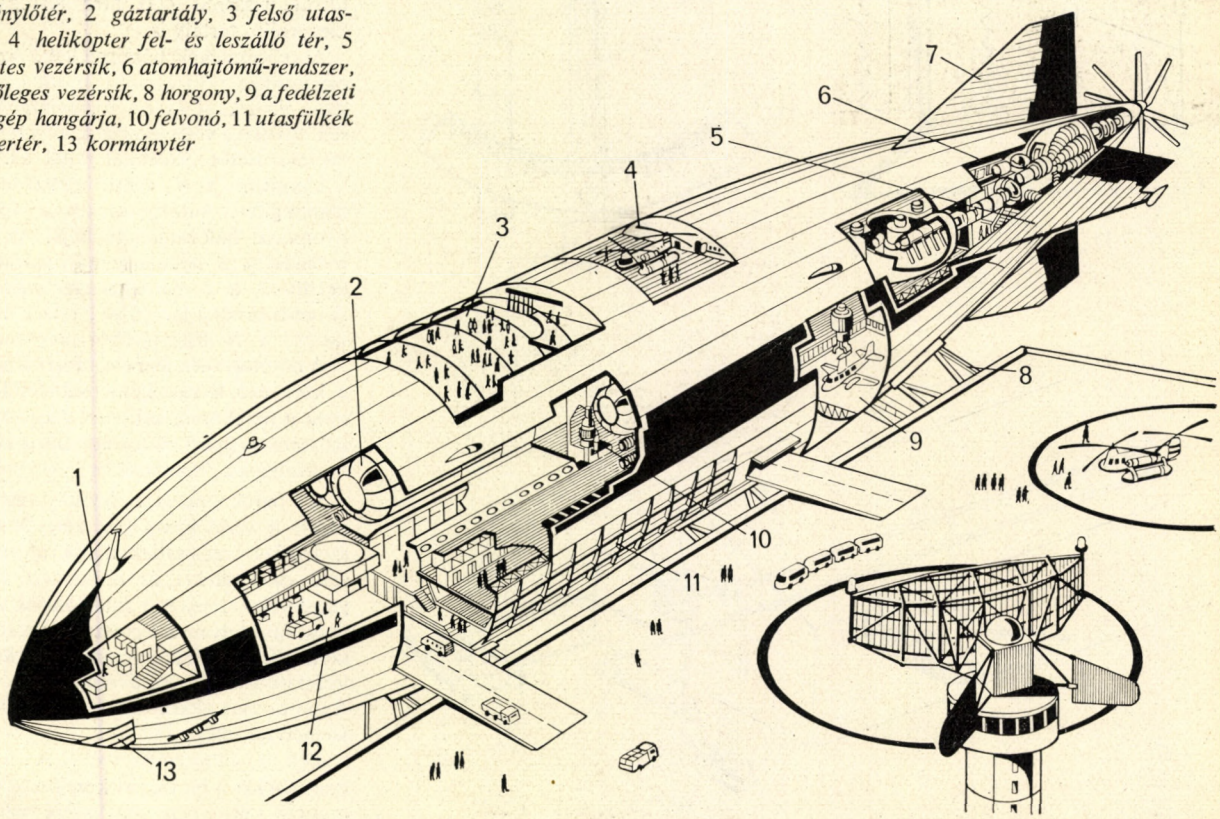
Ami az utasszállítást illeti, a közönség általában nem annyira az utazósebesség iránt érdeklődik, mint sokkal inkább azt kérdezi, hogy mennyi idő kell az úticél eléréséhez. A repülőutazás kellemetlenségei közé tartozik, hogy a repülőterek többnyire messze a városokon kívül vannak, s így megközelítésük néha több időt igényel, mint maga az utazás. A léghajózás nem tart számot kiépített repülőterekre, hiszen a léghajónak csak egy kikötő árbocra van szüksége, amelyet akár még magával is vihet, és bárhol: jégtáblán, hegyvidéken vagy homokbuckákon ki tud dobni. Startolni tud közvetlenül a városközpontban háztetőről is. Már évtizedekkel ezelőtt a New York-i Empire State Building tetején elhelyeztek léghajó-kikötőárbocot. Ráadásul a léghajó nem kelt zajt, hiszen motorerő nélkül száll fel a magasba.

A léghajó akár napokig tud energiafelhasználás nélkül a levegőben lebegni, vagy éppenséggel egyhelyben állni. A repülőgép és a helikopter viszont tüzelőanyagának fele mennyiségét arra a célra fogyasztja el, hogy az önsúlyának kiegyenlítéséhez szükséges felhajtóerőt létrehozza és így a használatban tízszerte, sőt százszorta olyan költséges, mint a léghajó.

Bár a léghajó utazósebessége kisebb a repülőgépénél, mégsem mondhatjuk különösebben lassú járműnek. Rendkívüli előnye, hogy a nagy tengeri hajókéhoz hasonló kényelemmel lehet berendezni. Mivel a léghajót ma már nem hidrogénnel, hanem héliummal töltik, biztonságos üzeméhez nem fér kétség. Ha egy ilyen repülő óriásnak még atomhajtóműve is van, előnyei még inkább szembetűnőek.

A szovjet szakemberek terveiben mind világosabban körvonalazódik az itt vázlatosan bemutatott atomhajtású léghajó, mely 300 m hosszú, 50–60 m átmérőjű és 150–180 t hasznos teher szállítására képes. Egy ilyen légijármű a fedélzetére vehet 600 utast és 100 t terhet. Alkalmas nagyméretű terhek mint pl. 100 m-nél hosszabb csövek, teljes olajfúró tornyok, hídalkatrészek, óriás vízturbina-forgórészek stb. szállítására is. Turista utakra is terveznek egy változatot, amely 1800 utast szállítana. A léghajó személyzete tíz főből állana, sebessége 200–300 km/h, hatótávolsága gyakorlatilag korlátlan lenne.

Atomhajtású léghajó vázlata
1 *vezénylőtér*, 2 *gáztartály*, 3 *felső utasterem*, 4 *helikopter fel- és leszálló tér*, 5 *vízszintes vezérsík*, 6 *atomhajtómű-rendszer*, 7 *függőleges vezérsík*, 8 *horgony*, 9 *a fedélzeti repülőgép hangárja*, 10 *felvonó*, 11 *utasfülkék* 12 *tehertér*, 13 *kormánytér*



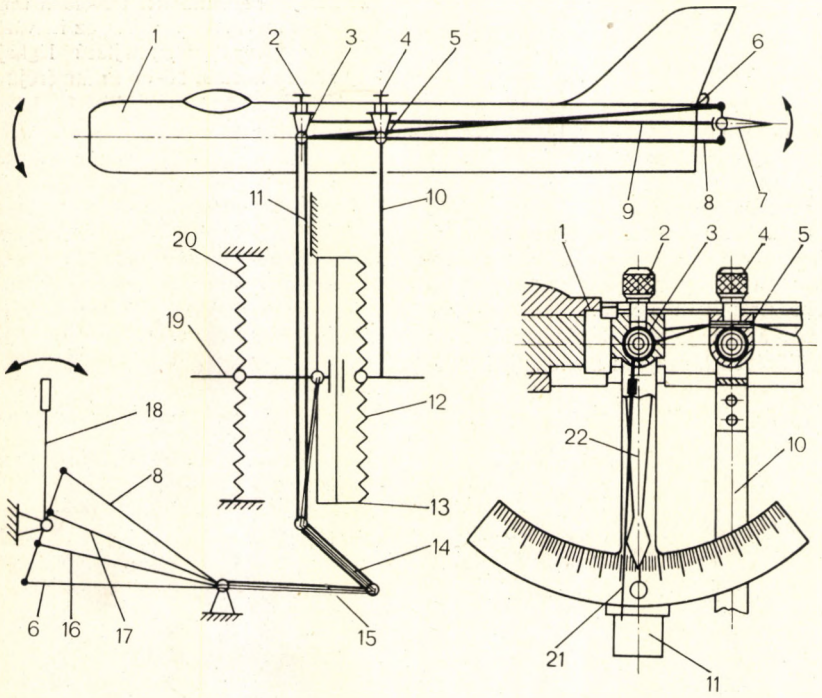
Modell repülőeszközök hosszirányú lengéseinek imitálására

A készülék működése azon az elven alapszik, hogy a repülőeszközök lengései és súlypontkörüli elfordulásai hasonlítanak a rugókra felfüggesztett súly mozgásához.

Az alumíniumöntvényből készített *1* repülőgépmodell a gép súlypontjában elhelyezett *3* és nyomásközpontjában elhelyezett *5* csuklóval csatlakozik a *10* és *11* rudakhoz. A *20* rugóra felfüggesztett *11* rúd a *19* karral mozgatható; a *11* rúd elmozdulásakor a modell súlypontja függőleges irányban lengeni kezd. A *10* rúd a *12* rugón át kapcsolódik a függőleges irányban mozogni képes *13* kengyelhez. Ez a kengyel a *18* botkormánnyal, a *17* és a *16* huzalokkal van összekötve.

A *7* magassági kormánylapot csuklósan rögzítették a *9* rúdhoz, amelyet a *2* és a *4* csavarok erősítenek a *3* és *5* csuklók konzoljához. A *16* botkormányhoz a *7* kormánylapot a *6* és *8* huzalokkal kötik össze. A *14* és *15* tag rendeltetése, hogy a *11* rúd mozgása ne hasson a *7* magassági kormánylap helyzetére. A mozgató huzalokat e tagok csuklóinál levő görgőkön vezetik át. A modell törzsén bevágások vannak, amelyek lehetővé teszik alul a *10* és *11* rudak, valamint a *3* csukló konzoljához erősített *22* mutató elmozdulását, felül a *2* és a *4* rögzítőcsavarok áthelyezését. A modell lengésekor a *7* kormánylap kitérését a *6* és a *8* huzalok gátolják meg. A fokbeosztásos *21* skála a *11* rúdhoz mereven rögzített.

A botkormány kitérítésekor a magassági, kormánylap a kitérítésnek megfelelő helyzetbe áll. Ha a kitérítés lassú, akkor a modell a súlypontja körül elfordul, gyors kitérésekor viszont a modell csillapodó lengéseket végez. A súlypont és a nyomásközéppont egymáshoz viszonyított különböző helyzeteiben a mozgás jellege úgy figyelhető meg, hogy a *3* és az *5* csuklók egyes rögzített helyzeteiben a *21* skálán mérik a mutató kitérését, stopperórával pedig a lengésidőt.



Harckocsimotorok indításra kész állapotban tartása, előmelegítés nélkül

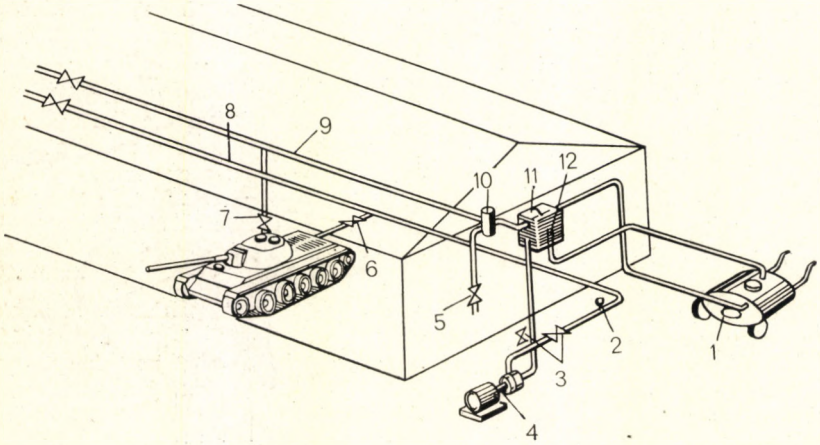
A berendezés alapja az *1* vízolajmelegítő. Ennek kazánjából ágaznak ki a *8* feltöltő és a *9* visszavezető csövek. A csőrendszerhez párhuzamosan 16 darab harckocsit lehet csatlakoztatni. A harckocsik fenéklemezén levő leeresztő furatot a folyadék feltöltő csőhálózathoz, a hűtőradiátor beöntő nyílását pedig a folyadékvisszavezető hálózathoz kötik. Mindkét csővezetéken a harckocsi előtt és után egy-egy elzárószelepet (*6* és *7*) helyeznek el. A nyomóághoz tartozik még ezenkívül a *12* térfogatmennyiség-jelzővel és a kondenzátorral felszerelt 400 liter térfogatú *11* kiegyenlítő tartály is.

A csővezetékek hőszigeteltek. Az üzem megkezdése előtt a csőhálózatot korróziógátló adalékkal kevert forróvízzel átmossák. Ezután a vizet leeresztik, és a rendszert fagyálló hűtőfolyadékkal töltik fel.

Üzemben a *4* centrifugálszivattyú a felmelegített hűtőfolyadékot a rendszer nyomócső hálózatába táplálja. Az üzemi nyomást a *3* nyomásszabályozóval lehet beállítani, a *2* manométerrel ellenőrizni. A rendszerből a levegő az *5* szelep megnyitásával a *10* léggyűjtőből távolítható el.

A hűtőfolyadék felmelegítésének mértéke a környező levegő hőmérsékletétől, valamint a harckocsik számától függ. Az akadálymentes gyors motorindításhoz kedvező hűtőfolyadék hőmérséklet +15—45 C°.

A harckocsimotor gyors beindítása végett a kezelőszemélyzet zárja a *6* és *7* szelepeket, szétcsatlakoztatja a visszavezető csővezetéket és becsavarja a hűtő gáz–levegő szelepét. Ezután zárják a harckocsi hűtőfolyadék leeresztő csapját, majd szétcsatlakoztatják a nyomóvezetéket és a leeresztő furatba becsavarják a záródugót. A motor csak akkor indítható, ha a kezelőszemélyzet meggyőződött, hogy van folyadék a hűtőrendszerben. A felsorolt műveleteket a harckocsi kezelőszemélyzete mintegy kilenc perc alatt hajtja végre.

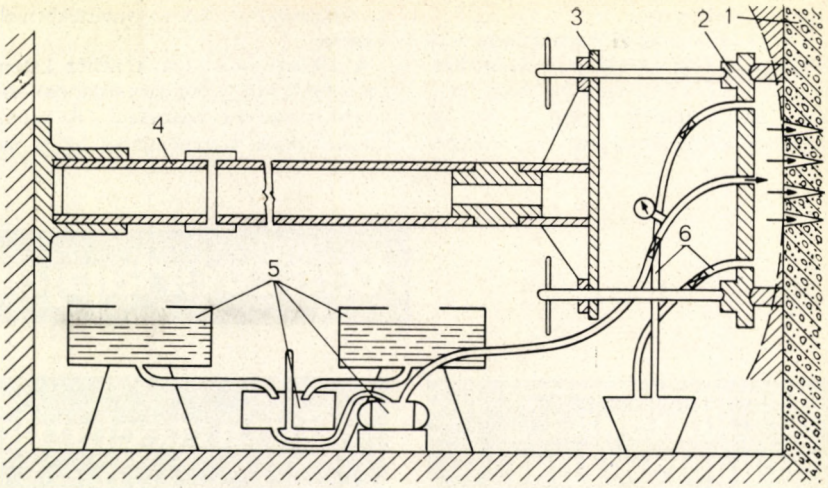


Beton tömörítő berendezés

A berendezés az építmények tömörítendő felületeit teleszkópos zsaluszerkezet segítségével gyorsan és hatásosan kezeli.

Az *1* tömörítendő felületre fekszik a *2* zsalu, amelyet a *3* felszorító szerkezet nyom a felülethez. A berendezéshez tartozik még a *4* teleszkópos támasz és az *5* hidropneumatikus rendszer. A tömörítő folyadékot a zsalu alá csővezetéken vezetik be. A *6* csővezetékeken távozik a zsalu alól a levegő, valamint a túlfolyó tömörítő folyadék.

A tömörítési művelet alkalmával két-három munkás felhelyezi a zsalut a tömörítendő felületre, majd a teleszkópos támasszal és a menetes rögzítőkkel üzemi helyzetbe állítva lerögzítik. Ezután a zsaluhoz csatlakoztatják a nyomó és a túlfolyó tömlőket és betáplálják a tömörítő folyadékot.



emlékezzünk régiekről...

Hetvenöt esztendős a Diesel-motor

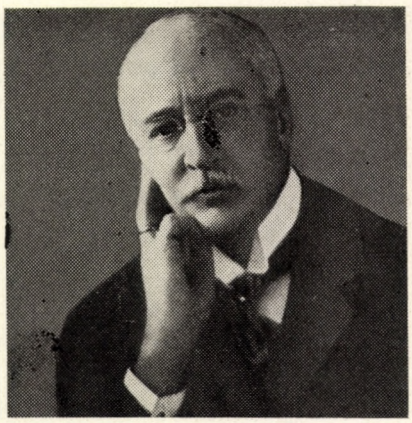
Rudolf *Diesel,* a lángeszű mérnök 1858-ban Párizsban született, német szülők gyermekeként. A francia–porosz háború idején családja Angliába menekült, Rudolfot pedig németországi rokonai vették magukhoz. A középiskola elvégzése után a müncheni Műszaki Egyetemre iratkozott be és ott tanulmányait kitüntetéssel fejezte be.

Világhírű tanára, Carl *Linde* hűtőtechnikával foglalkozott, jégkészítő gépeket szerkesztett, a gázok cseppfolyósításának legelső úttörője volt. Linde nemcsak tanított, vállalkozásai is voltak. Később Párizsban is volt hűtőgépgyártó üzeme. Ennek vezetésével az egyetemről röviddel azelőtt kikerült, franciául kitűnően beszélő Dieselt bízta meg.

Diesel 1889-ben, a párizsi világkiállításon *Daimler* és *Benz* sikereit látva, ammóniákhajtású erőgépet szerkesztett, amelyet szabadalomra is bejelentett. Később visszavonta szabadalmi igényét; az ammóniák-motor nem bizonyult életképesnek.

Sok munka, számítás, tervezés után 1892-ben jelentette be a későbbi Diesel-motor első szabadalmát. Ennek működése az eredeti elképzelés szerint a következő: a dugattyú friss levegőt szív be, a második ütemben összenyomja a levegőt, mely ekkor adiabatikusan felhevül, s ekkor a levegőbe szénport fújnak be. A meggyulladt szénpor gázai a dugattyút előrelökik, ekkor történik munkavégzés, majd a negyedik ütemben az égéstermékek kipufognak.

Sietve ki kell egészítenünk a fentebb elmondottakat. Diesel eredeti elgondolása



szerint a forró levegőben levő tüzelőanyagot villamos szikra gyújtja meg. Az öngyulladás roppant kellemetlen kísérő jelenségnek látszott, később mégis éppen az öngyulladás lett a Diesel-motor egyik, bár nem feltétlen jellemzője. A Diesel-motor a nagy kompresszió következtében vált gazdaságos erőgéppé.

A gondolat annyira forradalmi volt, hogy egészen természetes jelenségnek tűnik, hogy a szakmabeliek megtámadták és elkeseredett hajszát indítottak ellene.

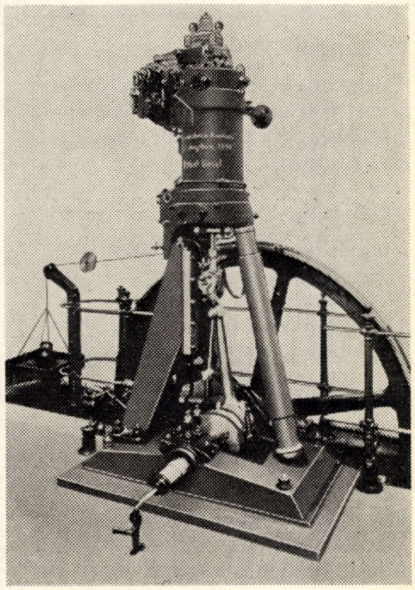
Diesel helyzete főleg azért látszott nehéznek, mert olyan hengeröntvényre volt szüksége, amilyent akkoriban nem tudtak készíteni. Egyik kísérlete folyamán például a hengerfej hangos robbanással leszakadt és a mennyezetig röpült.

A szénpor-befúvatás azonban rossz ötletnek bizonyult: hamu, koksz és kátrány rakódott a hengerfalra, és zavarta az üzemet. Végül is az olcsó gázolaj vált be legjobban.

A motort az augsburgi gépgyár, a mai MAN-gyár (*M*aschinenfabrik *A*ugsburg-*N*ürnberg) elődе gépkísérleti laboratóriumában fejlesztették ki. A gyár éppen a Diesel-motor révén vált világcéggé.

Háromnegyed évszázaddal ezelőtt, 1897-ben írta Diesel egy barátjának: „Hosszú évek munkájával sikerült szépen, simán futó, egyszerű, könnyen kezelhető erőgépet előállítanom, amely az elméletileg megtervezett folyamat alapján működik és ezért eredményes is".

A német mérnökegylet, a Verein Deutscher Ingenieure tagsága és más megbízottak előtt 1897 októberében mutatták be a képünkön látható első Diesel-motort.



Ez a példány ma a müncheni Deutsches Museum büszkesége.

A Diesel-motor igazi diadalmenete csak feltalálója halála (1913) után kezdődött. Az első világháború igazolta, hogy ez a motor igen megfelelő a légi, a vízi, de különösen a szárazföldi járművek erőgépeként. A Diesel-motor kifejlesztését a katonai felhasználhatósága nagymértékben elősegítette

A Diesel-motort ma a nehéz katonai szárazföldi, vízi és légi járművek erőforrásaként világszerte használják. A katonai felhasználások szempontjából az is igen előnyös, hogy tüzelőanyaga, a gázolaj nehezen gyullad és nem hajlamos a robbanásra. E kedvező tulajdonság folytán számos, már találatot kapott harcjármű. hajó és repülőgép menekült meg a teljes pusztulástól.

H. Á.

testvérlapjainkból

Техника и вооружение

1972. 3. sz.

PMM hídvető
Fedélzeti ellenőrző rendszerek
Célimitátor
A reakcióidő mérése

1972. 4. sz.

A Mars körüli pályán
A harceszközök megbízhatósága
Repülőgép futóművek
Akkumulátorok üzemeltetése

1972. 5. sz.

Híradás mesterséges holdakkal
Mozgékonyság a műszaki csapatok technikája
Egyéni sugáradagmérő
Tirisztoros szabályozó stabilizátorok
Nagyfeszültségű tápegység
Oktatógépek
Repülőgép-anyahajók

Wojskowy Przeglad Techniczny

1972. 3. sz.

Új típusú motorok harcjárműveken
Repülőtéri fékező berendezések
Műszaki gépek hidraulika rendszere
Rádiótelefonok II.

1972. 4. sz.

Integráció a mikroelektronikában
Tüzérek zajvédelme
Diesel-elektromos aggregát
Lövészfegyverek fejlődése
Helikopter gyakorló berendezése

1972. 5. sz.

Holografikus memóriaegységek
A *Mil*-típusú helikopterek
A propaganda technikai eszközei
Műanyagok a haditechnikai eszközök javításában
Miniatürizált számítógépek

militärtechnik

1972. 3. sz.

A repülőgépbalesetek okai és megelőzési módszerei
Televíziós technika légicélok felderítésére
A haditechnikai rendszerek megbízhatósága
Az aktív rádiólokációs zavarások hatása a vízfelszíni célok felderítésére
Hálótervek készítése elektronikus adatfeldolgozógépekkel

1972. 4. sz.

Vadászrepülőgépek korszerű elektronikus ellenőrző berendezése
A lánctalpas önjáró kompok üzemeltetése
A Bundeswehr gépjárműveinek második nemzedéke
A rádiórelé-technika jelene és jövője
Heurisztika és haditechnika

1972. 5. sz.

Sugárhajtóművek tolóerőfordítása
Kerekes járművek üzemi tulajdonságainak javítása önblokkoló differenciálművekkel
Az *Unicor* új univerzális korróziógátló papír
A NATO *SAM–D* légvédelmi rakéta fegyverrendszere a jövő évtizedben
A radioaktív sugármérés elveinek és értékelésének optimalizálása I.

atom

1972. 3. sz.

Kézi tűzfegyverek II.
Konténerizálás
Elektronikus számítógépek
Helikopterek javítása tavasszal és ősszel

1972. 4. sz.

Kézi tűzfegyverek III.
Elektronikus számítógépek II.
Híradócsapatok kiképző központja

Авиация и космонавтика

1972. 3. sz.

A közeli rádiónavigációs rendszer új lehetőségei
Hajtóművek por okozta eróziója
A súlytalanság kellemetlen hatásainak leküzdése
A *Phantom*-gépek dugóhúzóban

1972. 4. sz.

Repülés állásszög mutatóval
Harci manőverezés
Repülőgép előkészítése huzamos tárolás után
Technológiai folyamatok űrállomáson
Űröltözékek
Új francia vadászrepülőgépek

1972. 5. sz.

Stabilitás és korányozhatóság
Az első szovjet rakétahajtóműves repülőgép három évtizeddel ezelőtt
Űrrandevú
A Pentagon új felderítőeszközei

Военна техника

1972. 3. sz.

Tüzérségi lövedékek fényező, lakkozó és kenőkészüléke
Rombusz-antenna
Szárazföldi légpárnás járművek

1972. 4. sz.

Készülék használt sárgaréz hüvelyek tisztítására
Univerzális műanyag hangszigetelő
Automatikus fényjelző berendezések
A Makarov-féle pisztoly

1972. 5. sz.

A harckocsi védettsége
A csapódó és a közelségi gyújtók jelene és jövője
Képmagnók

TARTALOM

Egri Sándor: Az érintésvédelem néhány kérdése 77

Szentesi György: Hiperszonikus repülőeszközök hajtóművei 84

Dr. Aujeszky László: A meteorológiai hadviselés lehetőségei 87

Hatos Géza: Kevés karbantartást igénylő tehergépkocsi-szerkezetek 91

ÚJ TUDOMÁNY – ÚJ TECHNIKA

Jugoszláv elektromechanikus automata távbeszélő központ 97

KIS ENCIKLOPÉDIA 101

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

Harckocsi Wankel Diesel-motorok 102

Szovjet úszó harckocsi 104

Újabb fegyverrendszerek az Egyesült Államok bombázó repülőgépein 106

Szovjet–amerikai közös űrrepülés a láthatáron 109

HADITECHNIKAI HÍRADÓ 111

ÚJÍTÁSI SZEMLE 114

EMLÉKEZZÜNK RÉGIEKRŐL 115

TESTVÉRLAPJAINKBÓL 116

СОДЕРЖАНИЕ

Ш. Эгри: Некоторые проблемы защиты от прикосновения 77

Д. Сентеши: Двигатели гиперзвуковых летательных аппаратов 84

Д-р Л. Ауески: Возможности метеорологической войны 87

Г. Хатош: Узлы грузовых автомобилей не требующих профилактических работ 91

НОВАЯ НАУКА — НОВАЯ ТЕХНИКА

Электромеханическая автоматическая телефонная станция югославского производства 97

КРАТКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ 101

МЕЖДУНАРОРНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Двигатели Ванкел-Дизел для танков 102

Советский плавающий танк 104

Новые боевые комплексы на бомбардировщиках США 106

План совместного советско—американского полета в космос 109

ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА 111

НОВАТОРСКОЕ ДВИЖЕНИЕ 114

ИЗ ИСТОРИИ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ 115

ИЗ БРАТСКИХ ЖУРНАЛОВ 116

INHALT

S. Egri: Einige berührungsschutztechnische Probleme 77

Gy. Szentesi: Die Triebwerke der hypersonischen Flugzeuge 84

Dr. L. Aujeszky: Die Möglichkeiten der meteorologischen Kriegsführung 87

G. Hatos: Nutzfahrzeugkonstruktionen mit geringer Wartung 91

NEUE WISSENSCHAFT – NEUE TECHNIK

Jugoslawischer elektromechanischer Selbstwähleramt 97

KLEINE ENZIKLOPÄDIE 101

INTERNATIONALE MILITÄRTECHNISCHE RUNDSCHAU

Wankel–Dieselmotoren für Kampfwagen 102

Sowjetischer Schwimmkapfwagen 104

Neuere Waffensysteme auf den amerikanischen Bombern 106

Geplanter gemeinsamer sowjetisch–amerikanischer Raumflug 109

MILITÄRTECHNISCHE KURZBERICHTE 111

AUS DER NEUERERARBEIT 114

AUS DER GESCHICHTE DER MILITÄRTECHNIK 115

AUS DEN ZEITSCHRIFTEN UNSERER WAFFENBRÜDER 116

Ára: 6,— Ft
Évi előfizetés: 24,— Ft

A Zrínyi Katonai Kiadó újdonságaiból

MICHALSKI:

Az atomháború első száz órája

Az egész emberiséget érdeklő kérdés – társadalmi-politikai, valamint katonai szempontból – egy feltételezett rakéta-atomháború megvívásának lehetősége és mikéntje.

A lengyel katonai szakíró könyve a hadügy forradalmának eddigi eredményeire alapozott, tudományos hipotézisből indul ki, és a feltételezett atomháborúnak mindenre kiterjedő részletezésével jut el a lehetőség és a miként feloldásához. Ismerteti az egyes államok fegyveres erőinek, mozgósítási rendszerének tervét, majd a népgazdaság felkészítéséről, a totális mozgósítás, a hadászati felvonulás módozatairól közöl példákat.

Részletesen bemutatja egy feltételezett atomháború szakaszait, kezdve az atomfegyverekkel mért első, tömeges csapástól a kozmikus támadó eszközök elleni védelmen, a sugárszennyezett terepszakaszok leküzdésén, a légierő és a haditengerészet szerepén, a deszantcsapatok és a diverziós erők tevékenységének ismertetésén át a doktrinális következtetésekig. Rámutat a polgári védelem megszervezésének nagy fontosságára.

Kötve 372 oldal, ára 23,– Ft

haditechnikai szemle

A Magyar Néphadsereg műszaki tudományos és ismeretterjesztő folyóirata

4

HATODIK ÉVFOLYAM 1972 OKTÓBER–DECEMBER

Csepel D–566 tehergépkocsi

(Kovács István felvétele)

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
1525 Budapest, postafiók: 26
Telefon: 164–691

Kéziratok, képek és rajzok megőrzésére
és visszaküldésére nem vállalkozunk

Kiadja
a Zrínyi Katonai Kiadó
1553 Budapest, 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.
Levélcím: 1900 Budapest
Telefon: 180-850
Pénzforgalmi jelzőszám: 215–96162
Példányonkénti árusítás
a Posta hírlapüzleteiben

Indexszám: 25381

72.2712/2–04 – Zrínyi Nyomda, Budapest

Felelős: Bolgár Imre vezérigazgató

haditechnikai szemle

Egy negyedszázad mezsgyéjén...

A Magyar Néphadsereg Haditechnikai Intézete fennállásának huszonöt esztendős évfordulóját ünnepli. Az intézet kollektívája a jól végzett munka tudatával tekint vissza az elmúlt negyedszázadra.

Korunk a termelőeszközök hallatlan arányú fejlődésének, a tudomány roppant méretű kibontakozásának a kora. Az emberiség hatalmas tudományos és műszaki fellendülés korszakába lépett. A hadviselésben rendkívüli mértékben megnövekedett a haditechnika jelentősége.

Az 1947 őszén felállított Haditechnikai Intézet munkájának eredményei: a hazai fejlesztésű hadianyagok csakúgy, mint a honosított fegyverek és harceszközök ott vannak Néphadseregünk mindennapi használatában. Néhány ilyen anyagot a Haditechnikai Szemle e számában mutatunk be.

A Haditechnikai Intézet eredményes munkáját igen számottevően mozdította elő néphadseregünk vezetőinek, a fegyvernemek és a szolgálati ágak parancsnokainak a segítsége. Különösen az utóbbi évtizedre jellemző az intézet nemzetközi kapcsolatainak a kibontakozása. Ennek során nemcsak néphadseregünk haditechnikai felszerelésének korszerűsítése öltött nagyobb ütemet, hanem a baráti hadseregek is számos magyarországi konstrukció birtokába jutottak.

Folyóiratunk szerkesztőinek és szerzőinek zöme a Haditechnikai Intézet jelenlegi vagy egykori munkatársa. Az intézet fennállásának negyedszázados évfordulóját ezért vele együtt ünnepli néphadseregünk műszaki folyóirata, a Haditechnikai Szemle is.

CSONTOS ENDRE
okl. gépészmérnök

Tehergépkocsik szervokormány berendezései

Az utóbbi évtized folyamán jelentékeny mértékben meggyorsult a nagy teljesítményű tehergépkocsik fejlődése. A korszerűen kiépített utak lehetővé tették a gépkocsik sebességének lényeges növelését, s emiatt fokozott üzembiztonsági követelményeket kell kielégíteni. Ezzel előtérbe került a kormányszerkezet megbízhatóságának javítása is.

A különféle kormányszerkezetek nem annyira az üzembiztonság mértékében, hanem sokkal inkább a szerkezeti megoldásokban térnek el egymástól. Az eltérések általában az adott szerkezettel szemben felvetett különféle más jellegű műszaki követelményekből származnak.

Általánosságban a kialakítandó kormányszerkezettel szemben támasztott főbb kívánalmakat a következőkben foglalhatjuk össze:

a) Az egyenesen haladó gépkocsi stabil iránytartású legyen, ne térjen ki jobbra vagy balra. (A nem iránytartó gépkocsi vezetése tudvalevően fárasztó, hiszen a kormánykereket állandóan forgatni kell.)

b) A kanyarodás kezdetén a gépkocsi kormányzott kerekeinek elfordításakor szükséges erőhatás kicsi legyen, s az ívmenet végén a kerekek önmaguktól térjenek vissza egyenesmeneti helyzetükbe. (A kormánykerék magától forogjon vissza.)

c) A gépkocsi haladása közben az út egyenletlenségeiből származó erőhatások ne adódjanak át a kormánykerékre.

d) A kormányszerkezet meghibásodás nélkül működjék a gépkocsi bármely üzemi helyzetében.

e) A kormányszerkezet minimális karbantartást igényeljen.

A kormánymű igénybevétele

A kormányszerkezetet a gördülőellenálláson, a visszaterelő tolóerőkön, továbbá a fékező és a centrifugális erőkön kívül mindenekelőtt az út egyenetlenségein való áthaladásból keletkező ütések veszik a leginkább igénybe. Nagy igénybevételt idéz elő a járdaszegélynek ütődés, a mély gödrökön való áthaladás, terepjáró gépkocsik üzemében pedig a sűrűn előálló terepakadályok leküzdése. Ezeket a véletlen eloszlású igen jelentékeny igénybevételeket a gépkocsi tervezésekor nagyon körülményes volna számításba venni, ezért a kormányszerkezeteket többnyire tapasztalati alapon, megnövelt biztonsággal méretezik.

Azokat a lökésszerű terheléseket, amelyek a kormánykerékre hatnak, a kormányszerkezet önzárása mérsékli, ezért régebben a mondott hatásokat az önzáró kormánygéppel igyekeztek elhárítani. A teljesen önzáró kormánygép azonban nem megfelelő, mert a gépkocsi vezetője nem érzékeli a kormánykeréken az út egyenetlenségeit; ezeket legfeljebb a zörejek és a gépkocsi mozgásának rendellenességei alapján észlelheti. Az sem kedvező, hogy az önzáró kormányszerkezet súrlódási veszteségei nagyok és emiatt a vezetés még nehezebbé válik.

A terepjáró gépkocsi kormányszerkezetének ellentmondó követelményeket kell kielégítenie. Közúton kívánatos a nem önzáró, tehát könnyen járó, a gépkocsivezetőt nem fárasztó kormány. Ugyanez a szerkezet azonban terepen már fárasztó lesz a terepegyenetlenségből visszaadódó erők miatt. Emiatt az önzáró kormánygép csigájának emelkedési szögét az önzárás határán, mintegy 8–10°-ra választják. Az ilyen kormánymű felbakolt gépkocsi kormányzott kerekeit szabad kézzel még el lehet fordítani.

A nagyméretű, nehéz gépkocsikon nagy a kormányszerkezet áttétele és így a kerekek egyik külső helyzetből a másikba való kitérítésekor a kormányszerkezetet 4–5-ször kell körbe forgatni. E gépkocsik kormánykerekének átmérője 400–500 mm, s emiatt jelentékeny kormányerőt kell kifejteni. A vezetőt a kormányzási munka ilyenformán nagyon fárasztja, és elvonja figyelmét a forgalomról. Különösen a gyorsjáratú nehéz tehergépkocsik és autóbuszok vezetésében jelent ez nagy nehézséget. Ez az oka annak, hogy elsősorban ezeken a járműveken vezették be a szervokormány-szerkezeteket. A régi, csigaáttételes kormányszerkezet azonban a korszerű gépkocsikon még ma is megtalálható.

A gépkocsivezető fizikumát és idegrendszerét egyaránt jelentékeny mértékben igénybe veszi a nehéz járművek terepen és közutakon való vezetése. Avégből, hogy a gépkocsivezető figyelme ne lankadjon, gondoskodni kell arról, hogy ne fáradjon ki, s ezért a lehetőséghez képest minél nagyobb mértékben kell csökkenteni a jármű vezetéséhez, elsősorban a kormányzás műveletéhez szükséges fizikai erőt.

A kormányzott kerekek elfordításához szükséges erő együtt növekszik a gépkocsi súlyával. A megnövekedett erőszükséglet különösen kis sebességeken észlelhető, ha a kocsinak kis légnyomású kerekei vannak. Az álló gépkocsi kerekeit még akkor is nehéz elfordítani, ha a kerekekben uralkodó légnyomás elég nagy. Látszólag a kormányzást legegyszerűbb módon a kormánymű áttételi viszonyának növelése révén lehet megkönnyíteni. Ez a módszer azonban nem vezet célhoz, éspedig elsősorban azért, mert azt jelentené, hogy azonos kerékkitéréshez a kormányt sokkal többet kellene forgatni, továbbá az ugyanakkora szögsebességű kormánykerék elfordításon a kerekek lassabban fordulnak el, tehát a gépkocsi irányváltoztatása később következnék be. Az sem hagyható figyelmen kívül, hogy a kormányzásra fordított munka mennyiségét nagyobb áttétellel sem lehet csökkenteni.

A kormányzott mellső tengelyre ható terhelés növekedésével nemcsak az elkormányzási erő lesz nagyobb, hanem a visszaterelő erő is, mely a mellső kerekek elfordított állásában ellenerőként a kormánykerékre hat. Különösen jellemző ez a terepjáró katonai gépkocsik gumiabroncsaira, mivel ezek a járművek kis

sebességgel, mérsékelt abroncsnyomással és ennek megfelelően nagy abroncs felfekvő felülettel mozognak.

Terepen, de közúton is, az egyik oldalon sűrűn lépnek fel nagy menetellenállások. Ilyenkor a jármű egyenesben való tartására a kormánykeréken a vezetőnek nagy erőt kell kifejtenie. Az 1. ábra ezt a kormányerőt tünteti fel a menetsebesség függvényében, ha egy 12 t összsúlyú gépkocsi jobb oldali kereke aszfaltúton haladva homokos útpadkára fut. Ilyenkor a viszonylag kis erők is veszélyesek, mert váratlanul érik a vezetőt.

A szervokormánnyal felszerelt gépkocsikon a mechanikus kormányszerkezetű kocsikkal összehasonlítva a vezetőnek lényegesen kisebb erővel kell a kormánykereket elfordítania, jobbanmondva a gépkocsit egyenesben tartania. A szervokormány a közlekedés biztonságát is fokozza, különösen ha nagy sebességen az egyik kerék akadálynak ütközik vagy a tömlő kilyukad.

A katonai járműveket különösen célszerű szervokormány-berendezéssel ellátni, hiszen e járművek gyakran haladnak igen rossz utakon és terepen. A szervokormányos gépkocsi vezetőjének csak annyi erőt kell a kormányzáshoz kifejtenie, amennyi az elosztó egység vezérlő szelepének átváltásához szükséges. Ezt az erőt azonban mégsem célszerű túlzottan csökkenteni, különben a vezető nem érzi az utat, nem érzékeli a kerekek elfordításával szemben jelentkező ellenállást. Ezért a szervokormányok hidraulikus rendszerének általában szerves tartozéka egy különleges szerkezet, amely a kormánykeréken kifejtendő erőt arányossá teszi a kerekek elfordításával.

Azokon az előzőleg említett követelményeken kívül, amelyek minden kormányrendszerre érvényesek, a szervokormányoknak továbbiakat is ki kell elégíteniük. Ezek:

a) A mellső kerekek önműködő visszaállási képességét lehetőség szerint fenn kell tartani;

b) lökésszerű igénybevétel, gumiabroncs kidurranás hatása folytán a kormánykerékre ne adódjon vissza nagy erő, a gépkocsivezető legyen képes járművének egyenesben tartására;

c) a kormány-érzékenység fenntartása végett az áttétel nem lehet ötszörösnél nagyobb;

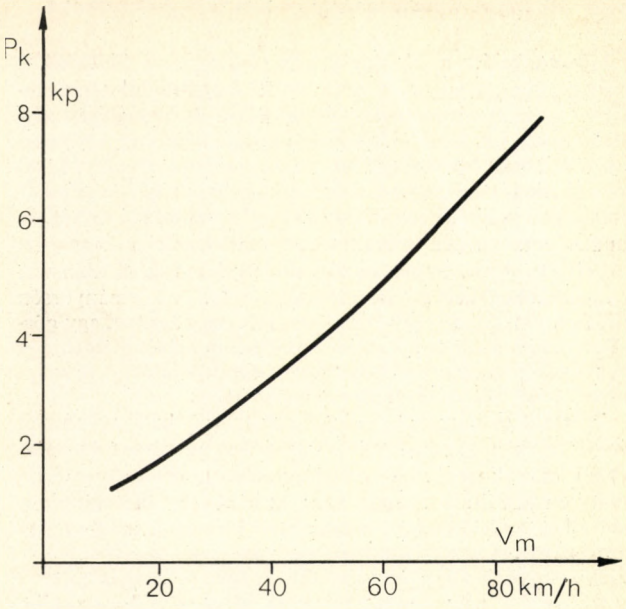
d) a kormányerő legyen arányos a kormányelfordulással;

e) a szervoerő hatása ne legyen a kormányon érzékelhető; a segéderő ne vegye igénybe a kormánykerék és a segéderő csatlakozási pontja közötti alkatrészeket:

f) a szerkezet tegye lehetővé a segéderő kiesésekor a gépkocsi mechanikus kormányzását, s ilyenkor a kormányerőnek még elfogadható határok között kell maradnia.

A szervokormányokról általában

Nem egészen szabatos kifejezéssel élve megkülönböztetjük egyfelől az erővel, másfelől a segéderővel végzett kormányzást. Az előbbi esetben a kormányzási műveleteket egyetlen erőforrásról működtetik, s ennek a kiesésekor a kormányzásra már nincs mód. Ilyen rendszerű kormánnyal csak különleges járműveket szerelnek fel.



1. ábra: A kormányerő változása a menetsebesség függvényében a kerékellenállás egyoldali megnövekedésekor

Eltér ettől a szervokormányzás, amelyben a kormányt egy kiegészítő erőforrással is mozgatják. Ez a megoldás azért kedvező, mert a segéderő kiesésekor át lehet térni a tisztán mechanikus kormányzásra. A továbbiakban csakis az ilyen kormányberendezésekkel foglalkozunk.

A szervokormányok több rendszerét alakították ki. Vannak hidraulikus, pneumatikus, elektromechanikus rendszerűek, sőt előfordulnak e rendszerek kombinációi is. Manapság leginkább az olaj-hidraulikus szerkezeteket alkalmazzák. A pneumatikus rendszerek nagyobb tehetetlenségük és méretük miatt kevésbé elterjedtek. A hidraulikus rendszer több kedvező vonása folytán hódított teret; előnyei közül ki kell emelnünk üzemének nagy megbízhatóságát, a szerkezet kompakt építési módját, a vezérlés folyamatosságát és egyszerűségét, valamint az egyszerű energiaátvitelt. Említést érdemel még, hogy nagy áttételek egyszerűen valósíthatók meg ezzel a rendszerrel, továbbá nagy a szerkezet élettartama a csúszó alkatrészek igen jó kenése folytán.

A járművekbe a szervokormányokat blokk- és félblokk kialakításban vagy kiegészítő berendezésként építik. A blokk-konstrukcióban a mechanikus kormányművet a vezérlőberendezéssel és a munkahengerrel közös házban egyesítik. Ezt az építési módot integrális rendszerű hidraulikus szervokormánynak nevezik. Többek között ilyenek a *D–566* és a *W 50 LA/A* típusú tehergépkocsik szervokormányai. A félblokk-konstrukciót az jellemzi, hogy a mechanikus kormánymű a vezérlőberendezéssel egyesítve van, a munkahenger pedig a kormányrudazatra hat mint pl. az *Ural 375* típusú tehergépkocsikon. A kiegészítő berendezésű építési módban minden felszerelési csoportot külön helyeznek el és a mechanikus kormánymű változatlan marad. Ezt a kormánysegítőnek is nevezett megoldást találjuk a *Tatra 813* típusú tehergépkocsin.

A W 50 LA/A-típusú tehergépkocsi szervokormánya

Mindenekelőtt a blokkfelépítésű csavarorsós hidraulikus szervokormányt mutatjuk be a *W 50 LA/A*-típusú tehergépkocsi kormányberendezésének példáján. A berendezés elvi vázlatát és a szerkezet működését a kormány jobbra fordításakor a 2. ábrán tekinthetjük át A kormányberendezést olajjal egy fogaskerék-szivattyú látja el. A kormányműház, a munkahenger és a vezérlő berendezés itt egyetlen szerkezeti egység. A munkahenger elején összekötőrúd csatlakozik a kormánytengelyhez. A hengerben mozgó dugattyú másik oldalán van a dugattyúhoz képest elfordítható hüvely. A kormányorsón ülő kormányanya e hüvelybe mereven van rögzítve, egy gördülőcsapágy pedig a kormányorsó forgómozgását biztosítja és megakadályozza az orsó hosszirányú elmozdulását. A munkahenger felett két vezérlőszelepet helyeztek el.

Az említett dugattyú a munkahengerben két nyomóteret létesít; ezek a nyomóterek a vezérlőberendezéshez csővezetékkel csatlakoznak. A vezérlőperselyben vezetett vezérlőtolattyún körülfutó horony van; ez a horony összeköttetésben áll a vezérlőtolattyú hosszirányú furatával, amelyet egy golyó zár le. A vezérlőtolattyút két rugó – egy nagyobb és egy kisebb – nyomja állandóan a vezérlőléc fölé. A két rugó közötti rugóhüvely a nagyobbikat semleges helyzetben kikapcsolja.

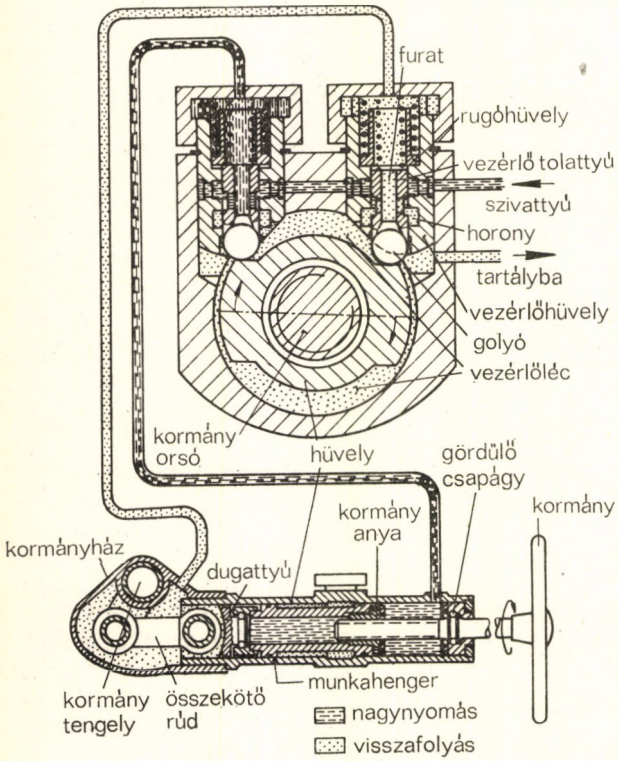
A nagyobbik rugó erejének legyőzéséhez meghatározott forgatónyomatéknak kell a hüvelyre, jobbanmondva az ehhez rögzített kormányanyára hatnia. A nyomatéknak ez a küszöbértéke a kormányellenállástól függ. A küszöbérték alatti ellenállásokon a kormánykerék elfordításával a kormányanya és ezzel együtt a munkahenger csak eltolódik, a kormányanya és a hüvely nem fordul el.

A semleges kormányhelyzetben a szivattyú szállította olaj meghatározott nyomással a vezérlőtolattyú körhornyában helyezkedik el. A mindkét oldalról nyitott vezérlőhornyon keresztül az olaj a visszafolyó térbe, majd a visszafolyó vezetéken át a tárolótartályba folyik. Ha a kormányellenállás a küszöbértéket meghaladja, akkor a fellépő forgatónyomaték hatására elfordul a kormányanya a hüvellyel. Ez utóbbinak vezérlőléce az egyik vezérlőtolattyút a nagyobbik rugó erejével szemben felfelé eltolja, s ezáltal a visszafolyó nyílás záródik. A hozzávezető vezetékben és a munkahenger nyomóterében a nyomás megnő és a munkadugattyúra akkora nyomás hat, amekkora az ellenállás legyőzésére szükséges ($p_{max} \approx 80$ at) A másik vezérlőtolattyút viszont a kisebbik rugó lefelé tolja, s az elzáródó vezérlőrés meggátolja a nyomóolaj elfolyását. A továbbra is nyitott másik vezérlőrés egyidejűleg összeköti a terheletlen hengerteret a visszavezető csővel és így az olaj el tud távozni.

A fellépő olajnyomás egyidejűleg hat a vezérlőtolattyúra és ezzel a vezérlőlécre is (hidraulikus visszavezetés). Az ebből adódó forgatónyomaték arányos az olajnyomással, illetve a kormányellenállással és a kormánykerékre ható forgatónyomaték ellen hat. Ilyenformán a vezető tulajdonképpen érzékeli a kormányt, a kerekek elfordításának ellenállását.

Az olajnyomás mindaddig hat, amíg a kormánykereket kézzel tartják. Ha a kormánykerék mozgása megáll vagy a kormányellenállás a küszöbérték alá csökken, a vezérlőrugó hatására és a hidraulikus visszavezetés révén ismét beáll a semleges helyzet. Akkor is működik a hidraulikus kormánysegítés, ha a gépkocsi kerekeiről visszafelé adódik át erő a kormányra.

Avégből, hogy a kormányrudazatot és a végütközőket a segéderő szükségtelenül ne terhelje, a kerekek teljes elfordulása után végálláskapcsoló lép működésbe. A meghatározott dugattyúállásban az olajnyomás alatt levő dugattyúoldal egyszerűen kikapcsolódik, és a rendszer tehermentesítődik.



2. ábra: A W 50 L/A-*típusú tehergépkocsi szervokormányának elvi működése*

Szovjet tehergépkocsik szervokormányai

A *GAZ–66*, a *ZIL–30*, a *ZIL–131* és az *Ural–375* típusú gépkocsik szervokormányának hidraulikus rendszerében egységes, kettősműködésű szárnylapátos szivattyú van, amelyet a motor főtengelyéről ékszíjjal hajtanak. A szivattyú biztosítószelepét $p_{max} = 65–70$ at nyomásra méretezték. Visszafolyószelep akadályozza meg, hogy a szivattyú által a rendszerbe nyomott folyadék mennyisége a szükséges fölé emelkedjék a motor nagyobb fordulatszámán.

A tápszivattyú csak akkor szállít, ha a gépkocsi motorja működik. Mivel a folyadékszállítás a motor fordulatszámától függ, ennélfogva a szervokormányú gépjárműveken a kocsi mozgása közben, például lejtőn való haladáskor a motort nem szabad leállítani. Ugyanez a magyarázata annak, hogy a kis sebességgel mozgó vagy egy helyben álló gépkocsi kerekeinek elfordításához a motor fordulatszámát növelni kell.

A szervoszerkezetek tolattyús elosztóegységeit átfogó rendszerűre készítik. A tolattyú középső, azaz semleges helyzetében a szivattyú csökkentett terheléssel működik. A *GAZ–66*-típusú gépkocsi szervoszerkezetében (3. ábra) az elosztótolattyút középső állásban az ún. reaktív kamrák rögzítik. Ezek a kamrák (*a* és *b*) a tolattyú szélső tárcsáiban kialakított furatokon keresztül összeköttetésben vannak a kormányhenger megfelelő *(A* és *B)* tereivel. A kerekek elfordulása ellen ható ellenállás növekedésével nagyobb lesz a nyomás a kormányhenger működő terében – pl. az *A* térben – és vele együtt az összekötött *a* reaktív kamra terében is. Ugyanekkor a kormányhenger *B* tere a és *b* reaktív kamra tere összeköttetésbe kerül a visszafolyóvezetékkel. A reaktív kamrákban levő folyadék nyomáskülönbsége létrehoz egy erőt, amely akadályozza a tolattyú elmozdulását; ezt az erőt a vezető által a kormánykerékre kifejtett erőnek le kell győznie. Minél nagyobb a kerekek elfordulásával szemben az ellenállás, a vezetőnek annál nagyobb erőt kell kifejtenie. A kanyarodás befejezése után a reaktív kamrában uralkodó nyomások különbsége elősegíti a tolattyú visszatérését a középső állásba.

A kormányhengerből a tartályba visszafolyó folyadéknak egy bizonyos időre van szüksége, míg áthalad az elosztón,

ezért a kerekek kissé lassan térnek vissza a középső állásba. Másik jellegzetessége ennek a szervoszerkezetnek, hogy a kormányhenger *A* és *B* munkatereinek térfogata nem azonos, ezért a stabilizáció folyamata aszimmetrikus lesz. A dugatytyú keresztmetszetének különbsége okozza azt is, hogy a kerekek elfordulásával szemben ható azonos nagyságú ellenállások eltérő nagyságú erőt igényelnek a kormányon. Balra kanyarodáskor a kormányon némileg nagyobb erőt kell kifejteni. Ez különösen hegyes terepen nem hagyható figyelmen kívül.

A *ZIL–131* és az *Ural–375* típusú gépkocsik szervokormányának (4. ábra) reaktív dugattyúkkal és központosító rugókkal ellátott elosztója van. A kormánykerék elfordításával a kormánycsiga elcsavarodik a fogaslécként kialakított dugattyú belső menetében, és a támcsapágyon át elmozdítja az elosztóház tolattyúját. E művelet folyamán a reaktív dugattyúk összenyomják a központosító rugókat. A tolattyú elmozdulásának hatására megváltozik a folyadék bevezető és visszafolyó részének mérete és a henger egyik terében, valamint a reaktív dugattyúkon ható folyadéknyomás megnő. A nyomásnövekedés hatására a dugattyú elmozdul és a fogasívvel elfordítja az irányzókart, a nyomtávkart és a kerekeket. Minél nagyobb a kerekek elfordulásával szemben ható ellenállás, annál nagyobb folyadéknyomás hat a reaktív dugattyúkra és ennek folytán a kormánykereket nagyobb erővel kell elfordítani.

A szervokormányokkal felszerelt gépkocsik üzemében ajánlatos elkerülni a helybenálló, úgyszintén a kis fordulatszámmal járó motorú gépkocsik kerekeinek elfordulását. Nem célszerű a kormánykereket huzamosabb ideig szélső állásba elfordítva tartani, mivel ilyenkor a folyadék nyomása igen nagy. A nagy nyomás hatására a folyadék erősen felmelegszik és emiatt a tömítések megrongálódhatnak, a szivattyú pedig berágódhat. A hidraulikus rendszer elemei fokozott kopásának elkerülése végett még az sem engedhető meg, hogy a huzamosabb ideig nem üzemelő szivattyújú gépkocsit vontassák.

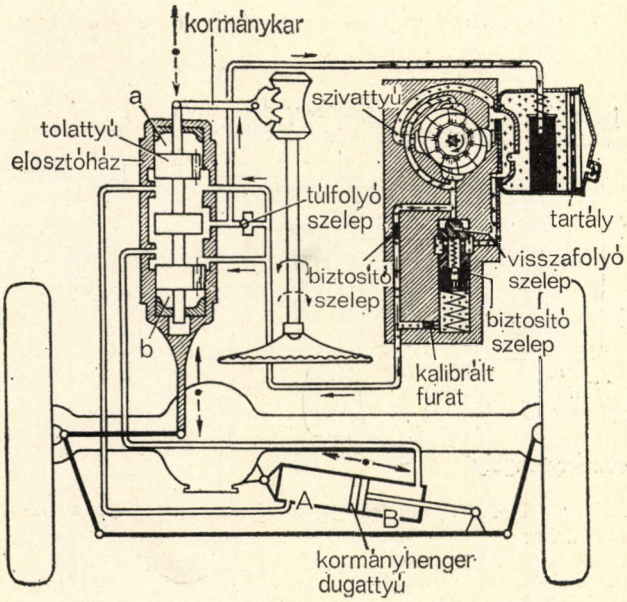
A kormánymű állapotát a kormánykerék holtjátéka alapján elbírálni csak bekapcsolt szervoszerkezettel, működő motorral lehet. A kormánykerék holtjátékát ugyanis fokozza, hogy a tolattyú az elosztóházban elmozdul.

A Tatra 813 tehergépkocsi hidraulikus kormánysegítője

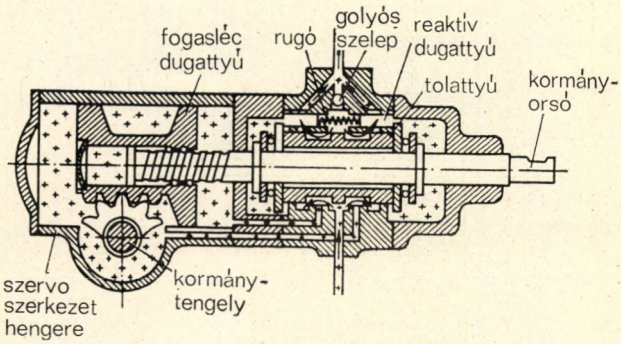
A *Tatra 813*-típusú gépkocsi hidraulikus kormánysegítője kiegészítő berendezés (5. ábra). A munkahenger és a vezérlés itt egyetlen egység, mely a mellső közbenső emeltyű, valamint az alváz között helyezkedik el. A nyomóolajat a tartályból fogaskerékszivatytyúval szállítják.

A munkahenger a köpenyből és a fedélből áll; a nyomóolajat a hengeren belül elhelyezett csőcsonkon táplálják be. A dugattyú a vezérlőtolattyúházon át csatlakozik a dugattyúrúdhoz, amelynek végén van a vezérlőfej a gömbcsuklóval. A vezérlőfej a vezértolattyúhoz a tolattyúrúdon át csatlakozik. Ez utóbbinak belsejében folyik vissza az olaj. A hengertérben állandó üzemi nyomás uralkodik, a kiegyenlítő henger terében pedig a nyomás a szükséglethez képest változik. A vezérlőfej alkatrészeinek olyan az elrendezése, hogy a gömbcsukló a vezérlőfejben határolt axiális mozgást végezhet. Ezt a mozgást a tolattyúrúd viszi át a dugattyúban levő vezérlőtolattyúra. A gömbcsuklót terheletlen állapotban rugók tartják semleges helyzetben.

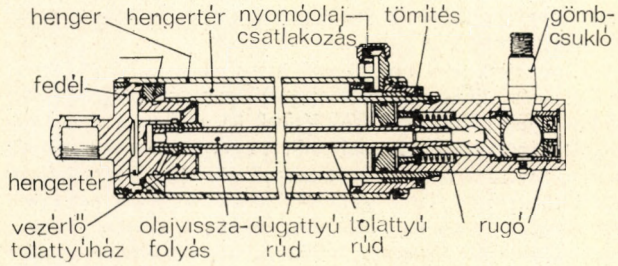
A kormánykerék balra fordításakor a kormányemeltyű a vonórúddal a vezérlőfej gömbcsuklójára erőt fejt ki. Ez az erő a rugóellenállást legyőzve a tolattyúrúddal a dugattyúban levő tolattyút balra tolja. A két hengertér között kapcsolat jön ezáltal létre (6. ábra *a*), és a p_2 nyomás a p_1 értékig növekedik. Mivel az A_2 dugattyúfelület nagyobb mint az A_1, ezért a munkadugattyút $p_2A_2-p_1A_1$ erő jobbra nyomja, ezáltal a kerekek elfordulnak. Visszakormányzáskor a vezérlőtolattyú balra mozog el (6. ábra *b*), ekkor a hengertér összekötődik az olajvisszavezetéssel, és a p_2 nyomás csökken. Mivel a p_2 maradék nyomás elhanyagolhatóan csekély, ezért a p_1A_1 erő



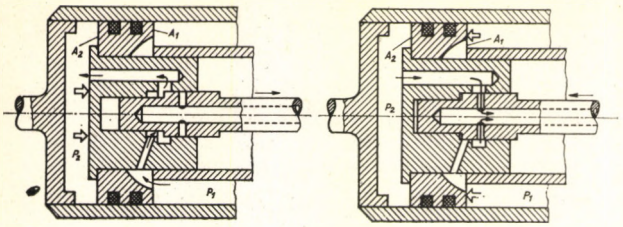
3. ábra: Szovjet hidraulikus rendszerű szervokormány elvi vázlata



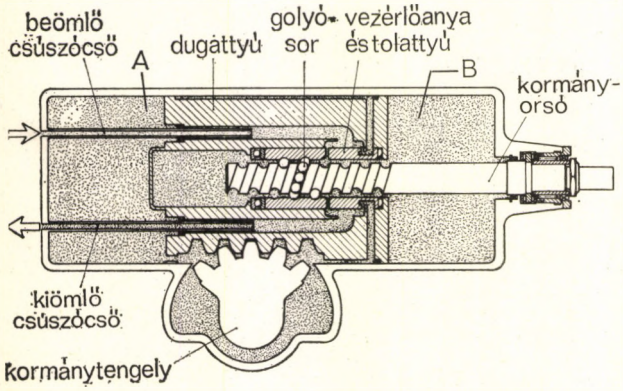
4. ábra: A ZIL–131*-típusú tehergépkocsi szervokormányának működése*



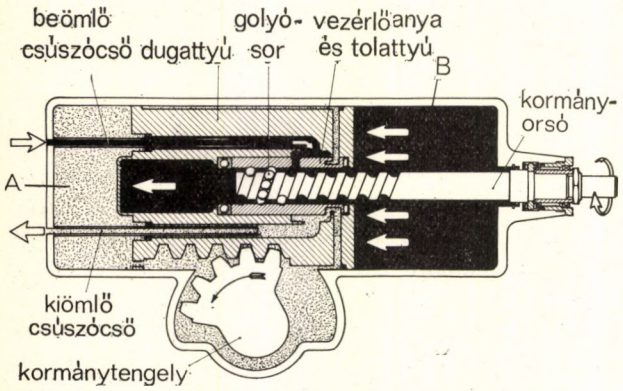
5. ábra: A Tatra 813*-típusú tehergépkocsi hidraulikus kormány segítője és vezérlő berendezése*



6. ábra: A Tatra 813-*típusú tehergépkocsi kormánysegítőjének működése forduláskor*



7. ábra: A D–566-*típusú tehergépkocsi szervokormánya semleges állásban*



8. ábra: A D–566-*típusú tehergépkocsi szervokormánya jobbra kormányzáskor*

a munkadugattyút balra nyomja. Ha a kormányzáskor bizonyos mértékig elforgatott kormánykereket tovább nem forgatják, akkor a gömbcsukló és vele a vezérlőtolattyú is ismét semleges helyzetbe kerül, ezzel a p_1A_1 és a p_2A_2 erők egyensúlya beáll.

Ha a kerekek felől a munkadugattyút erőhatás éri, akkor ez elmozdul és állása a vezérlőtolattyúhoz képest megváltozik. Emiatt olyan hidraulikus erők lépnek fel, melyek a megelőző helyzetet iparkodnak visszaállítani. A működés szempontjából nagyon fontos a vezérlés beállítása. Terheletlen állapotban a vezérlőtolattyúnak és a gömbcsuklónak semleges helyzetet kell elfoglalnia, ha ez nincs meg, akkor a kormány balra vagy jobbra húz. Olyankor, amikor a kormánykerék önmagától elfordul, akkor a dugattyúrudat megfelelő irányban kell forgatni, ezáltal a vezérlőfej és a dugattyú közötti távolság a kívánt mértékben növekszik.

A D–566 típusú tehergépkocsi kormányszerkezete

A Csepel-gyártmányú *D–566*-típusú gépkocsin integrális rendszerű golyósoros, fogasléces, hidraulikus szervokormányművet használnak. Elvi vázlatát és működését a 7., 8., és 9. ábrák szemléltetik. A kormányszerkezetet jellemzi a munkahengerben elhelyezett vezérlőrendszer, a dugattyú és a kormányorsó közötti kapcsolatot létesítő golyósor, a dugattyú felületén kialakított, a kormánytengely fogasívéhez kapcsolódó fogasléc és a kormányzó nyomatékot növelő hidraulika rendszer. Ez utóbbi rendszert a motoron elhelyezett és a légsűrítő tengelyéhez kapcsolt olajszivattyú táplálja.

A szervokormányű szerkezeti elemei a mechanikus kormányművek fő részeihez hasonlóak. A dugattyú két oldalán nyomóterek vannak. A vezérlés gondoskodik arról, hogy az egyik nyomótér összeköttetésbe jusson az olajszivattyú nyomóvezetékével, és egyidejűleg a másik nyomótér megnyíljék a visszafolyó cső felé. A hidraulikus rendszerben az olajáramlást furatok és vezérlő rések szabályozzák.

A hengeres vezérlő anya a dugattyú belsejében helyezkedik el, oly módon, hogy tengelyirányban csak a dugattyúval együtt tud mozogni, de a dugattyúhoz visszonyítva kismértékben elfordulhat, és ezáltal nyitja vagy zárja a megfelelő vezérlő réseket. A vezérlő anyát és a kormányorsót golyósor köti össze. Ezzel a megoldással kisebb a súrlódás, pontosabb lehet az illesztés, s így hosszabb használat után kiegyenlítődhet a holtjáték.

A kormány semleges helyzetben van, ha a jármű motorja jár, de a kormánykereket nem forgatják. Ilyenkor az olaj a nyomóvezetékből a kormánymű hengerének alsó zárófedelén és az alsó nyomótéren áthaladó csúszócsövön a dugattyúba kerül (7. ábra).

A vezérlő anya és a tolattyú középállásában a vezérlő réseken és a furatokon keresztül az *A* és a *B* nyomóterek, valamint a kiömlő csúszócső összeköttetésben vannak. Ekkor mindegyik térben a lecsökkent olajnyomás ugyanakkora, a dugattyú mozdulatlan, a szivattyú az olajat a kormánymű vön és a kiömlő csúszócsövön a tartályba nyomja. Ez a körfolyamat mindaddig változatlan, amíg a kormánykereket nem kezdik valamelyik irányba forgatni.

A kormánykerék jobbraforgatásakor a kormányorsóval együtt a vezérlő anya is kevéssé elfordul. Ez az elfordulás elegendő azonban arra, hogy a tolattyún a vezérlő résekkel az olajkörfolyamot megváltoztassa. A vezérlő rések a *B* nyomótér felé a beömlő keresztmetszetet megnövelik, egyúttal megszüntetve az olaj beömlését az *A* nyomótérbe, amelyet a kiömlő csúszócsővel kötnek össze. A *B* nyomótér kiömlő réseinek zárása folytán megnőtt olajnyomás a dugattyút felülről lefelé, vagyis a jobbra kormányzás irányába nyomja (8. ábra).

A dugattyú lefelé mozgásakor a csökkenő térfogatú *A* nyomótérből az olajat a tartályba nyomja. Ez a folyamat csak addig marad változatlan, amíg a dugattyú az alsó véghelyzetbe nem ér. Ha a kormánykerék forgatása megszűnik, akkor a kormányorsó megáll és a még mindig ható olajnyomás a vezérlő anyát azonnal alaphelyzetbe fordítja, a vezérlés a semleges helyzetbe tér vissza. Ily módon a *B* nyomótér is összeköttetésbe kerül a kiömlő csúszócsővel, a nyomás csökken, a kormányzott kerekek a pillanatnyi elkormányzási helyzetüket megtartják.

A hidraulikus rendszer szervohatását a dugattyú véghelyzeteinek elérése előtt meg kell szüntetni, mert a nagy nyomás szükségtelenül fokozott erőhatással terhelné a kormánymű szerkezeti elemeit és a kormányrudazatot. A véghatárolást az-

által érik el, hogy a kormányzott kerekek mechanikus felütköztetése előtt a dugattyú végén túlnyúló határoló szelepek, a fedelekben menettel és ellenanyával rögzített határoló csavarokhoz ütköznek. Így a felső határoló szelep nyitásakor a dugattyú furatrendszerén út nyílik a *B* nyomótér és a kiömlő csúszócső között. Ezáltal csökken az olajnyomás a nyomótérben.

A kormánykerék balra forgatásakor a működési folyamat az előbb elmondottakhoz hasonló, de ellentétes irányú. Most a vezérlő anya és a tolattyú balra fordul, az *A* nyomótér az olajszivattyúval, a *B* nyomótér pedig a kiömlő csúszócsővel kerül összeköttetésbe. A dugattyú a *B* nyomótér felé mozdul el, a szervohatás a jármű kormányzását a balra fordulás irányába segíti.

Ha a hidraulikus rendszer meghibásodik vagy üzemképtelenné válik, akkor a kormánymű mechanikus kormányként tovább használható. Ilyen esetben a kormányzáshoz szükséges nyomatékot a kormánymű mechanikus módosítása szabja meg. A szervohatás kimaradása természetesen nagyobb erőkifejtést követel ugyan a vezetőtől, de a kormányzás lehetősége megmarad. Feltéve, hogy a rendszer csővezetékei szenvednek sérülést, vagyis a hidraulikus olaj elfolyik, akkor a motort azonnal le kell állítani, különben a szervoszivattyú berágódnék.

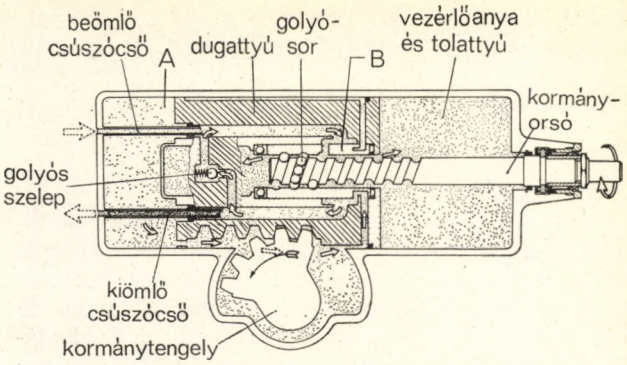
Olaj elszökése vagy a szivattyú meghibásodása esetén a *D*–566 típusú tehergépkocsin a szivattyút le kell szerelni és a helyére a gépkocsi felszereléséhez tartozó zárófedelet kell elhelyezni. Ekkor a kormány mechanikusan tovább működtethető, s a jármű folytathatja útját.

A 9. ábra a szervohatás nélküli jobbra kormányzást szemlélteti. A tolattyú a *B* nyomóteret a nyomócsővel, az *A* nyomóteret pedig a kiömlő csúszócsővel köti össze. Az üzemképtelen hidraulikus rendszerből azonban nem juthat olaj a *B* nyomótérbe. Az *A* nyomótér felé elmozduló dugattyú mögött a *B* tér növekvő térfogata nyomáscsökkenést idéz elő, mely a beömlő és a kiömlő csöveket összekötő furatban elhelyezett golyósszelepet nyitja. Ezáltal a csökkenő *A* nyomótérből kiszorított olaj a *B* nyomótérbe áramlik.

A helyzet balra kormányzáskor mindettől csak annyiban tér el, hogy a dugattyú a kormányorsó forgatásakor a *B* nyomótér felé mozog, a csökkenő nyomótérből az olaj a kiömlőcsőbe áramlik, a golyósszelepet pedig a növekvő *A* nyomótér depresszió ja nyitja és e nyomótér megnövekedését a csőből beszívott olaj tölti ki.

A szervokormány szerkezethez tartozó elem az ún. érzékelő dugattyú. (Ezt a szerkezeti elemet a 7., 8. és 9. ábrákon nem tüntettük fel.) Az érzékelő dugattyú a vezérlő tolattyú orrrészén foglal helyet. Kormányzás közben e szervet a rugóerőn kívül a nyomótérből odavezetett olaj nyomása is terheli. A hidraulikus rendszer a kormányzott kerekek elfordításához szükséges erőt csak nagyobb nyomással tudja fenntartani, és ez a nyomásnövekedés az érzékelő dugattyú mögött is jelentkezik. Ily módon ez az erő a vezérlő tolattyú közvetítésével a kormányorsón keresztül a kormányon is érezhető, s ilyenformán a gépjárművezető jól tudja érzékelni a kormányzáshoz szükséges erőváltozásokat. Említésre méltó azonban, hogy a visszavezérlés miatt a talajegyenetlenségektől származó visszaható erő hidraulikus úton jelentősen csökkentve kerül a kormánykerékre.

A vezérlő és az érzékelő rendszer együttműködésének fontos szerepe van a jármű kormányzott kerekeinek gumiabroncs-sérülései alkalmával. A gumi-



9. ábra: A D–566*-típusú tehergépkocsi szervokormányának működése hidraulika-szivattyú nélkül*

abroncsok gyors, gyakran robbanásszerű levegővesztesége a gépjárművezetőtől azonnali és igen nagy erőkifejtést követelne. A jármű ún. elhúzását a szervokormány segítségével viszonylag kis erővel lehet megakadályozni, s ezzel a balesetet elkerülni.

A vezérlő anya és a vezérlő tolattyú a kerekek felőli kitérítő erőhatásokra ugyanúgy működteti a hidraulikus rendszert, mintha a kormánykereket fordítanák el. A hidraulikus ellennyomás a berendezés maximális nyomatékának határáig megakadályozza a vezető szándékán kívüli irányváltozásokat és a kisebb kormányerő módot nyújt a jármű vezetőjének a szükséges ellenkormányzásra.

Következtetések

A korszerű nagyteljesítményű tehergépkocsik szervokormányberendezései lényegesen bonyolultabbak a régebbi egyszerű mechanikus szerkezeteknél.

A legmegbízhatóbbaknak ma a hidraulikus kormányszerkezeteket tekinthetjük. Ezek a rendszerek zártak, csak meghatározott mennyiségű és előírt minőségű különleges olajjal tarthatók üzemben. Nem kedvező, hogy e rendszerek meglehetősen érzékenyek az olaj tisztaságára, a légtelenítésre és az olajveszteségre, ezért fokozott gondosságot igényelnek.

A motor hajtotta olajszivattyúk szállító teljesítménye a motor fordulatszámától függ. Kis motorfordulatszámokon a szállított folyadékmennyiség elégtelen a rendszer üzemeléséhez, ennélfogva kanyarban vagy alapjáratban álló gépkocsival nehezebb a kormányzás. A helyes vezetéstechnika lényege, hogy kanyarban és nehéz terepen kisebb sebességgel és feltétlenül nagyobb motorfordulattal kell haladni; ekkor a kormányzás könnyű és biztonságos. Hegyes úton, hosszú lejtőn, ahol sok a kanyar, gyakran kell motorféket és lábféket használni, és a legmegfelelőbb sebességfokozatot kell kapcsolni, különben a motor fordulatszáma jelentékenyen csökken és a helytelen vezetéstechnika eredményként a szervohatás megszűnhet.

A gondos karbantartás, a szervoberendezés felesleges erőltetésének elkerülése, a helyes vezetéstechnika növeli a szervokormányszerkezet élettartamát és a vezetés biztonságát.

NEMES IMRE
tudományos osztályvezető

Víziaknák felderítése és leküzdése

Az Egyesült Államok haditengerészete 1972 tavaszán tengeri aknazárakat létesített a Vietnami Demokratikus Köztársaság legnagyobb kikötőjének előterében a forgalom megbénítására. Már ezt megelőzően is az amerikaiak folyamatosan aknásították a nagyobb folyókat részben a folyami hajózás zavarása és akadályozása, részben az átívelő műtárgyak – főleg hidak – rombolása végett.

Az újabb eszkaláció a világ haladó erőinek tiltakozása közepette zajlott le és természetes, hogy a katonai szakkörök mellett a haditechnika iránt érdeklődők figyelme is a tengeri és folyami aknák, aknazárak felé fordult.

A következőkben a tengereken és a folyókon alkalmazott aknazárak, egyes aknák felderítésével, hatástalanításával és megsemmisítésével, az aknazárak leküzdésének elvi és gyakorlati módszereivel foglalkozunk.

Felderítés

A mentesítés műveletét értelemszerűen megelőzi az aknazár és az egyes aknák felderítése. A felderítés feladata az aknazár kiterjedésének, a telepítés mélységének, rendszerének, a telepített aknák típusának és működési módjának a megállapítása avégből, hogy a hatásos ellenrendszabályok kidogozhatók legyenek.

E művelet során az adott aknazár aknatípusaiból a lehetőségekhez képest mintapéldányokat szereznek, majd ezek szétszerelése után megismerve a gyújtók működésének elvét, kidolgozzák a mentesítés legésszerűbb és legbiztosabb módszereit. Felkészítik a mentesítést végrehajtó személyzetet és elkészítik azokat a különleges műszaki berendezéseket, amelyek a szóban forgó aknatípus hatástalanítására vagy megsemmisítésére a leginkább alkalmasak. Az aknazárak helyét, úgyszintén az aknák fontosabb jellemzőit mindenekelőtt vizuális módon, továbbá különféle optikai eszközökkel derítik fel. Ebben a tevékenységben a folyó- vagy a tengerpartokon elhelyezett figyelőőrsök, nemkülönben légi felderítő járőrök és az aknamentesítés funkcióit is ellátó hajók, valamint más vízijárművek vesznek részt.

A figyelőőrsöket a veszélyeztetett körzetekben oly módon helyezik el, hogy figyelési szektoraik átfedjék egymást. Ezek az őrsök folyamatosan ellenőrzik, hogy a kijelölt szektorban telepített-e az ellenség repülőgépről vagy aknarakó hajóról aknákat és egyszerű mérési módszerekkel meghatározzák az aknák telepítési körzeteit. Ezek az egyszerű módszerek persze elsősorban a folyók figyelésében és a tengerparti sávokon a kikötők és a legfontosabb hajózó út bejáratok felderítésében eredményesek, hiszen ilyenkor a felderítés mélysége viszonylag kicsiny. Nem egyszer ezt a figyelő-felderítő tevékenységet nem katonai szervekből megszervezett szolgálat tudja célszerűen végrehajtani.

1. ábra: Aknakutató helikopter

A vizuális és az optikai eszközökkel végzett figyelésen kívül a levegőből vagy a tengerről végrehajtott aknásítást a part mentén felállított rádiólokációs és akusztikus figyelő- és fülelőőrsök ugyancsak jelezhetik.

A parttól távolabb eső körzetek megfigyelésének igen megbízható módszere a levegőből végzett felderítés. A légi felderítés rendszeres járőrözéssel állandóan ellenőrizi a hajózó utak, úgyszintén a partoktól távolabb eső hajózást biztosító műtárgyak körzetét. Amikor az időjárási körülények kedvezőek, a víz felszínén lebegő vagy úszó aknákat a levegőből viszonylag könnyen lehet felderíteni, sőt még kisebb mélységben telepített víziaknák is észlelhetők. A nagyobb mélységben vagy a tengerfenékre telepített aknákat azonban a légi felderítés vizuálisan nem képes észlelni, ilyenformán a légi felderítés adatait általában egybevetik a tengeren járőrszolgálatot teljesítő aknakutató, aknafelderítő hajók felderítési adataival.

Újabban a légi felderítés hatásosságát televíziós felvevő berendezések használatával javítják. Ezeket többnyire helikopterekre szerelik és fedélzetükről a tenger mélyére engedik le. A helikopterek a televíziós felderítő berendezést megfelelő fényforrással együtt végigvontatják a hajózó útvonalakon és így mód nyílik arra, hogy az aknákat nagyobb mélységben is felderíthessék. Nyilvánvaló azonban, hogy a televíziós felderítés meglehetősen bonyolult, számos műszaki nehézséggel is jár, és a módszer alkalmazása nagy mértékben függ az időjárási viszonyoktól.

Sok gondot okoz a légi és a tengeri felderítésben, hogy az észlelt aknák helyét minél nagyobb pontossággal kell megállapítani. Ez idő szerint a helikopter vagy az aknakutató hajó önálló bemérése még nem elég megbízható. A repülőgépen vagy hajón elhelyezett helymeghatározó készülékek néhány száz méteres eltéréssel dolgoznak. Ez a helymeghatározás kielégíti ugyan a hajózási és a repülési navigáció szabatossági követelményeit, de korántsem elegendő az észlelt aknák vagy aknacsoportok helyének pontos megállapításához. A helikopterek és az aknakutató hajók helymeghatározásának korszerűbb módszere, amelylyel távolságukat megadott ponttól (parttól, nem mozgó hajótól) rádiós eljárással mérik. A rádióbemérés 50 km távolságon ± 2m-es, 750 km távolságon ±45 m-es pontosságú.

Aknakutató hajók

Az aknazárak felderítésének legfőbb eszközei az aknakutató hajók. Szerepük fontosságát jellemzi, hogy mintegy 800–1000-re tehető a tőkés országok haditengerészeti flottáiban szolgálatot teljesítő különféle típusú és tejesítőképességű aknakutató hajók száma. Ezeket a hajókat három nagy csoportba sorolják aszerint, hogy milyen a hatótávolságuk, a tengerjáró képességük, végül az önálló működőképességük ideje. Vannak közöttük viszonylag kis (10–15 tonnás), de nagyobb (750–900 tonnás) vízkiszorításúak is. Olyan hajók is vannak több ország flottájában, amelyek aknakutató hajót és helikoptert szállítanak. Az ilyen úszóegységek a kis vízkiszorítású, önnállóan csak egy-két napig működőképes lassújáratú aknakutató hajókat a kijelölt menetesítési körzetbe szállítják és ott vízre helyezik. Valójában az aknakutató hajókat nem is célszerű túlságosan nagyra méretezni, mert ha a víziakna a felderítés vagy a megsemmisítés fázisában az óvóintézkedések ellenére felrobban, a kis méretek (felszereltség, létszám) a veszteséget mérséklik.

A felderítés műveletében az aknakutató hajó a vizuális és optikai figyelésen kívül a kijelölt felderítési sávot hidroakusztikus lokátorral (sonarberendezéssel) végigpásztázza. Rendszerint az aknakutató hajó elején helyezik el a hidrolokátort, amely a hajó haladási irányába sugároz. A fenékaknákat, úgyszintén a vízben lebegő horgonyzott aknákat a korszerű hidrolokátorral 700–1000 m távolságból lehet észlelni. Mostanában már a hidrolokátorokat a hajók oldalán is elhelyezik, s így velük célszerű módon az aknazár szélessége is felderíthető.

Újabban az egyes aknákat és aknacsoportokat különleges felszereléssel ellátott, megfelelően kiképzett könnyűbúvárok derítik fel. Ezek a könnyűbúvárok a haditengerészet aknakutató részlegeinek állományában tevékenykednek, szorosan együttműködve az aknakutató hajókkal és helikopterekkel. Felszerelésükhöz hordozható, kis hidrolokátoron vagy elektromágneses kereső készüléken kívül erős fényű sugárvető, valamint a vízi mozgást gyorsító eszköz is tartozik. Ez utóbbival a könnyűbúvárok a víz alatt 7,5–11 km/h sebességre tehetnek szert. A könnyűbúvárok a hidrolokátorral 50–300 m távolságból észlelik az aknákat.

Az egyes aknák felderítése és a mintapéldányok megszerzése, hatástalanítása, majd mindezek alapján az aknák gyújtási, késleltetési rendszerének tanulmányozása a felderítési feladatok közül a legbonyolultabb és egyben a legveszélyesebb is. A tapasztalatok azt mutatják, hogy több-kevesebb víziakna gyakran kivetődik a tenger vagy a folyó partjára. Főleg az úszóaknák, de az áramlások hatására nem egyszer a rögzített aknák is partra vetődnek. Elsősorban ezeknek az aknáknak a felkutatásával és szétszerelésével lehet megállapítani az ellenséges víziaknák működési elvét. Ha nincs efféle lehetőség, akkor a telepített aknazárból kell néhány aknát partra vontatni, majd hatástalanítani.

Nem szorul különösebb bizonyításra, hogy ez a feladat rendkívül bonyolult, hiszen a víziaknák korszerű típusait ellátták a szétszerelést megakadályozó önmegsemmisítő berendezéssel. Ez a körülmény megnehezíti, gyakran pedig megakadályozza az akna tanulmányozását. Éppen ezért az akna gyújtókészülékét célszerű távirányított manipulátorokkal kiszerelni. Az egyik ilyen szerkezet az aknagyújtó kicsavarására szolgál.

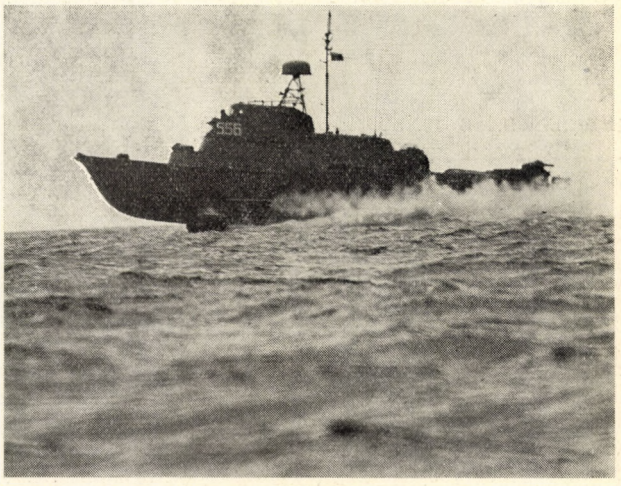
A gyújtó kiszerelése után az akna működési rendszerének megismerése, tanulmányozása hosszú hónapokat is igénybe vehet. E feladat ugyanis igen bonyolult és nagy szakértelmet igényel, csak lépésről-lépésre hajtható végre. Említésre méltó, hogy a második világháború idején a német mágneses gyújtókészülékű víziakna gyújtási rendszerének megismeréséhez az angol haditengerészeti kutatóintézetnek több mint féléves megfeszített munkára volt szüksége.

Hatástalanítás és megsemmisítés

Az egyes aknák és az aknazárak hatástalanítása az előbb említett nehézségek miatt gyakran megoldhatatlan és ezért manapság mindinkább előtérbe kerül az aknák és az aknazárak megsemmisítése. A kétféle művelet között az a különbség, hogy a hatástalanítás eredményeképpen az akna nem robban fel, és így nem okoz kárt az akna telepítésének körzetében (különféle kikötői berendezéseken, mólokon, hídpilléreken stb.). Az utóbb említett veszélyhelyzet előáll a megsemmisítés alkalmával; ez a művelet az akna felrobbantása. Ha az akna nyílt vízen van és a megsemmisítés céltudatosan következett be, akkor a robbanás nem okoz veszteséget és így nyilvánvaló, hogy a nyíltvízi aknazárak leküzdésének legfőbb módszereként az aknazár aknáinak a felrobbantását kell tekintenünk.

Maga a megsemmisítési művelet vagy csak egyes aknákra terjed ki, vagy pedig az aknazár egy adott részén elhelyezkedő aknákra és aknacsoportokra, általában a hajózó útvonalak felszabadítása végett. E feladatot a szakirodalom átjárónyitásnak vagy résnyitásnak nevezi. Az aknazár teljes megsemmisítése is előfordul; erre a műveletre általában a harci tevékenységek befejeztével, vagy e tevékenységek hosszabb szünetében kerülhet csak sor.

Az aknákat és az aknazárakat olyan fizikai hatások létrehozásával semmisítik meg, amelyekre az adott típusú víziakna gyújtókészüléke működésbe lép.



2. ábra: Korszerű aknakutató hajó

Mivel a jelenlegi víziaknákat általában kombinált gyújtókészülékkel látják el és egy aknazáron belül különböző működési elvű aknákat telepíthetnek, éppen ezért a megsemmisítést kombinált fizikai hatások alkalmazásával végezhetik (pl. egyidejűleg elektromágneses tér és ultrahang keltésével).

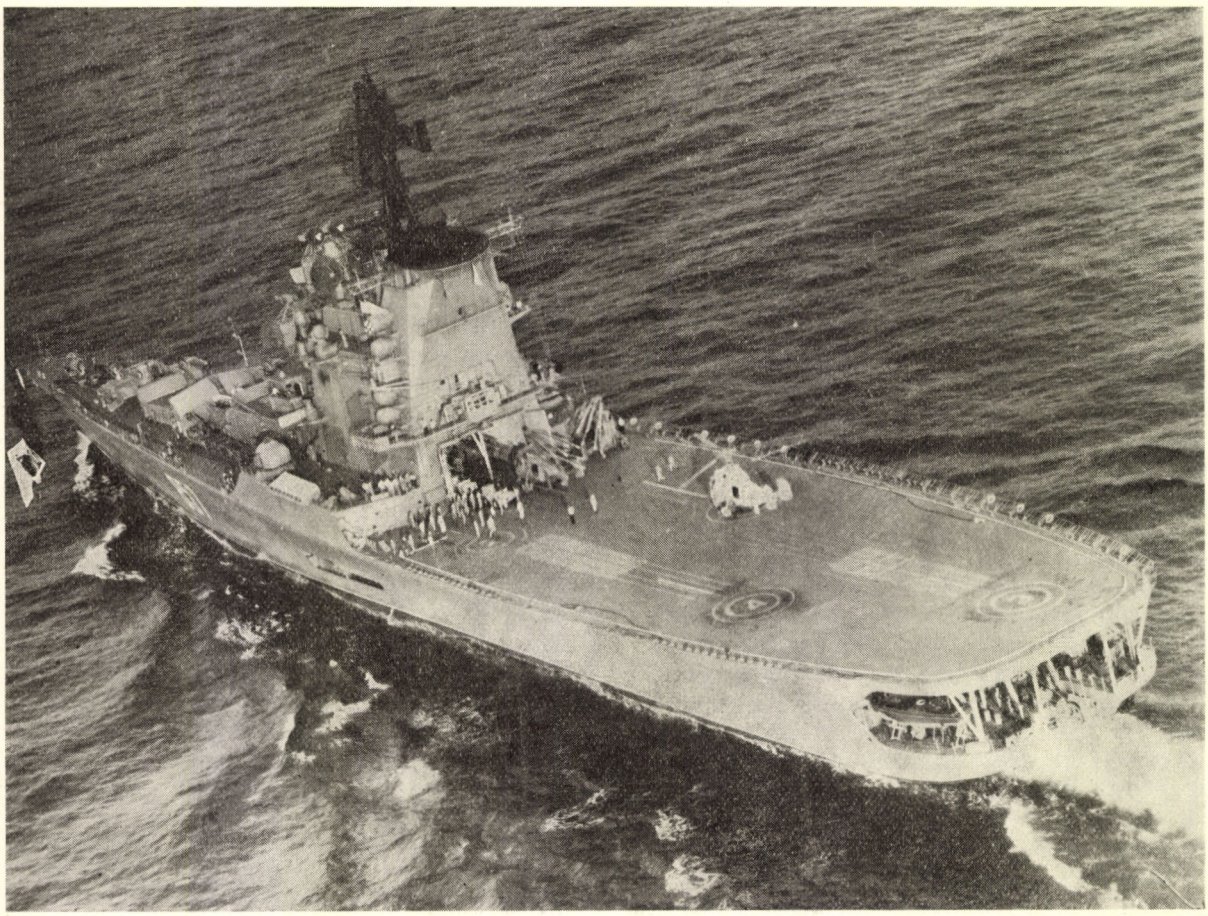
De nemcsak arról lehet szó, hogy maguk az aknák vagy gyújtókészülékeik különböző típusúak, hanem arról is, hogy a gyújtókészülékek közül egyesek bekapcsolt, mások kikapcsolt állapotban vannak. Általában azt sem lehet előzetesen tudni, hogy a mentesítés irányában a mélyben elhelyezett aknák robbanását milyen fizikai hatás indítja meg. Ezért fontos, hogy az aknamentesítő eszközöket kombinált módon, megfelelő logikai sorrendben működtessék.

Azt sem lehet figyelmen kívül hagyni, hogy a víziaknák gyújtókészülékeinek élesítése, vagyis a gyújtó működőképes állapotba történő helyezése időzíthető az aknába elhelyezett számláló berendezés beállításával. Ez azért fontos, mert az akna csak akkor robban, ha a megsemmisítést előidéző fizikai hatás ismétlődése túlhaladja a számláló berendezés beállított fokozatát. Megtörténhet például, hogy a víziakna gyújtókészüléke csak a huszadik elektromágneses impulzus után kerül éles állapotba, ugyanis az aknába elhelyezett számláló berendezés csak a huszonegyedik áthaladáskor zárja a gyújtó áramkört.

A gyakorlati tapasztalatok alapján legalább húsz esetben kell a felrobbantást kiváltó fizikai hatást kiváltani ahhoz, hogy a telepített aknák biztosan megsemmisüljenek. Fontos hajózási útvonalakon a teljes biztonsághoz legalább harminc, sőt néha ötven hatás ismétlése is szükséges. A mai víziaknák számláló berendezéseinek ugyanis ötvenig terjedő számú késleltető fokozata van.

Az aknazárak leküzdése, illetve átjárók létesítése levegőből és vízről egyaránt végrehajtható. A levegőből végzett mentesítést speciális felszerelésű, általában kis sebességű repülőgépek, ill. helikopterek végzik. A repülőgépeket (helikoptereket) nagyhatású mélytengeri bombákkal, akusztikus berendezésekkel, elektromágneses teret létrehozó műszerekkel és acélmagvas lőszert tüzelő nagy űrméretű géppuskákkal, esetenként gépágyúkkal szerelik fel.

Az előzőkben már említettük az aknakutató hajókat. Ezektől a hajóktól feltétlenül megkövetelik, hogy anyaguk vagy ne legyen mágneses tulajdonságú, vagy csak olyan mértékben, hogy az akna mágneses gyújtókészüléke ne reagáljon rá. Éppen ezért az aknakutató hajók még ma is főként fából készülnek és a hajó nélkülözhetetlen vasszerkezeti elemeit minimálisra csökkentik, vagy a vas helyett különleges nem mágnesezhető ötvözeteket használnak. Legújabban a műanyagok nagy teret hódítanak a hajóépítésben, s az aknakutató hajók között is megjelentek a műanyagtestű szerkezetek. A hagyományos építésű aknakutató hajókat gyakran – saját mágneses terük csökkentése végett – váltakozóárammal táplált demagnetizáló vezetékkel övezik.



3. ábra: Aknakutató helikoptereket hordozó hajó

A megsemmisítés műveletei

Mint láttuk, a korszerű aknakutató hajókon különféle: mechanikus, akusztikus és elektromágneses elven működő aknarobbantó berendezések vannak. Ezek közül mindig azt a berendezést használják, amely az adott típusú víziakna megsemmisítésére a legalkalmasabb. Ha a megsemmisítendő víziaknák típusa ismeretlen, akkor az aknakutató hajó robbantó berendezéseit egyidejűleg vagy meghatározott program szerinti sorrendben egymást követően működtetik.

A továbbiakban áttekintjük a víziaknák megsemmisítési műveleteit. Ezek azzal kezdődnek, hogy az aknakutató hajók az ultrahangos vagy a hallható hangok rezgésszámán működő zajkeltő készülékeiket a veszélyeztetett körzet határán bekapcsolják és szakaszosan működtetik. Ily módon elérhető, hogy a számláló berendezéssel összekapcsolt akusztikus gyújtók még akkor is felrobbannak, ha a számláló berendezések csak negyven-ötven impulzus után élesítik a gyújtókat.

E művelet után a hajó fedélzetéről a felderített vagy a feltételezett aknazáraktól 5–150 méterre, rakétahajtóművel felszerelt robbanókígyókat vetnek ki az aknazár irányába. A vízre érve ezek elfekszenek a felszínen vagy meghatározott mélységben lebegnek. A hajóról ezután elektromos vagy mechanikus gyújtókészülékekkel felrobbantják őket. Ily módon a robbanó kígyó típusától és hatóerejétől függően különféle széles ségű és mélységű átjáró létesül az aknazáron. A robbanás hatására ugyanis hidrosztatikus túlnyomás fejlődik ki az adott körzetben, és mechanikus hatások is érik a tengerben levő aknákat, amelyeket billenőgyújtók működtetni fognak.

A robbanókígyókéhoz hasonló rendeltetésűek az újabban kifejlesztett rakétahajtóműves mélytengeri bombák. Ezeket a bombákat 600–800 m-re lehet az aknakutató hajó elé lőni.

A kijelölt sávban az említett hatásokra a mechanikus, hidrosztatikus vagy akusztikus gyújtókészülékkel ellátott aknák túlnyomórészt felrobbannak. Ilyenformán az aknakutató hajók áthaladhatnak a megnyitott résen és a maguk után vontatott ugyancsak szakaszos üzemű elektromágneses tekercsekkel felrobbantják azokat az elektromágneses gyújtójú vagy elektromágneses hatásra érzékeny aknákat, amelyek az előző hatásokra nem reagáltak. Az így létesített átjáró azonban még nem mondható teljes biztonsággal mentesített területnek. Éppen ezért a felsorolt műveleteket az akusztikus, az elektromágneses és az egyszerűbb mechanikus mentesítő berendezések működtetésével többször megismétlik.

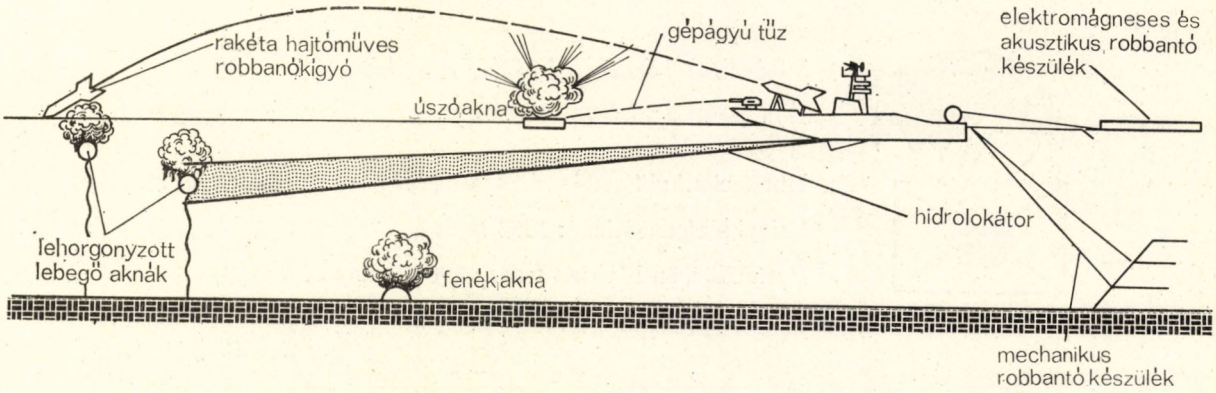
Három együttműködő aknakutató hajóval egyirányban és egyidejűleg 60–100 m széles átjáró készíthető. A hajózó út megnyitásához legalább 500–800 m széles átjárót kell kialakítani. Az átjáró határait az aknakutató hajók jelzőbójákkal jelölik meg. A különféle elektromágneses berendezések energiaigénye az aknakutató hajó típusa szerint 50–600 kW között van.

Az aknamezőben telepített mechanikus működésű pillanatgyújtó aknákat az aknakutató hajóval vontatott, a tengerfeneken vagy a vízben lebegve mozgó mechanikus eszközökkel is megsemmisíthetik. Az aknakutató hajók nagyságától (vonóerejétől) függően egy-egy ilyen megsemmisítő eszközzel 100–600 m szélességig lehet átfésülni a veszélyeztetett körzetben a tenger mélyét.

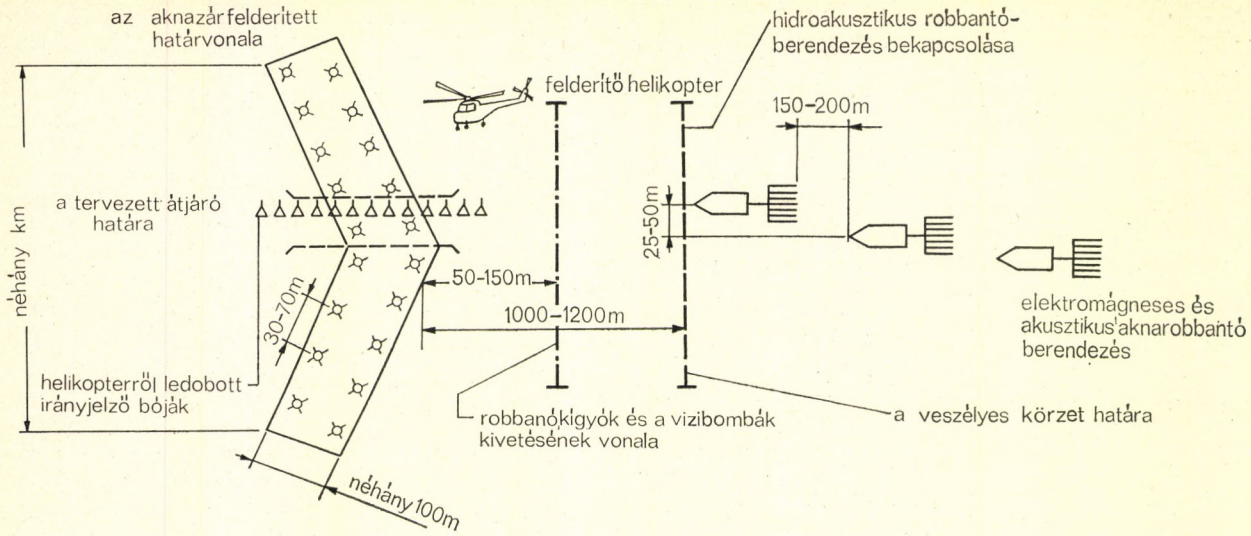
A mechanikus megsemmisítő eszköz gyakran viszonylag egyszerű: úszókra felfüggesztett lánc vagy drótkötél, néha vágóéllel ellátott berendezés, amely a fenékaknákat, úgyszintén a lebegő, lehorgonyzott aknákat felszakítja, sőt többnyire meg is semmisíti. Az elszabadult rögzített aknák felszállnak a víz felszínére; ezeket az aknakutató hajó fedélzetén levő, különleges lőszert tüzelő nagy űrméretű géppuskákkal vagy gépágyúkkal pusztítják el. Ezzel a módszerrel a tengert 70 m-es vízmélységig lehet átfésülni. A korszerű mechanikus kutató- és megsemmisítő eszközök arra is alkalmasak, hogy a drótkötélbe vagy más berendezésbe beakadt aknákat vagy ezek horgonyzó köteleit robbanó töltetekkel felszabadítsák vagy ilyen töltetekkel az aknákat megsemmisítsék.

Gyakran a mélyvízi aknák megsemmisítésére azt a módszert alkalmazzák, hogy két aknakutató hajó vontatta hálóval fésülik át a körzetet. Ez a módszer 35–40 m-es vízmélységig alkalmas.

Különösen a bonyolult aknamezőkön a legfontosabb hajózó útvonalak gyors megnyitásának elterjedt módszere a résnyitás. E módszer lényege, hogy régi típusú elavult, használaton kívüli nagy testű, 10–15 ezer tonna vízkiszorítású hajókat meghatározott süllyedésig vízzel töltenek meg. Ezután átúsztatják őket az aknamezőn oly módon, hogy az aknakutató hajók maguk előtt tolják ezeket a nagytestű úszóeszközöket, vagy ha még motorjuk is van, akkor önállóan áthajóznak az akadályon. A hajók rakodóterének vízzel történő megtöltése révén vagy teljesen el lehet kerülni, vagy lényegesen mérsékelni lehet a hajó alatt bekövetkező



4. ábra: Aknakutató hajó alkalmazási lehetőségei



5. ábra: Aknakutató hajók tevékenysége átjárónyitáskor

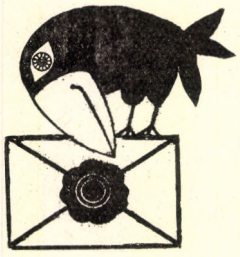
aknarobbanás rombolását. A hajólemezre ekkor ugyanis kétoldalról hat nyomás és ezzel csökken a hajólemezek beszakadásának a veszélye. Több országban kiöregedett kereskedelmi hajókat tartalékolnak éppen a mondott feladatok céljaira.

Az átjárónyitás vagy az aknazár teljes megsemmisítésének műveleteiben szerephez juthatnak a könnyűbúvárok vagy a mélyvízi búvárok is. A búvárok egyenként derítik fel az aknákat, amelyeket a rájuk helyezett külső töltet segítségével időzített gyújtási eljárásokkal robbantanak fel. Ez a módszer főképpen a kisebb vízmélységben telepített aknák megsemmisítésére alkalmazható, itt ugyanis a viszonylag jobb látási viszonyok általában külön fényforrás nélkül is lehetővé teszik a aknák felderítését.

Említésre méltó, hogy a búvárok felszerelésében mágnesezhető anyagok (pl. vas és acél alkatrészek, szerszámok stb.) nem tűrhetők meg. Vietnami tapasztalatok szerint még azok a búvárok sem vehetnek részt az aknametesítési munkákban, akiknek ilyen anyagból készült műfoguk van! De az a körülmény, hogy az aknák mágneses gyújtóberendezései rendkívül érzékenyek, mégsem egyértelműen előnyös a víziaknát telepítő hadviselő fél számára. Ez a túlérzékenység növeli ugyan a felrobbanás valószínűségét, egyszersmind azonban módot kínál az aknák egyszerű megsemmisítésére is. Ezt a lehetőséget használták fel Vietnamban, ahol az amerikaiak által telepített mágneses gyújtójú folyami aknákat oly módon semmisítették meg, hogy vasból készült karikákat és korongokat egyszerű hajítókészülékekkel biztonságos távolságból a felderített aknák közelébe dobtak, és ezt mindaddig ismételték, amíg a számláló berendezések a beállított késleltetést elérték és így az aknák zöme a közelükbe került aránylag kis vastömeg hatására is felrobbant.

A folyami aknák felderítése, hatástalanítása és a mentesítés a tengertől távolabb eső országok szempontjából magától értetődően időszerűbb a tengeri aknákénál. A korszerű folyami sodoraknák egyes típusai nemcsak a hajóforgalmat veszélyeztetik, hanem a hidakat és egyéb átvezetett műtárgyakat is képesek rombolni. Az aknamentesítés főbb módszerei hasonlóak a tengeri aknákéhoz.

A nemzetközi szaksajtó tanulmányozása azonban arról győz meg, hogy ez a terület korántsem annyira kiérlelt, mint a tengeri aknamentesítés. Nyilvánvalóan a jövő egyik fontos feladata a korszerű folyami aknafelderítés és -mentesítés megbízható módszereinek a kialakítása.



POSTAI IRÁNYÍTÓSZÁMAINK

1973. január 1-től

Haditechnikai Szemle szerkesztősége: 1525 Budapest, pf. 26

Zrínyi Katonai Kiadó: 1553 Budapest, pf. 31

Posta Központi Hirlap Iroda: 1900 Budapest

HATOS GÉZA
okl. gépszerkesztő szakmérnök

Fűtőanyagcellák

Az idestova nyolc évtizede ismert elvű fűtőanyagcellák fejlesztése az ötvenes évek elején vált időszerűvé. Már elöljáróban rá kell mutatnunk arra, hogy meglehetősen túlzott reményeket fűztek ezekhez az áramfejlesztő eszközökhöz: bennük látták a környezet levegőjét nem szennyező járműhajtás ideális megoldását. Időközben azonban kitűnt, hogy a Diesel-motoron még számos fejlesztési lehetőség kínálkozik, amelyek révén nagyobb teljesítményű egységek alakíthatók ki, egyszersmind csökken az égéstermékek mérgezőanyag tartalma, esetleg az égéstermékek mennyisége is. A mondott cél elérésére mellett egyéb utak is kínálkoznak, de a jelenlegi perspektíva szerint úgy látszik, hogy a Diesel-motor a nagy teljesítményű közúti járműveken legalább tizenöt esztendeig egyeduralkodó marad.

Más elektromos hajtási módokhoz hasonlóan a fűtőanyagcellás rendszerek sem lehetnek a fontosabb üzemi jellemzők (teljesítménytömeg, energiatároló képesség, üzemköltségek stb.) szempontjából versenyképesek a belsőégésű motorokkal szemben. Újabb típusok kifejlesztésével remélhető, hogy a fűtőanyagcellák üzemi jellemzői lényegesen javulni fognak. Emellett – mint a továbbiakban látni fogjuk – már ma is vannak olyan területek és felhasználási szempontok, amelyek egyes esetekben a fűtőanyagcellás rendszerek bevezetését mindenképpen indokolttá teszik.

Működési elv

A fűtőanyagcella a primer galvánelemek közé tartozik. Felépítése némiképp hasonlít az akkumulátoréhoz, de ettől eltér abban, hogy nem tárolja az elektromos energiát. Kapcsain csak akkor mérhető feszültség, ha közben valamilyen – a cella típusának megfelelő szilárd, folyékony vagy gáznemű fűtőanyaggal (szénnel, etilénnel, metanollal, benzinnel, gázolajjal, hidrogénnel, oxigénnel, propángázzal stb.) folyamatosan táplálják. Ilyenkor a cella kémiai energiát alakít át közvetlen úton elektromos energiává.

Az eljárást az 1894-ből származó Ostwald-féle alaptípuson mutatjuk be (1. ábra). Itt egy elektromos kályhába kerámikus tégelyt helyeznek. A tégelyben levő 900 C°-os nátriumkarbonát-olvadék elektrolitba grafit- valamint ezüstelektródok merülnek. A grafitelektród végéhez ezüstből készült áramelvezetés csatlakozik, az ezüstelektród pedig csőformájú; ezen a csövön vezetik az elektrolitba a rendszer működéséhez szükséges oxigént. Fűtőanyagként a grafitelektród szolgál.

Az ábrázolt rendszerben az oxigén betáplálásával az alábbi vegyi folyamatok játszódnak le folyamatosan:

az elektrolitban: $2Na_2O_3 \rightarrow 4Na^+ + 2CO_3^{2-}$

a grafitelektródon: $C + 2CO_3^{2-} \rightarrow 3CO_2 + 4\ominus$

az ezüstelektródon: $4Na^+ + O_2 \rightarrow 2Na_2O + 4\oplus$

azelektrolitban: $2Na_2O + 2CO_2 \rightarrow 2Na_2CO_3$

eredmény: $C + O_2 \rightarrow CO_2 + 4\ominus + 4\oplus$

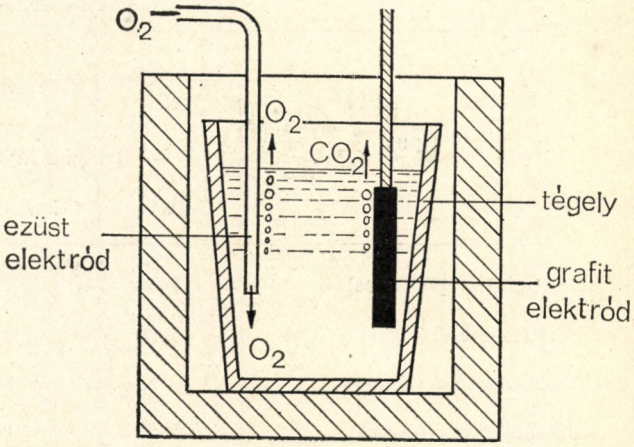
A kémiai reakciók eredményeként tehát négy negatív töltést, vagyis – mivel egyszerre igen nagy számú atom vesz részt a folyamatban – már kimutatható és elvezethető áramot kapunk. Az eredmény egyértelműen mutatja, hogy a fűtőanyagcella alapvető munkafolyamata az égés, más szóval az oxidáció. Ez a fűtőanyagcellák valamennyi típusára nézve igaz. Általánosan érvényes az is, hogy a fűtőanyagoldali elektród a negatív, az oxidálószer (oxigén, oxigénnel dúsított levegő stb.) oldalán levő a pozitív pólus. A munkafolyamatban az elektrolit mindig regenerálódik, tehát csak minimális mennyiségben kell egyéb veszteségek miatt pótolni.

Az előbb bemutatott rendszer a gyakorlatban sajnálatos módon nem hasznosítható a nagy hőmérséklet, a terjedelmes felépítés, a nagy tömeg és a grafitelektród gyors fogyása miatt. Érdekességként azonban megemlíthető, hogy ilyen rendszerű, de korszerűsített fűtőanyagcellák már sok száz órán át működtek 80–86%-os hatásfokkal, és az elektródfelületre vonatkoztatva 150 A/m² áramsűrűséget értek el velük.

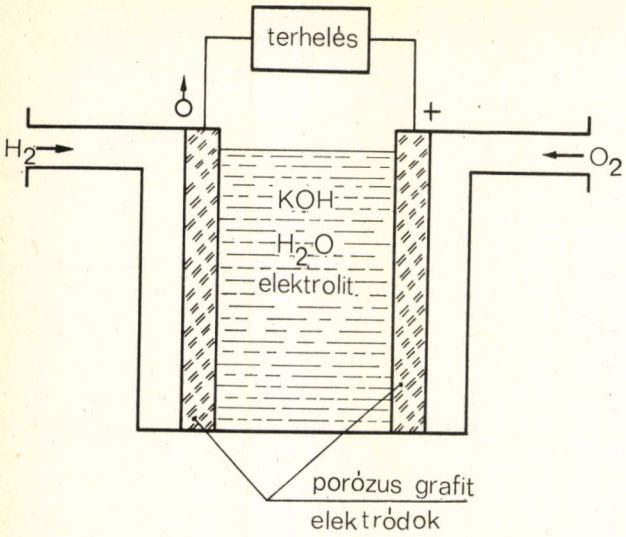
Hidrogén-oxigén cellák

Éppen a szóban forgó nehézségek leküzdése végett törekszenek arra, hogy a ma tervezett és épített fűtőanyagcellák környezeti hőmérsékleten és nyomáson működjenek, és hogy a térfogat-, illetve a tömegegységre eső teljesítményük minél nagyobb legyen. A már üzemben levő fűtőanyagcellák mintegy 70%-a hidrogén-oxigén rendszerű; ez egyúttal azt mutatja, hogy ez a kivitel elégíti ki ma leginkább az említett követelményeket. Gyakran az oxigén közvetlenül a levegőből nyerhető; ilyenkor hidrogén-levegő celláról is beszélhetünk. A hidrogén-oxigén (-levegő) cellatípusban elektrolitként többnyire kálium-hidroxidot vagy sósavat használnak, az elektródok pedig grafitból készülnek.

A hidrogén-oxigén fűtőanyagcellát legegyszerűbb formájában a 2. ábrán mutatjuk be. Az elektródok



1. ábra: Az Ostwald-féle fűtőanyagcella



2. ábra: Egyszerű kivitelű hidrogén-oxigén fűtőanyagcella

porózus grafittömbök, az elektrolit 27%-os káliumhidroxid. A rendszerbe hidrogént és oxigént vezetve, e két elem molekulái a pórózus elektródokon keresztül az elektrolitbe diffundálnak, és megkezdődnek a kémiai folyamatok.

Ekkor a negatív elektródon egy hidrogénmolekulából két pozitív töltésű hidrogénion keletkezik, és közben két negatív töltésű elektron válik szabaddá. Ugyanakkor a pozitív elektródon két pozitív töltésű oxigénion lesz az oxigénmolekulából. A két elektród között tehát töltéskülönbség lép fel, vagyis a reájuk kapcsolt terhelő körben áramot nyerünk. Közben a káliumhidroxid káliumoxiddá alakul, de ez utóbbi azonnal reakcióba lép az elektródok felületén keletkezett vízzel, s ismét káliumhidroxiddá válik. Ilyen fűtőanyagcellákkal már 4500 A/m² áramsűrűséget értek el, s összhatásfokuk 60–80% volt. Megfelelő elrendezésben ezek a cellák járműhajtásokban is felhasználhatók.

Megjegyezzük, hogy a hidrogén-oxigén fűtőanyagcellák újabb típusain grafittömb helyett csőalakú elektródokat is használnak, amelyeknek azonban az elektrolitba nyúló vége zárt. A hidrogén és oxigén e csövekben halad, majd a csőfalon át diffundálva jut az elektrolitba.

A fűtőanyagcellák üzeméhez szükség van különféle segédaggregátokra is. A járműhajtásra alkalmas fűtőanyagcella-rendszer működési vázlatát a 3. ábra tünteti fel. Látni való, hogy több folyamatot segédaggregátok segítségével tartanak fenn. Ezek gondoskodnak az elektrolit hőmérsékletének a csökkentéséről (hűtés révén), továbbá a kémiai reakciók során keletkező víz eltávolításáról, s így a koncentrációfok közel állandó értékre való beállításáról, emellett a folyamatos fűtőanyag betáplálásáról, végül az esetleges inert gázok eltávolításáról. Efféle gázok olyankor jelennek meg, amikor a fűtőanyag-gázokat nem tisztított állapotban táplálják be.

A szóban forgó egységeket kiegészíti a segédaggregátok táprendszere, amely magától értetődően a fűtőanyagcella áramával dolgozik. Ha járműhajtásról van szó, akkor az áramnem szerint még feszültségszabályozó vagy váltóránytó is csatlakozik a táprendszerhez.

Jóllehet viszonylag egyszerű a hidrogén-oxigén fűtőanyag-cellának és segédaggregátjainak a felépítése, mégis számos probléma vár még megoldásra, s mindenképpen tovább kell a jelenlegi rendszereket fejleszteni. Az egyik megoldandó kérdés a fűtőanyagcella üzeméhez szükséges gázok tárolása. Ez idő szerint erre nagynyomású acélpalackok szolgálnak. Nyilvánvaló, hogy ebben az elrendezésben a gázokhoz viszonyítva túlságosan nagy a palackok tömege. Jobb megoldás lehetne a kriogén tartályok felhasználása. Ezekben már folyékony állapotban lehet mindkét gázt tárolni, viszont kezelhetőségük így rendkívül nehézkes. Valószínű, hogy a közeljövőben az üveg-, esetleg a szénszálerősítésű műanyagtartályok bevezetése hoz elfogadható megoldást.

Nem kevésbé nehéz feladat a megfelelő hűtés. Ez elmaradhatna, ha a fűtőanyagcella táplálásához olyan anyagok állnának rendelkezésre, amelyekkel a rendszer indítása, majd az üzem folyamatos fenntartása szobahőmérsékleten is lehetséges. A gyakorlatban számításba lehet venni néhány ilyen fűtőanyagot. Közülük jelenleg a legalkalmasabbnak az egyébként nagyon drága hidrazint tekintik, bár ennek üzemében meglehetősen nehézkes a folyamatban fejlődő széndioxid gáz eltávolítása. Ez különösen a környezet szennyezése tekintetében kellemetlen.

Előnyös viszont, hogy a hidrazin-oxigén (-levegő)

Fűtőanyagcella-rendszerek néhány jellemzője

Típus	Fűtőanyag-cella	Tartozékok	Aggregátok energiatároló nélkül	Energiatároló 25 kW-os rendszerhez		Fajlagos teljesítmény
	teljesítménytömege					
	kg/kW	kg/kW	kg/kW	3 órás üzem W/kg	5 órás üzem W/kg	W/kg
Hidrogén-levegő (lúgos)	15–30	10–20	29–57	35–76	54–100	18–34
Metanol-levegő (lúgos)	15–30	10–20	44–87	30–66	56–108	12–23
Hidrazin-levegő (lúgos)	10–25	12–24	29–62	47–97	77–154	16–35
Metanol-levegő (savas)	25–50	12	37–62	48–77	79–128	16–27

kombináció elektrokémiai tulajdonságai igen kedvezőek, tehát viszonylag kompakt és könnyű fűtőanyagcellák készítésére nyújtanak módot. A nyugati szakirodalomból származó adatok szerint ellentétben a hidrogén-oxigén fűtőanyagcellákkal, amelyek a méretüktől függően egy kilowattórát 0,17–0,23 $ ráfordítással állítanak elő, a hidrazincellák kilowattóránkénti üzemeltetési költségei 0,85–3 $ között vannak. Ezek a próbapadon kapott értékek kedvezőbbek a járműbe épített cellákénál.

Újabban a metanol-oxigén (-levegő) cellák is előtérbe kerültek. Ezek 80 C°-nál kisebb hőmérsékleten képesek működni, és savas elektrolitot használva különösen előnyösek. A metanolból származó hidrogént ugyanis azonnal az elektrolitbe lehet vezetni, hiszen a folyamat melléktermékeként keletkező, és a hidrogénnel kevert széndioxid nem lép reakcióba a savas elektrolittal.

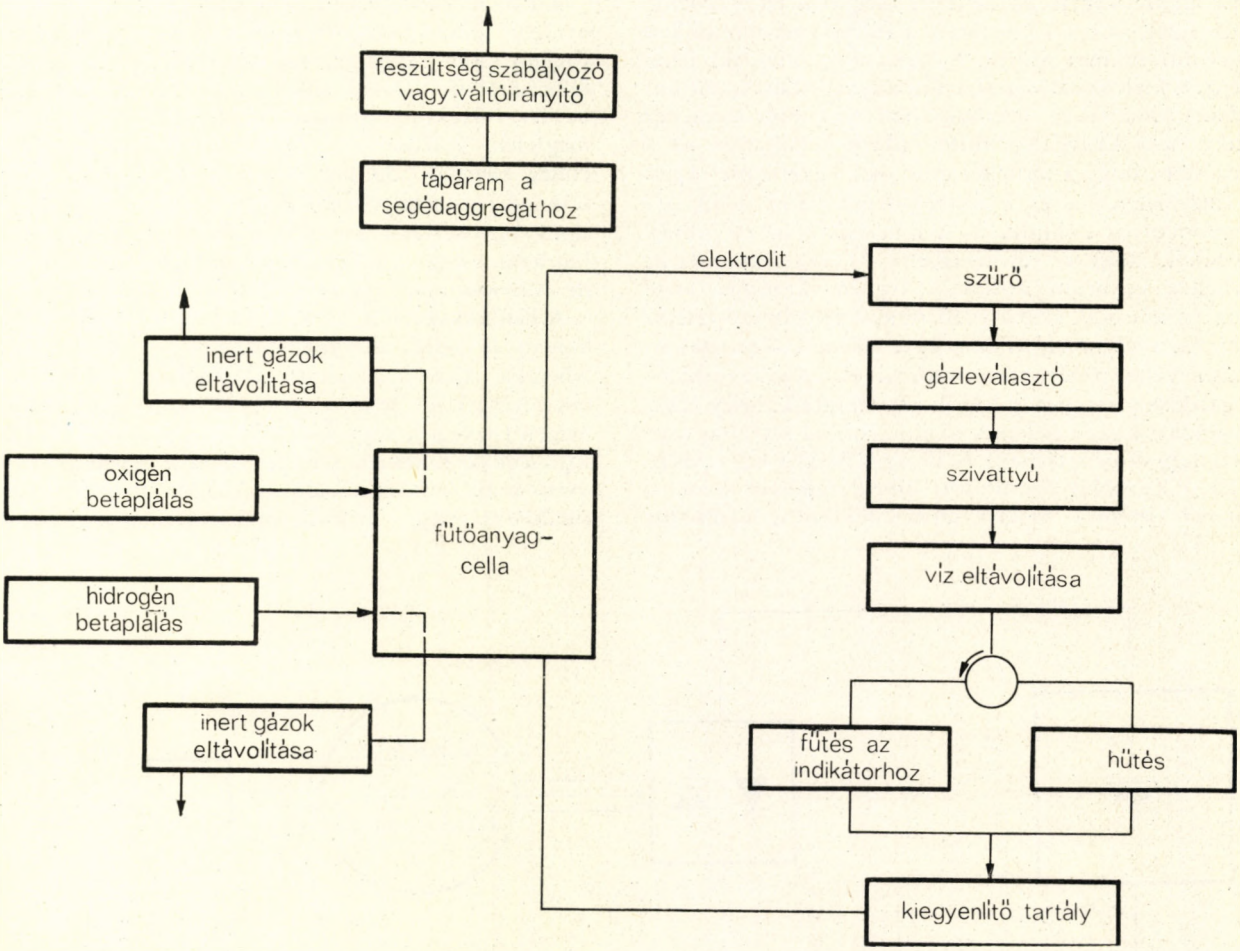
A fűtőanyagcellákkal eddig elért eredményekről táblázatunk nyújt áttekintést. Az itt feltüntetett típusokhoz érdemes néhány megjegyzést fűzni. A széntartalmú fűtőanyagok reakcióba lépnek a lúgos elektrolittal, amelyet ezért gyakran kell cserélni vagy regenerálni. Savas elektrolitot használva ilyen veszély nem áll elő, viszont a korróziós elektródkárok lehetnek nagyok. Ezek szerint a savas cellát tisztítatlan, tehát széndioxid tartalmú levegővel is lehet táplálni, mert ez a gáz nem támadja meg az elektrolitot, ugyanakkor az oxigénelektródon keletkező víz eltávolítása, továbbá a fejlődő reakcióhő elvezetése nem ütközik nagyobb nehézségbe.

Gyakorlati felhasználások

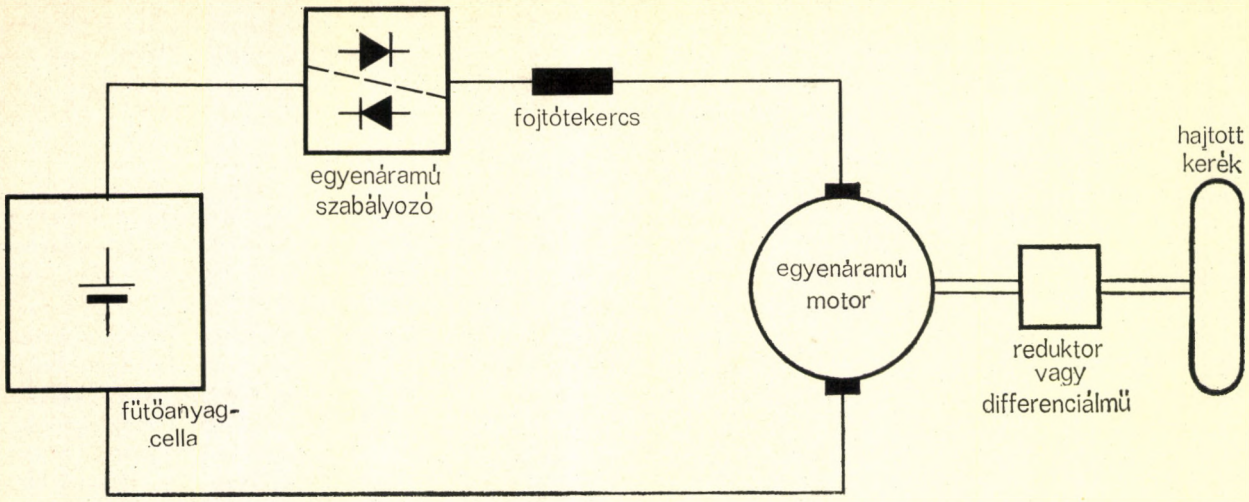
A fűtőanyagcellák számos felhasználása közül itt csak azokkal foglalkozunk, amelyekkel kapcsolatban már eredmények születtek, vagy belátható időn belül legalábbis kísérleti stádiumba kerülnek.

A legtöbbet említett felhasználási terület a *járműhajtásé*. Valóban a mai fejlesztési munkák nagyobbrészt ilyen rendeltetésű fűtőanyagcella-rendszerek kialakítására irányulnak. Feltételezve, hogy a megfelelő teljesítményű fűtőanyagcella már rendelkezésre áll, kétfajta hajtásrendszer valósítható meg: vagy egyenáramú vagy pedig háromfázisú váltakozóáramú elektromotorral. Az előbbi rendszer működési vázlatát a 4. ábra, az utóbbiét az 5. ábra mutatja.

Könnyebb, olcsóbb és egyszerűbb kivitelű a vezérlés szempontjából az egyenáramú rendszer, viszont a motor tömege, kezelési, karbantartási igénye meglehetősen nagy. Ezzel szemben a háromfázisú váltakozóáramú rendszerben használt aszinkronmotor robusztus ugyan, de olcsó és kezelést, karbantartást nem igényel. Némileg bonyolultabbá teszi ezt a rendszert, hogy váltóirányítót kell beépíteni, amely a szükséges amplitúdójú és frek-



3. ábra: Járműhajtásra felhasználható hidrogén-oxigén rendszerű fűtőanyagcellának és segédaggregátjának elrendezési vázlata



4. ábra: Elektromos járműhajtás fűtőanyagcella-egyenáramú motor rendszerrel

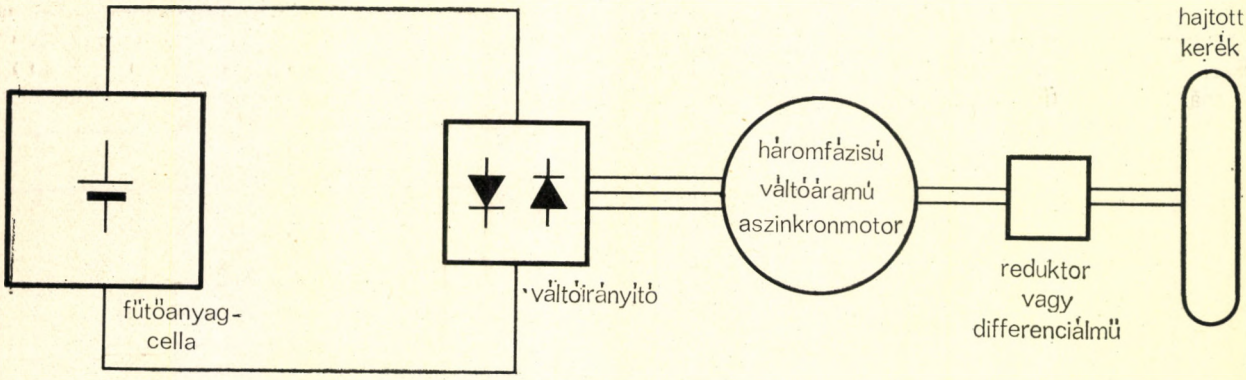
venciájú váltakozóáramot előállítja a fűtőanyagcella egyenáramából. Tapasztalati szabályként megállapítható, hogy 15–30 kW kimenő teljesítmény alatt az egyenáramú, efölött a váltakozóáramú hajtási módszer a gazdaságosabb. Ha a tirisztorok ára tovább csökken, még inkább ez lesz a helyzet.

A most említett kétféle rendszerben a fűtőanyagcella termelte áramot a hajtómotorok azonnal felhasználják, vagyis ha hirtelen megnő a teljesítményszükséglet, akkor közvetlenül a fűtőanyagcellából kell nagyobb áramot nyerni. Nyilvánvaló, hogy az ilyen igények kielégítése végett a fűtőanyagcellának statikus helyett dinamikus üzemmódban kell dolgoznia, ez pedig nem kedvező. Szinte önként kínálkozik az a megoldás, hogy a terhelési csúcsok kiegyenlítése végett a fűtőanyagcella és a szabályozórendszer közé egy hagyományos akkumulátort iktassanak be (6. ábra). Avégből, hogy a fűtőnyagcella és az akkumulátor terhelése egyaránt optimális legyen, kettőjük közé még egy második szabályozó rendszert célszerű telepíteni. Ez a *hibrid hajtás* akár egyenáramú, akár háromfázisú váltakozóáramú motorral is megvalósítható. A gazdaságossági számítások azt mutatják, hogy ezt a megoldást akkor érdemes akalmazni, ha a fűtőanyagcella teljesítménytömege 6–18 kg/kW közötti értékű.

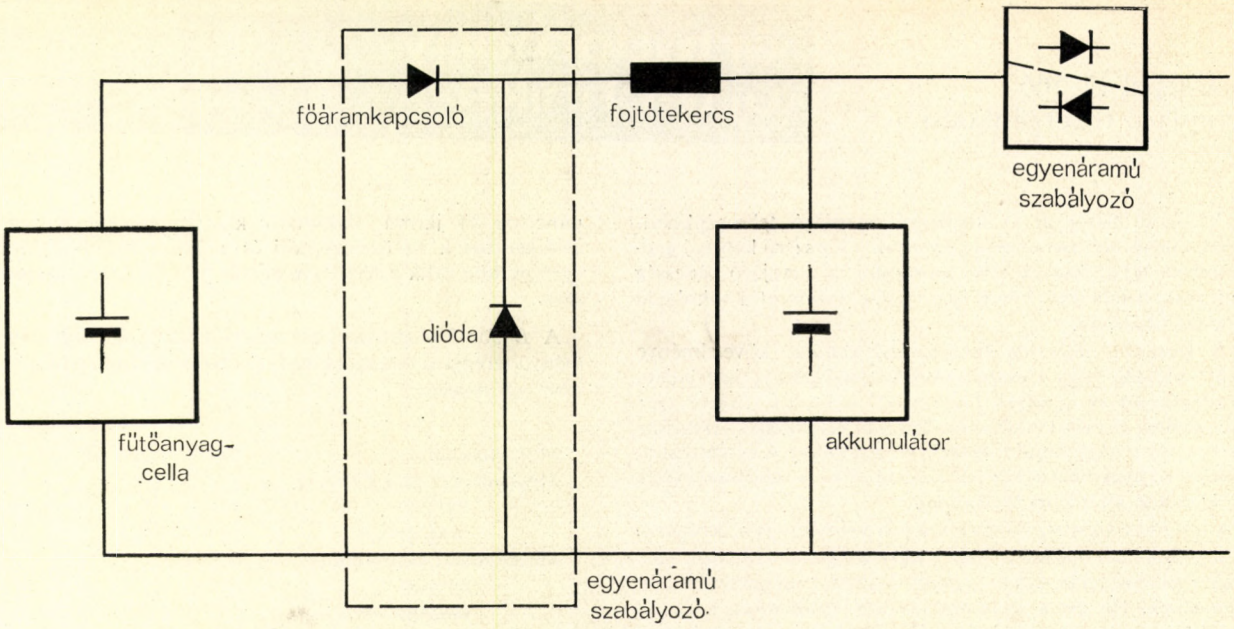
Ez a legutóbb bemutatott hibrid rendszer jöhet a *katonai járművek* hajtása szempontjából a leginkább tekintetbe. Számos katonai jármű harcászati alkalmasságát nem annyira a tömeg, hanem sokkal inkább a hatékonyság, a harckész állapot stb. dönti el. Éppen ezért a hibrid rendszer, viszonylag nagy tömege ellenére is kielégítőnek látszik bizonyos egységek pl. utánfutók, részben önjáró lövegek, hordozó állványok stb. hajtási feladatainak a megoldására, sőt esetleg hidrosztatikus hajtás helyett is.

Katonai járműveken fűtőanyagcellaként vagy a kriogén állapotban tartott hidrogénnel dolgozó hidrogén-oxigén rendszer, vagy a hidrazin-levegő típus felhasználása látszik előnyösnek. Kedvezően lehetne itt folyékony ammóniákkal dolgozni, amelyből megfelelő gázbontóval hidrogén nyerhető. Mindehhez elegendő 33 bar túlnyomás, tehát ha sikerül könnyűfém tartályokban tárolni az ammóniákot, ez a típus egyenértékű lehet a hidrogén-oxigén vagy a hidrazin-levegő rendszerrel a tömeg és a teljesítmény, de különösen az üzemköltségek szempontjából.

A fűtőanyagcellák nemcsak a járművek hajtásában, hanem *kisegítő áramfejlesztő*ként is jó szolgálatot tehetnek. Akár hordozható, akár telepített egységként viszonylag nagy lehet a tömegük, ezért itt hidrogén-oxigén (-levegő), vagy hidrazin-levegő rendszerű fűtőanyagcellák jöhetnek szóba. Mivel a segéd áram fejlesztő csak szükség esetén, a hálózat meghibásodása alkalmával, vagyis meglehetősen ritkán lép működésbe,



5. ábra: Fűtőanyagcella-forgóáramú aszinkronmotor rendszerű járműhajtás



6. ábra: Fűtőanyagcella-akkumulátor hibrid rendszer

ebben az üzemmódban a hidrazin-levegő cellák használata a célszerűbb. Ekkor azt is figyelembe kell venni, hogy a hidrazint nem tárolják nyomótartályokban, következésképpen kisebb az egész rendszer tömege. Mivel ez a cellatípus szobahőmérsékleten dolgozik, bármikor azonnal üzembehelyezhető, és kezelése is egyszerű. Tábori körülmények között jól megfelel az olyan fogyasztók táplálására, amelyek folytonos villamosenergia ellátást igényelnek.

*Főfeladatú áramfejlesztő*ként a fűtőanyagcellákat a kiépített villamoshálózattól távol fekvő helyeken használhatják. Elsősorban a tartós üzemet jól bíró hidrogén-oxigén cella előnyös erre a feladatra, különösen olyankor, amikor a közelben földgázvezeték húzódik. A táphidrogént ugyanis a vezeték megcsapolásával a földgázból lehet lebontani, a tápoxigént pedig a levegőből nyerik. Ilyenformán eleve megtakarítható a fűtőanyagként szolgáló energiahordozók drága, rendszeres és pontos szállítása.

Ha az üzem szakaszos jellegű, akkor a metanol-levegő cellatípus használata a célszerűbb. Kétségtelen azonban, hogy ez a típus nagyobb tömege és drágább üzeme folytán hátrányban van a hidrogén-oxigén cellával szemben.

Mivel a hidrogén-oxigén cellák üzemében víz képződik, az ilyen rendszerek kedvezően alkalmazhatók *űrhajókon* és *űrállomásokon,* ahol egyúttal a személyzet részére ivóvizet is termelnek. Hasonló üzemmódban használhatók a fűtőanyagcellák nehéz utánpótlási területeken (hegyvidék, sivatag, tajga, sztyeppe stb.) is. Az amerikai holdexpedíciók űrhajóin a szóban forgó cellák jó szolgálatokat tettek, bár az *Apollo–13* balesetét éppen a fűtőanyagcellák oxigéntartályában beállott robbanás idézte elő (Haditechn. Szle, 1970. 117. old.).

Következtetések

Mint említettük, a fűtőanyagcellák több szempontból hátrányban vannak a belsőégésű motorokkal szemben. Ez utóbbiak előállítási ára ma 300–550 Ft/kW, a fűtőanyagcelláké pedig 800–2500 Ft/kW között van. A fűtőanyagcellák üzemköltsége eléri a belsőégésű motorénak az 5–10-szeresét is. Hozzátehetjük még, hogyha a hidrogén-oxigén cella minden tekintetben már kiforrott volna, akkor sem terjedhetne el kellőképpen, mert a hidrogén és az oxigén rendkívül drága, ráadásul az ellátás megkövetelné a jelenlegi üzemanyaghálózathoz hasonló kúthálózat kiépítését.

Az a tény sem közömbös, hogy a belsőégésű motorok teljesítménytömege 1,7–5,5 kg/kW, a fűtőanyagcelláké pedig 37–90 kg/kW. Az említett cellák fejlesztésének egyik alapkérdése ilyenformán a tömegcsökkentés. Mivel azonban a tömeg szempontja több katonai felhasználási területen másodrendű, ezért úgy látszik, hogy ilyen esetekben sokkal hamarabb terjednek el a fűtőanyagcellás rendszerek, mint a gépjárművek hajtásában.

A Csepel D–566 terepjáró tehergépkocsi

A Csepel Autógyár *D–566*-típusú terepjáró tehergépkocsijának kialakításában érvényre jutottak a korszerű katonai gépjárművek fejlesztésének főbb irányzatai: a terepjáró képesség fokozása, a teherbíró képesség növelése, valamint a sokoldalú felhasználhatóság.

A *terepjáró képesség fokozásá*nak katonai követelménye abból adódik, hogy a csapatszintű katonai gépkocsik feladata az alegységek és egységek harcrendjét szorosan követve ezek folyamatos, zavartalan ellátása. Ezt a követelményt manapság három vagy négy hajtott tengellyel, nagyméretű és változtatható belső légnyomású kerekekkel, valamint a kerékterhelések csökkentése árán lehet kielégíteni.

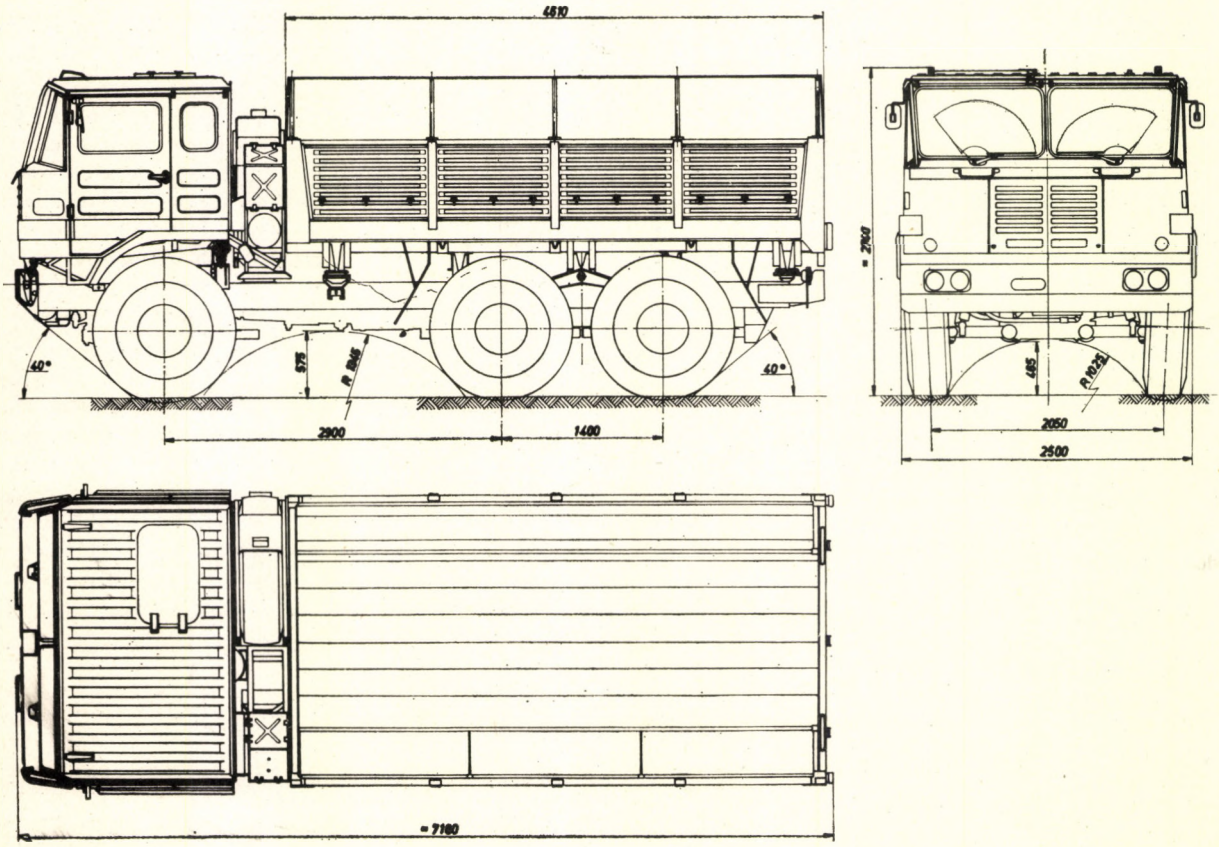
A *teherbíró képesség növelésé*nek követelménye is kézenfekvő. A jelenkori háborúban a harc megvívásához a csapatok igen nagy mennyiségű és súlyú anyagot (lőszert, üzemanyagot stb.) igényelnek. Ha ezt a feladatot az eddig általánosan használt 3–3,5 tonnás gépkocsikkal akarnák megoldani, akkor e kocsik számának jelentős növelésére volna szükség. A nagyobb gépkocsiszám viszont növeli az oszlop hosszúságát, csökkenti a csapatok manőverező képességét, ráadásul nagyobb gépkocsivezetői létszámot köt le. Ezért az utóbbi évtizedben csapatszinten is mindinkább tért hódítanak az 5–8 tonnás szállító tehergépkocsik.

A *sokoldalú felhasználhatóság* elsősorban azt jelenti, hogy egy adott teherszállító gépkocsi bázisán többféle különleges (üzemanyagtöltő, vontató, darus, zárt felépítményes, fúró, páncélozott) jármű alakítható ki. Ily módon lényegesen csökkenthetők az üzemeltetési és a fenntartási költségek és egyszerűbbé válik a technikai ellátás és a kiképzés megszervezése.

A *D–566* háromtengelyes, összkerékhajtású, nagy teljesítményű terepjáró tehergépkocsit az alábbi fontosabb adatokkal lehet jellemezni:

Motorteljesítmény	200 LE
Megengedett terhelhetőség	
terepen	5 t
országúton	8 t
Megengedett vontatmány	
terepen	5 t
országúton	10 t
Legnagyobb sebesség országúton	80 km/h
Lejtőmászóképesség	30°
Megengedett oldallejtő	25°
Kerékméret	14,00–20"
Üzemanyagfogyasztás	36 liter/100 km
Hatótávolság országúton	700 km
Leküzdhető gázlómélység	1,2 m
Menetkész össztömeg	9,5 t

A gépkocsi főbb méreteit ábránk szemlélteti.



A D–566 *gépkocsi főbb méretei*

A gépkocsinak hathengeres, álló, soros hengerelrendezésű vízhűtéses, közvetlen sugárbefecskendezésű Rába–MAN típusú *Diesel-motora* van. A motort a legnagyobb emelkedő és oldallejtő leküzdése végett kétfokozatú kenőolajszivattyúval, az alacsony hőmérsékleten való könnyű indíthatóság elérésére pedig előmelegítő berendezéssel látták el. Ez utóbbi kézzel is üzemeltethető.

Az *erőátviteli rendszert* mellső és hátsó differenciálzárral szerelték fel. A kerékagyban külső-belső fogazású lassító áttétel van. Ez az elrendezés két okból is előnyös, nevezetesen:

a) magasan elhelyezett kisméretű differenciálművet lehet beépíteni; ezáltal jelentékenyen növekszik a hasmagasság s így javul a terepjáró képesség;

b) a kerekekig a forgatónyomaték értéke alacsony szinten tartható, és ilyenformán az erőátviteli egységek (hajtóművek, kardánok) kis méretűek lehetnek; így például a kormányzott kerekekhez nagy biztonsági tényezővel lehet felhasználni egy kisebb kategóriájú jármű kettős kardáncsuklóját.

Mind a hat kereket *tárcsás fék*kel látták el. Ez a megoldás elsősorban nem is a nagy fékhatás miatt érdemel említést. A tárcsás fékek általában ugyanis szennyeződésre, vízre, sőt olajra is úgyszólván teljesen érzéketlenek, és így üzemeltetésük javítja a gépkocsi terephasználhatóságát.

A kerekek légnyomása szabályozható menetközben 0,8 és 3,5 at túlnyomás között. Az út- és talajviszonyoknak megfelelő légnyomást a vezetőfülkében állítják be.

A *független kerékfelfüggesztés* a jármű egyik lényeges jellemzője. Ezzel az elrendezéssel egyenlőtlen terepen mozogva is a a kerekek jól követik az utat, s nem emelkednek el a talajtól. A hátsó tengelypár kapcsolt rugózása ezt a jó tulajdonságot még azzal tetézi, hogy az egyik kerékre ható erők a másikra áttehetők. Ily módon a kerekek terhelése nagyjából ugyanakkora, s terepjáráskor azonos a fajlagos talajnyomás, végső soron ezáltal a jármű súlyából hasznosítható vonóerő értéke optimális lesz.

A billenthető *vezetőfülké*ben három fő részére van ülőhely, álló helyzetben pedig két fő részére fekhely alakítható ki.

A *D–566* gépkocsi érdekessége a teljesen alumíniumból készült *rakfelület*, mely ugyan drágább a hagyományos acél-fa szerkezetnél, de előnyös tulajdonságai a nagyobb költséget kiegyenlítik. Az alumínium rakfelület élettartama ugyanis a fa-acél szerkezetű rakfelületének a többszöröse, lényegesen olcsóbb a karbantartása, sugármentesítése pedig egyszerűbb.

Kovács László

A tudomány jövő problémái

Felkértek arra, hogy beszéljek a tudomány egyes jövő problémáiról és fejlődéséről. Ez nehéz, de érdekes és hasznos feladat, mert csak akkor tudjuk ma energiáinkat helyesen befektetni, szabályozni és irányítani, ha a jövő képe áll a szemünk előtt. Már eddigi munkám során is sok változást láthattam, mely a tudomány és a tudomány előtt álló feladatok fejlődésében bekövetkezett.

Ha a tudomány fejlődését áttekintem, legmeglepőbb a magatartás megváltozása a tudománnyal szemben. Fiatal koromban még beszéltek „tiszta tudományról", a tudományért való tudományról. Erről ma már szó sincs. A tudományt a társadalmi rend szükséges részének, nagyon hasznos és egyre lényegesebb összetevőjének tartják. Az állam egyre több figyelmet fordít a tudományra mint az államélet lényeges részére. Mintegy hat évtizeddel ezelőtt ez nem így volt; a tudományt a magánkezdeményezés uralta.

Tudományszervezés

Beszélünk arról, hogy a tudomány alaptudományokra és alkalmazott tudományokra oszlik; hangsúlyoznunk kell azonban, hogy ez a felosztás mesterkélt, s nehéz elhatárolni, hogy hol végződik az alaptudomány és hol kezdődik az alkalmazott. Ezt a megosztást inkább adminisztratív okok indokolják és nem mintha lényegében helyes volna. Például a nagy tudós, Langmuir ipari üzemekben dolgozott, de kétségtelenül alapvető fontosságú felfedezéseket tett különböző műszaki problémáknak a megoldása során az izzólámpagyártás fejlesztésével kapcsolatban. A tudományra való állami ráfordítások egyre növekednek, amint a tudományos kutatás volumene növekszik. Nagy horderejű, bonyolult feladatokra került sor, amilyen például egy részecskegyorsító vagy egy nagy reaktor építése, vagy az űrkutatás. Ilyen feladatok megoldása már nem egyének ügye, hanem csoportmunkát igényel. Mindinkább arra felé tartunk, hogy csak csoportok eredményes munkájáról beszélhetünk.

A tudománynak, a megoldandó problémáknak megfelelő szervezése egyre sürgetőbbé válik. A közelmúltban elhunyt J. D. Bernal professzor mondta, hogy a szervezők most már igen nagy szerephez jutnak a tudományban és jó szervezők kellenek a tudományos problémák megoldásához. Hozzátehetjük ehhez, hogy ezeknek nem egyszerűen szervezőknek, hanem tudósoknak is kell lenniök. Talán úgy tudjuk ezt a gondolatot a legjobban kifejezni, ha összehasonlítjuk a tudományt más alkotó tevékenységekkel, különösen a színjátszással és a filmművészettel.

Valamikor a színház csak színészekből állt, az igazgató jelentéktelen személy volt. Ma azonban, és különösen a filmek elterjedése óta, amióta színészek ezrei, sőt tízezrei szerepelnek, a főszerepet az igazgató veszi át. Ilyen igazgatókra, producerekre szükség van a tudományban is. Mit kívánunk egy igazgatótól? Az ő szerepe alkotó és nem szervező. Az igazgatónak meg kell értenie a játékot, tudatában kell lenni annak, hogy mit teremtenek, helyesen kell értékelni a színészeket, jó szerepeket kell adnia a jó színészeknek és az erőket megfelelően kell elosztania: egy nagy filmet kell alkotnia. Ugyanígy van a tudományban is: az igazgató egy nagy probléma nagy irányítója s nagy ember lehet, még ha maga nem is vesz részt alkotóan a szoros értelemben vett tudományos tevékenységben. Nem tudom, hogy az a szervező, aki a tudomány egy olyan nagyszerű eredményét hozta létre, mint a mesterséges hold, nem érdemelné-e meg a Nobel-díjat még akkor is, ha maga nem végzett tudományos munkát. Valójában nem ő szervezte azt meg?

Úgy vélem nekünk ilyen típusú embereket kell képeznünk és nem csak képeznünk, hanem nagyra becsülnünk, és nem nevezhetjük őket Bernal professzor meghatározásának értelme szerint kissé megvetően bürokratáknak. Nehéz az ilyen emberek típusát előre megrajzolni. Ritkán találkozunk velük, de éppen ritkaságuk miatt nagy figyelmet érdemelnek. Első prognózisom ennek megfelelően az, hogy egyre inkább előtérbe kerülnek és kifejlődnek az említett tudóstípusok, amelyek most alakulnak ki és a jövőben döntő szerepük lesz.

A tudományos munka terjedelme

A második kérdés, amellyel foglalkozni szeretnék, a tudományos munka terjedelme. Mit kell majd az államnak juttatni emberanyagban és anyagiakban, pénzben a tudománynak? Jelenleg ez sok helyütt a

teljes állami költségvetés töredék százaléka csupán.

A termelésben felhasznált fizikai munka szerepe állandóan csökken. Ma már általános vélemény, hogy az elektromos energiaforrások megsokasodásával és az automatizálás bevezetésével a termelés nem az ember dolga lesz, hanem a gépeké, s az emberek alkotókészsége, igyekezete a tudományra és a művészetre irányulhat. Vajon az emberiség hányadrésze fog tudománnyal foglalkozni? Itt is hivatkozhatunk analógiákra.

Ha összehasonlítjuk egy állat testének szellemi funkciót végző részét – vagyis fejét – fizikai munkát végző végtagjaival, érdekes eredményre jutunk. Az őskori óriásgyíkok hatalmas testükön apró fejet hordoztak. Nos, a jövő az emberé volt, mert feje az egész test súlyának már kb. 5–10 %-át tette. Ez a részarány sokkalta jobb, mint nem egy országban a szellemi munkával foglalkozók aránya az egész népességhez képest. A nem is olyan távoli jövőben az emberiség fele alkotó tudományos munkával foglalkozik majd. Ennek megfelelően a fél emberiség társadalmi kötelezettségeket fog ellátni, a másik fele pedig kutatóintézetekben, tervezőirodákban, kísérleti üzemekben lesz elfoglalva. Bernal szerint a jövő embere idejének egy részében alkotó munkát, más részében pedig gyakorlati munkát végez. Véleményem szerint azonban a jövőben is szakosodni kell az embereknek, és az alkotó munka valamennyire mindig elkülönül. Ez ma természetesen nyitott kérdés.

A tudomány jövő fejlődése

A harmadik kérdés a tudomány jövő fejlődésére vonatkozik. Mire is alapítsuk erre vonatkozó megfontolásainkat? Az ilyen extrapolációban egy kissé szokatlan mennyiséget szeretnék mérőszámul választani: a természetben egy év alatt felfedezett olyan új jelenségek számát, amelyeket nem lehet előre látni, sem pedig a meglevő elméleti alapelvek alapján megmagyarázni. Ennek jobb megvilágítására az utóbbi másfél évszázadban felfedezett néhány ilyen új jelenséget említhetünk.

Közülük az első fontos felfedezés Galvanié 1789-ben: az elektromos áram léte semmiképpen sem következett az akkori elméleti fogalmakból. Volta e felfedezésnek csak félig a részese. Egy másik jelentékeny felfedezés Oerstedé, 1820-ból: az elektromos áramnak a mágnestűre gyakorolt hatása. Az elektromágneses indukció felfedezését Faraday által nem tekintem újnak, mert ez csak Oersted felfedezésének a megfordítása volt; ezt előre lehetett látni. Oersted felfedezése vezetett a Maxwell-egyenletekhez, s minden egyéb csak annak részletes kidolgozása volt: Oersted felfedezését elméletileg szintén lehetetlen volt előre látni.

Az új jelenségek további példája a külső fényelektromos fotoemisszió (Hallwachs, Sztoletov, 1888.). Ennek felfedezése vezetett 1905-ben Einstein fényelektromos egyenletéhez, melyet elméletileg lehetetlen volt előre látni. A határozatlansági elv és a kvantumelmélet már benne volt a fotoeffektus felfedezésében, minden egyéb csak egy további részlet kidolgozása volt. Ide sorolható még a radioaktivitás felfedezése Becquerel által (1896); ezt hasonlóképpen nem lehetett előre megjósolni. Viszont az elektron felfedezése nem tekinthető független felfedezésnek. Meg kell még említeni a Michelson–Morley kísérletet (1881–1887), amelynek eredménye ugyancsak nem volt előre látható, és Hertau felfedezése (1912), a kozmikus sugarak, szintén váratlan volt. Végül jelentőségénél fogva az uránhasítás, Lise Meitner és Hahn felfedezése (1938) kívánkozik ide.

Mi jellemző ezekre a felfedezésekre? Mindenekelőtt az, hogy jelentőségüket csak két-három évtizeddel a felismerésük után állapítják meg, amikor elméletüket kidolgozzák, s a megszokott elvekkel való összeférhetetlenségük nyilvánvalóvá lesz. Feltehetjük ezek után a kérdést, kimerítettük-e vajon a természet minden lehetséges fizikai felfedezését?

Ha a felsorolt felfedezések egymásutánját az évek függvényében extrapoláljuk, látjuk, hogy a megfelelő trendgörbe semmilyen telítődési tendenciát nem mutat – sőt! – s ez annak a lehetőségét teszi valószínűvé, hogy fokozzuk a természet feletti uralmunkat és új erőket vegyünk a kezünkbe. Van ugyan olyan érzés, hogy már mindent tudunk, ami a természetről tudható. Ha azonban Newton kortársainak írásait olvassuk, látjuk, hogy ők is ugyanezt érezték. Nem fér hozzá kétség, hogy újabb felfedezésekre is sor kerül.

Kérdezhetjük természetesen, vajon milyen felfedezésekre számíthatunk? De ha ezt előre láthatnánk, azok már nem lennének váratlan felfedezések. Mégis elmondanék egy esetet, amikor nekem úgy tűnt, hogy egy felfedezésre fogunk jutni ami úgyszólván előttem állott, de mégsem kíséreltem meg. Amikor hozzájutottam egy minden eddiginél tízszerte intenzívebb mágneses erőteret előállító berendezéshez, számos kutató sürgetett, hogy kíséreljem meg megmérni a mágneses térnek a fénysebességre gyakorolt hatását. Einstein volt a legtürelmetlenebb. Azt mondta: „Nem hiszem, hogy Isten úgy teremtette volna a világmindenséget, hogy a fény sebessége semmitől se függjön." Ő ilyen esetekben általában szívesen hivatkozott Istenre. Ha ezt a kísérletet elvégezzük, egy másodrendű hatást kaphattunk volna, de az eredményt nem lehetett volna előre látni. Egy ilyen kísérlet nagyon körülményes is lett volna, mert a 30 000 gauss térerősségig elvégzett előző kísérletek azt mutatták, hogy a mágneses erőtér nem befolyásolja a fénysebességet, s különben is ez következett akkori ismereteinkből. Bár Born felállított olyan képleteket, melyek szerint ilyen hatás létezhet, levezetései nem voltak meggyőzőek és ma senki sem ismeri el őket érvényesnek. Oliver Lodge ezzel szemben nagyon biztatott a kísérlet elvégzésére, sőt igen nagy anyagi támogatást is felajánlott, de én mindezt elhárítottam magamtól. Miért? Azért mert az élet megtanított engem valami lényegesre.

Emlékeztetek arra, hogy a tömegmegmaradás törvényét Lomonoszov, majd tőle függetlenül Lavoisier is felállította, s végül Kohlrausch bizonyította be. Kohlrausch lejátszotta a reakciót, pontos méréseket végzett a reakció előtt és után, és a tizedesig terjedő pontossággal kimutatta, hogy a tömeg változatlan maradt. Ha kiszámítjuk a reakció során felszabaduló energiát és azt a tömegváltozásnak tulajdonítjuk, kiderül, hogy ha Kohlrausch két nagyságrenddel pontosabban végezte volna a kísérletet, akkor észlelt volna tömegváltozást. Nagyon közel volt hozzá. Tételezzük fel azonban, hogy Kohlrausch, aki igen sokat költött kísérletére, különbséget talált volna a tizenkettedik tizedesben. Senki sem hitt volna neki, mert egy ilyen pontosságú kísérlet közvetlen bizonyítéka, ami már a hibahatáron van, sohasem teljesen meggyőző erejű. Az ilyen problémák természetesen csak akkor oldódnak meg, ha a természet egy közvetlen módszert nyújt nekünk. Ez volt pl. Aston esete az izotópok meghatározásával. Ezért kell várnunk addig, míg a természet a változás közvetlen mérése helyett, más lehetőségeket nyújt nekünk a fénysebesség befolyásolására, s ezért nem voltam hajlandó a kísérletet elvégezni.

Empíria és elmélet

Mindenesetre úgy gondolom, hogy az új keresésében még sok minden áll előttünk és itt idézhetjük Hamlet szavait: „Több dolgok vannak földön és egen Horatio, mintsem bölcselmetek álmodni képes." Ma is ugyanaz a helyzet, mint Shakespeare idejében és valószínűleg mindig is ez lesz. Lényegében itt nem többről és nem kevesebbről, mint a természet dialektikus fejlődéstörvényének megnyilvánulásáról, vagyis a változás szükségszerűségéről van szó.

A jövőben várható új felfedezések mellett, ha még elvégezünk egy további extrapolációt, a problémák egész sora kerül előtérbe. Feltehetjük a következő kérdést: az általunk jelenleg ismert problémák közül melyek fognak a legsikeresebben kibontakozni, és életszükségleteink szempontjából melyek a legjelentősebbek, melyekre kell erőinket és figyelmünket koncentrálni. E kérdés megválaszolhatósága vitatható, de úgy látom, hogy valamiben egyet érthetünk. A nagyon lényeges mai problémák egyike a különböző szerkezeti anyagok, különösen a fémek szilárdsága és hőállósága. Egy olyan ötvözetnek az előállítása, amely 1000 C°-on és ennél magasabb hőmérsékleten is megfelelő szilárdságú, s ráadásul könnyebb is más fémeknél, igen nagy műszaki problémákat oldana meg. Kérdéses, vajon a mai szerkezeti anyagok szilárdságának 10–15%-kal való

megnövelése lehetséges-e. Sajnálatos módon a szilárdságtan eddig nagyon keveset fejlődött: itt még mindig az empíria uralkodik.

Tagadhatatlan ugyan, hogy az empíriának mint módszernek van szerepe a tudományos kutatásban, sőt a kutatásnak ez az egyik legfontosabb módszere: alkalmazása azonban rendkívül nehéz főleg azért, mert ahhoz igen nagy türelemre van szükség, sőt magam empírikusan még gondolkodni se tudnék, mert az is túl nagy erőfeszítést igényelne. De próbáljuk meg ezt számítani.

Tudjuk, hogy van mintegy száz fém, és korlátozzuk megfontolásainkat csak ezekre. Egy fém tulajdonságainak a leírására, (szilárdság, hőállóság, rugalmasság stb.) egy sereg paramétert kell tekintetbe venni. Tételezzük fel, hogy esetenként összesen száz paramétert vizsgálunk. Kétösszetevős ötvözetek esetén már 100^2, vagyis tízezer paraméter szerepel. A háromösszetevős ötvözeteknél már milliónyi lehetőségről van szó. Tehát már ilyen ötvözetek leírására, vizsgálatára is az empírizmus tehetetlen. Igaz, a gyakorlatban használunk négyalkotós ötvözeteket is, és ezekkel mégis sok problémát meg tudunk oldani. De ez csak csepp a tengerben. Lehet, hogy a problématömeg megoldható nem tudományos módszerrel, hanem számítógép használatával, de elméletileg nem tudunk megbirkózni velük: az elméleti kérdésekkel foglalkozó kutatók azt állítják, hogy a megoldás meghaladja az ő lehetőségeiket. Nem tudom. Vannak megoldandó feladatok, amelyek potenciálisan igen sok lehetőséget rejtenek magukban, de azokat ma csak a „konyhában" lehet dűlőre vinni. Igaz, a konyhát is automatizálhatjuk. De ennek a kérdésnek általában nagyon kevés figyelmet szentelnek, bár itt is van fejlődés. Ennek egyik példája a diszlokáció-elmélet, melynek segítségével megteremthetjük a szilárdságtan elméletét. Ámde ez az elmélet még nem oldja meg a fémötvözetek kérdéseit.

A műanyagok ma már a mindennapi élet alkotó részévé válnak és a gyakorlati alkalmazás szempontjából fontos mechanikai tulajdonságaiknak a vizsgálata, amelyre erőfeszítéseinket koncentrálnunk kell, és amelyre egész jól összefoghatunk nemzetközileg is. Valóban az orientált szerkezetek, polimerek tartósságának és szerkezeti anyagként való felhasználásának elméletét valószínűleg előbb oldják meg, mint a fémek szilárdságát, mert a polimerek szabályosabb szerkezetűek, és kémiai összetételük könnyebben vizsgálható.

Ami a fémeket illeti, elektromos és mágneses sajátságaik kikísérletezése és elmélete a szilárdságtani problematikával szemben jól fejlődik, úgy, hogy egyelőre ilyen vonatkozásban forradalmi fejleményeket nem várhatunk. E területre vonatkozó mai ismereteink kielégítik a jelenlegi gyakorlat igényeit. De ha felfedeznénk egy olyan anyagot, amely 20 C°-on, vagy ehhez közelálló hőmérsékleten szupravezető volna, ez forradalmat jelentene a technikában. Az elméleti megfontolások azonban egyre inkább azt mutatják, hogy szupravezetés nem létezhet a Debye-hőmérséklet felett és nem valószínű, hogy ilyen anyagot valaha is találunk.

Még van néhány kiemelkedő kutatási terület. Ilyen a termonukleáris energia nem robbanásszerű felszabadítása. Ez a probléma jólismert és sokat vitatott, a modern fizika első számú kérdése, és megoldása azon múlik, hogy tudunk-e elég magas hőmérsékletű plazmát előállítani. Nem kevésbé fontos tudományos terület az űrkutatás, amely másfél évtized alatt igen nagy eredményeket produkált.

Van egy olyan kutatási feladat is, amely úgy látszik, nem kelt elegendő figyelmet, bár meg kellene oldani világméretekben: ez a kémiai energia közvetlen átalakítása villamos energiává. Oxidációval a szén – százalékban kifejezve – mintegy 10,6% hatásfokkal alakítható át villamos energiává. Ezzel szemben már az Angliában szerkesztett gáz fűtőanyagcellákkal is lehetséges 20–30% hatásfok elérése a szénből való villamos energia termelésben; ez óriási megtakarítást és egyszerűsítést jelent. Érthetetlen, hogy a kutatás miért fordít oly kevés időt erre, hiszen a megoldás igéretesnek látszik. De itt van a kémiai energia közvetlen mechanikai energiává való átalakításának kérdése is. Ez az izmok problémája, amellyel sokat foglalkoznak, s a természet itt is megmutatja nekünk, hogy sokkal jobb hatásfokkal is át lehet alakítani a kémiai energiát mechanikai energiává, mint azt legtöbb gépünk teszi. Nyilván nagyszerű dolog volna, ha ezen az elven is tudnánk gépeket szerkeszteni. Ma azonban még nem látjuk világosan, mi az oka annak, hogy a szerves rostok környezetük megváltozásának hatására megrövidülnek, és mi e folyamat mechanizmusa. A probléma a kémiai energiának mechanikai energiává való átalakítása úgy, hogy a hőmérsékletet növeljük a termodinamikai körfolyamatban.

A biológiai tudományok

De most térjünk át a biológiai tudományok problémáira. Azt hiszem, nekünk fizikusoknak nem helyesek a biológiáról alkotott elképzeléseink. Mi abból indulunk ki, hogy tudjuk-e értelmezni a biológiai folyamatokat fizikai folyamatok alapján. Az az érzésem, hogy a valóságban éppenséggel ennek az ellenkezője volna helyes, vagyis hogy a biológia tanulmányozásával a fizika fog nyerni. A természet még ma is jobb mérnök és építész, mint az ember, és még mindig nem értünk meg mindent, amit a természet épített és létrehozott. A természet az embereknél jobban ismeri a természeti törvényeket, s ezért a fizikával és biológiával kapcsolatos felfogásunknak meg kell változnia: nekünk fizikusoknak jobban kell ismernünk az élő természet törvényeit. Igaz ugyan, hogy bizonyos vonatkozásban túltettünk a természeten. Példa erre az uránhasítás láncreakciója, amelyet nem a természet hozott létre, hanem az ember: tehát versenyezhetünk is a természettel. Az izomerőre vonatkozóan viszont, fordítva, tanulhatunk a természettől, amely a kémiai energiát izomenergiává alakítja át egy olyan folyamatban, amelyet még nem ismerünk elég alaposan: íme, egy nagy horderejű megoldásra váró feladat.

Van még egy terület, ahol a természet túltett rajtunk, s amelyre nem fordítunk elég figyelmet. Vessünk egy pillantást a laboratóriumokban használt fizikai mérőműszerekre, s mit látunk? Ezek érzékenyebbek, mint az ember érzékszervei. A mikrofon jobban hall, mint az emberi fül; a fotocellák jobban és a spektrum nagyobb területén látnak, mint az emberi szem. Egyetlen érzékelés van, a szaglás, azaz idegen anyag igen kis mennyiségének érzékelése, amely az élőlényeknél tökéletesebb; a laboratóriumokban nincs pl. olyan műszer, amely érzékenységében összehasonlítható volna a kutya orra szagérzékelésének érzékenységével. A kutya elhanyagolhatóan kevés atomot is megérez, és szaglószerve egyáltalán nem hasonlít az ember által létrehozott eszközök egyikére sem.

Másrészről az is igaz, hogy kis mennyiségű szervetlen komponensek vizsgálatára használjuk az aktivizációs elemzést, amelylyel 10^{-6}, 10^{-7} nagyságrendű elegyrészt ki lehet mutatni. Ez az elemzési eljárás azonban még fejlődésének kezdetén van, és már ez is nagy sikernek számít. De szerves anyagokat illetően, tehát szerves anyagok jelenlétének kimutatásában nem értjük, hogy a természet hogyan hozott létre egy olyan kitűnő műszert, mint a szaglás, és mi ennek a műszernek a működési elve. A fizikusoknak hozzá kellene fogni e problémák vizsgálatához. Nekik természetesen ez nem az élő természet, hanem a lejátszódó folyamatok vizsgálatát jelentené, mert kétségtelen, hogy ezek fizikai problémák is.

Feltehetjük a kérdést, hogyha valahol eddig még nem jutottunk alapvetően új felfedezésekre, de éppen azok előtt állunk, tudunk-e már eleget ahhoz, hogy a természetben lejátszódó efféle folyamatokat megmagyarázzuk. Úgy vélem, hogy a természetben megvalósulnak olyan folyamatok is, amelyek változtatásokat igényelnek fizikai törvényeinkben, mert jelenlegi ismereteink nem elegendőek ahhoz, hogy e természeti jelenségeket megmagyarázzuk.

A társadalomtudományok

Szeretnék még néhány szót mondani azokról a tudományokról, amelyek az ember magasabb rendű idegtevékenységével kapcsolatosak és amelyeket társadalomtudományoknak nevezünk.

Feltétlenül szükséges, hogy az ember magasabb rendű idegtevékenységét megértsük, nemcsak azért, hogy az embert neveljük, munkáját megszervezzük és vezessük, hanem azért is, hogy az állam helyes szervezését megértsük. Ez a két probléma jelentőségétől függetlenül még

hosszú ideig a természettudományok területén kívülre fog esni. De a társadalomtudománynak is meg kell hogy legyenek a saját törvényei és munkamódszerei, amelyeknek kvantitativaknak kell lenniök, és helyes paraméterek birtokában kell a jelenségeket leírnia.

Marx munkái meggyőzően bizonyítják, hogy a társadalomtudományokban is találhatók kvantitatív paraméterek s általános törvények. Ha ez így van, akkor viszont miért fejlődnek a társadalomtudományok olyan lassan? Eljött már annak az ideje, hogy ezt a kérdést részletesebben megvizsgáljuk. Az az érzésünk, hogyha a tudomány olyan lehetőségeket ad az állam kezébe, mint az atombomba, akkor szükséges, hogy a társadalmi rend felépítése is helyes legyen, mert különben katasztrófa következhet be.

Az államgépezetet épp olyan pontosan kell felépíteni, mint bármilyen villamos gépet: megfelelő hatásfokkal kell, hogy működjék az is, pontos törvényeknek megfelelően kell felépíteni és megtervezni. Minthogy ez sokhelyütt nincs így, a fejlődés igen lassú. Ebben a tekintetben az egyik legnagyobb akadály a társadalomtudományokhoz való objektív hozzáállás hiánya. Úgy látszik, hogy e téren még ma is igen sok előítéletet kell leküzdeni.

Vegyük például Marx műveit. Ezek a múlt században írt munkák ma is vitathatatlanul alapvetőek a szociológiában, hiszen Marx számos törvényt fedezett fel a társadalom szerkezetére vonatkozóan, s ki tudta mutatni a gazdasági tényezőknek a társadalom fejlődésére gyakorolt hatását. A középiskolában világszerte tanítják Newton törvényeit, de a tőkés országokban Marx szociológiai törvényeiről mélyen hallgatnak, holott ezek valójában olyan társadalmi törvények, amelyek mindenütt érvényesek, ahol társadalom létezik: ugyanúgy érvényesek minden emberi társadalomban, mint ahogy a Föld vonzásának törvénye, Newton törvénye minden testre érvényes. Miért nem veszik e törvényeket figyelembe egyes társadalmakban? Csak bizonyos előítéletek, főleg társadalmi előítéletek alapján. Ezek a társadalmi előítéletek, ha rajtuk nem lehet túlhaladni, a társadalomtudományok fejlődését aligha teszik gyorsabbá.

(Pjotr Leonyidovics Kapica akadémikus előadása alapján a The Science of Science c. tanulmánygyűjteményből)

könyvszemle

Surányi Endre:

Az AUTÓ... és én

(Zrínyi Katonai Kiadó, 1972. 292 old.)

Surányi Endrét, a szakírót, a veterán autó- és motorversenyzőt, a szakelőadót és szakértőt országszerte és az országhatárokon túl is, az autósok és motorosok széles tábora ismeri. Ebben a folyóiratban is jelentek már meg cikkei. A fél évszázados motoros múltra visszatekintő szerző ezúttal nem szakkönyvet, nem is népszerű hibaelhárítási tanácsadó füzetet, hanem autós életének visszaemlékezéseit nyújtja át az olvasónak.

Érdekes módon született meg a könyv megírásának gondolata. Amikor Surányi Endre szakmai előadásait egy-egy ténylegesen megtörtént autós-motoros történettel fűszerezte, a hallgatókat ezek szinte jobban érdekelték, mint a szigorú értelemben vett műszaki tudnivalók. Nem volt ritka eset, hogy az ilyen előadásokon a szakmai ismeretekből a szerző és hallgatói „átautóztak" az élet más területeire. Az előadások tapasztalatai adták a könyv gondolatát.

Nem autó-fejlődéstörténeti könyvet tartunk a kezünkben, nem is Surányi Endre élettörténetét. Egy napfényes vasárnapi reggelen a szerző szülőfalujának fő utcáján géppuskaszerű ropogással megjelent egy motorbicikli és az alig tíz éves kisfiút „megcsapta a benzinillat". És ettől kezdve a motor, az autó egész életét formáló tényezővé vált.

Megélhetési gondok, társadalmi vívódások, háborús megpróbáltatások, szakmai bonyodalmak, izgalmas versenyek fél évszázadra visszanyúló korrajza ez a különös vállalkozás. Surányi Endre mindezt olyan érdekesen, valósághíven – és közben szakírói mivoltát sem megtagadva, tanítvatárja az olvasó elé, hogy a mesélő, anekdotázó szerzővel együtt turkálunk a motorban, együtt leszünk könyékig olajosak, és vele együtt derülünk a „mazsola" balgaságán, vagy a „rutinos" gépkocsivezető talpraesettségén.

Mészáros András rajzai – karikatúrái – az érdekes, mulatságos történetek eseményeit, szereplőit a könyv egész mondanivalóját átfogó képsorban villantják fel az olvasó előtt.

Sz. S.

Öveges József:

A fegyverek fizikája

(Zrínyi Katonai Kiadó, 1972. 330 old. 214 ábra)

A fegyvereknek, a haditechnikai eszközöknek a tudományos-technikai forradalom nyomán bekövetkezett fejlődése szinte minden nap új eredményeket produkál. Így az újságolvasó, a rádióhallgató vagy a televíziónéző az új eredményeket létrehozó jelenségek, energiaforrások tekintetében olykor értetlenül áll. Pedig a legtöbb esetben valamilyen ismert fizikai jelenségnek, törvényszerűségnek az eddigieknél eredményesebb kihasználásáról, „hasznosításáról" van szó.

A Kossuth-díjas szerző könyvében végigvezeti az olvasót a fizikának azon a területein, amelyek a legújabb fegyverek, a legkorszerűbb haditechnikai eszközök működésének, hatásának megértéséhez szükségesek. S eközben mindig valamilyen általánosan ismert tapasztalati tényből kiindulva, a gondolatkifejtés fonalát mindenki számára érthető kísérletekhez kapcsolva, halad az egyszerűtől a bonyolultnak tűnő tétel felé.

Atomfegyverek és rakéták, motorok és sugárhajtóművek, terepjárók és páncélozott szállítóeszközök, légpárnás járművek, repülőgépek, helikopterek, rádiólokátorok és éjjellátó eszközök... még sokáig lehetne sorolni a fegyverek és haditechnikai eszközök sorát, amelyek mindegyikének működése, célbavezetése, hatása vagy éppen az ellene való védekezés eszköze, módja valamilyen fizikai jelenségen alapszik.

Ezt a hatalmas ismeretanyagot a szerző egyetlen könyvben nyújtja át az olvasónak úgy, hogy számára minden érthetővé válik. De a megértésen túl gondolkodásra is késztet és az olvasó örömét leli abban, hogy a valóban élvezetes úton szerzett tudását azoknak a kérdéseknek a megértésében és megoldásában hasznosíthatja, amelyekkel napról napra találkozik.

A könyv utószavában a szerző hangsúlyozza, hogy földünkön van elegendő nyersanyag és energia és a tudományos-technikai forradalom vívmányai lehetővé is teszik, hogy minden lakója számára a javaknak szinte elképzelhetetlen bőségét biztosítsuk. De napjainkban – a világ megosztottsága miatt – ezeknek a lehetőségeknek a nagyobb részét nem az emberiség javára, hanem – közvetlenül vagy közvetve – a kárára fordítják. Végül ezekkel a szavakkal zárja Öveges József új munkáját: „Ha könyvünk közelebb vitte az olvasót ezeknek a problémáknak a megismeréséhez és megértéséhez, akkor a szerző munkája nem volt hiábavaló".

Sz. S.

Mérgező harcanyagok

Mérgező harcanyagoknak olyan mérgező hatású vegyületeket nevezünk, amelyek harctéri körülmények között az élő szervezetbe hatolva káros elváltozásokat, harcképtelenséget okoznak.

Fizikai tulajdonságaik alapján egyrészt halmazállapotuknak megfelelően, másrészt aszerint osztályozzák a mérgező harcanyagokat, hogy a terepen mennyi ideig képesek hatásos alakban megmaradni. Így beszélnek illanó és maradó mérgező harcanyagokról. Az előbbiek legfeljebb fél óráig, az utóbbiak akár hónapokig is szennyezik a terepet.

A kifejtett *mérgező hatás* alapján ingerlő, fojtó, hólyaghúzó, általános hatású mérgező harcanyagokat, továbbá pszichotoxikus anyagokat és herbicideket különböztetnek meg.

Az *ingerlő hatású* mérgező harcanyagok csoportjába sorolják azokat a vegyületeket, melyek a szem-, orr-, és légutak nyálkahártyáira, valamint a bőrre fejtenek ki izgató hatást. Ez általában könnyezés, tüsszentés, köhögés, nyáladzás, viszketés formájában jelentkezik. Súlyosabb mérgezési tüneteket csak olyan nagy töménységben okoznak, amely terepen nem állhat elő. Harci alkalmazásuk ma már nem valószínű, egyes országokban rendőri tevékenységben, tüntető tömegek szétoszlatására használják őket. (Haditechn. Szle. 1970. 34–35. old.) Ebbe a csoportba a következő vegyületeket sorolják: *bróm-aceton, klór-acetofenon, klark I, klark II* és a nyugati országokban újabban használatos *klórbenzál-malono-nitril (CS-anyag).*

Az ilyen típusú mérgező harcanyagokat az alábbi fogalmakkal jellemzik:

a) alsó ingerküszöb, az a legkisebb koncentráció a levegőben (mg/m³), amely már éppen kiváltja a jellemző ingerhatást;

b) elviselhetőség határa az a koncentráció, amelyet egészséges ember egy percen át károsodás nélkül képes elviselni.

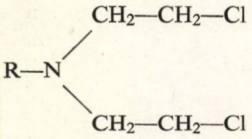
A *fojtó hatású* mérgező harcanyagok közé azokat a mérgeket sorolják, amelyek elsősorban a légzőszerveket károsítják és fulladásos tüneteket okoznak, súlyosabb esetekben a mérgezés halállal végződik. Ezek a harcanyagok a vegyi hadviselés klasszikus fegyverei, ide tartozik többek között a *klór, foszgén* és a *klórpikrin.* Erős ingerhatások, jellemző szagok és a többi mérgező harcanyaghoz képest csekély toxicitásuk miatt alkalmazásuk ma már nem valószínű.

A *hólyaghúzó hatású* mérgező harcanyagok a test egész felületét támadó és az egész szervezetet károsító vegyületek. A bőrön az égési sérülésekhez hasonló hólyagokat okoznak, gőzeik belégzése a fojtó hatású harcanyagokhoz hasonlóan a légzőszervek megbetegedését, tüdővizenyőt idézi elő. Ebbe a csoportba a kénmustár, a nitrogénmustárok és a lewisit (lujzit) tartoznak.

A *kénmustár* (*β,β*–diklór-dietilszulfid) az első világháború idején az yperni csatában vetették be először, ezért egyes országokban *yperit*nek nevezik. Vegyifegyverként ma is számításba kell venni.

A *lewisit*ot (2-klór-vinil-arzinklorid) 1917-ben állították először elő, és az Egyesült Államokban a gyártására is berendezkedtek, de bevetésére nem került sor.

A *nitrogén-mustárok* közé az



általános képlettel jellemezhető vegyületek tartoznak, ahol az R-gyök aril-, alkil- vagy halogén-alkil csoport lehet. Katonai szempontból közülük a 2,2', 2'' triklór-trietilamin a legfontosabb.

A maradó károsodást vagy halált okozó mérgező harcanyagokat a leggyorsabban a Haber-féle halálozási értékszámmal és a félhalálos adaggal jellemzik. A *halálozási értékszám* egy szorzat, mely figyelembe veszi a szervezetbe kerülő mérgező anyag mennyiségét, a környező légtér koncentrációját és a behatás idejét. Kifejezése

$$W = Ct$$

ahol C a környező légtér koncentrációja [mg/m³], t a behatás ideje [min]. Minél kisebb a W értéke, annál mérgezőbb a vegyület.

A *félhalálos adag* (LD_{50}) a mérgező harcanyagnak azt a mennyiségét (dózisát) jelenti, amely a mérgezettek 50%-ának halálát okozza.

Az *általános hatású* mérgező harcanyagok csoportjába vérmérgeket és idegmérgeket szokás megkülönböztetni (egyes szerzők az idegmérgeket külön csoportban tárgyalják). A *vérmérgek* közé sorolják a cianvegyületeket, a szénmonoxidot és arzén-hidrogént. Bár ezek erősen mérgező hatású vegyületek, harcászati jelentőségük egyre csökken.

Az *idegmérgek*hez sorolható első vegyületeket közvetlenül a második világháború előtt fedezték fel, azóta egyre újabb és mérgezőbb vegyületekkel bővül ez a csoport. A jelenleg ismert legtoxikusabb vegyületekhez tartoznak, egy esetleges vegyiháborúban feltétlenül számolni lehet alkalmazásukkal. Kémiai szerkezetük alapján három csoportba sorolják őket.

Az első csoportba a *fluor-acetátok* tartoznak. Jelentőségük nem nagy, legismertebb közülük a metil-fluoracetát.

A második csoportba sorolt *fluorfoszfát*ok között különféle fedőnévvel megjelölt, rendkívül erős mérgek vannak, pl. a *tabun* (etil-dimetilamido-ciánfoszfát), a *szarin* (metán-izopropil-fluorfoszfonát), és a *szomán* (metán-pinakolil-fluor-foszfonát). A tabun kivételével illékony mérgezőanyagok, szobahőmérsékleten kivétel nélkül folyadékok. Gőzeik a levegőnél ötszörte-hatszorta nehezebbek ezért szélcsendes időben tartosan megmaradnak a terepen. Félhalálos adagjaik igen csekélyek, így pl. szománból egy 70 kg átlagos testtömegű emberre a halálos adag 7 mg.

Az idegmérgek harmadik csoportjába tartozó *V-anyagok* a szarinhoz képest is tízszerte, esetleg százszorta is mérgezőbbek Illékonyságuk kicsi, a terepen hosszú ideig megmaradnak, kémiai ellenállóképességük is nagy, nehezen hatástalaníthatók. A legmérgezőbb tagjaik néhány tized mg/m³ koncentrációban már halált okoznak.

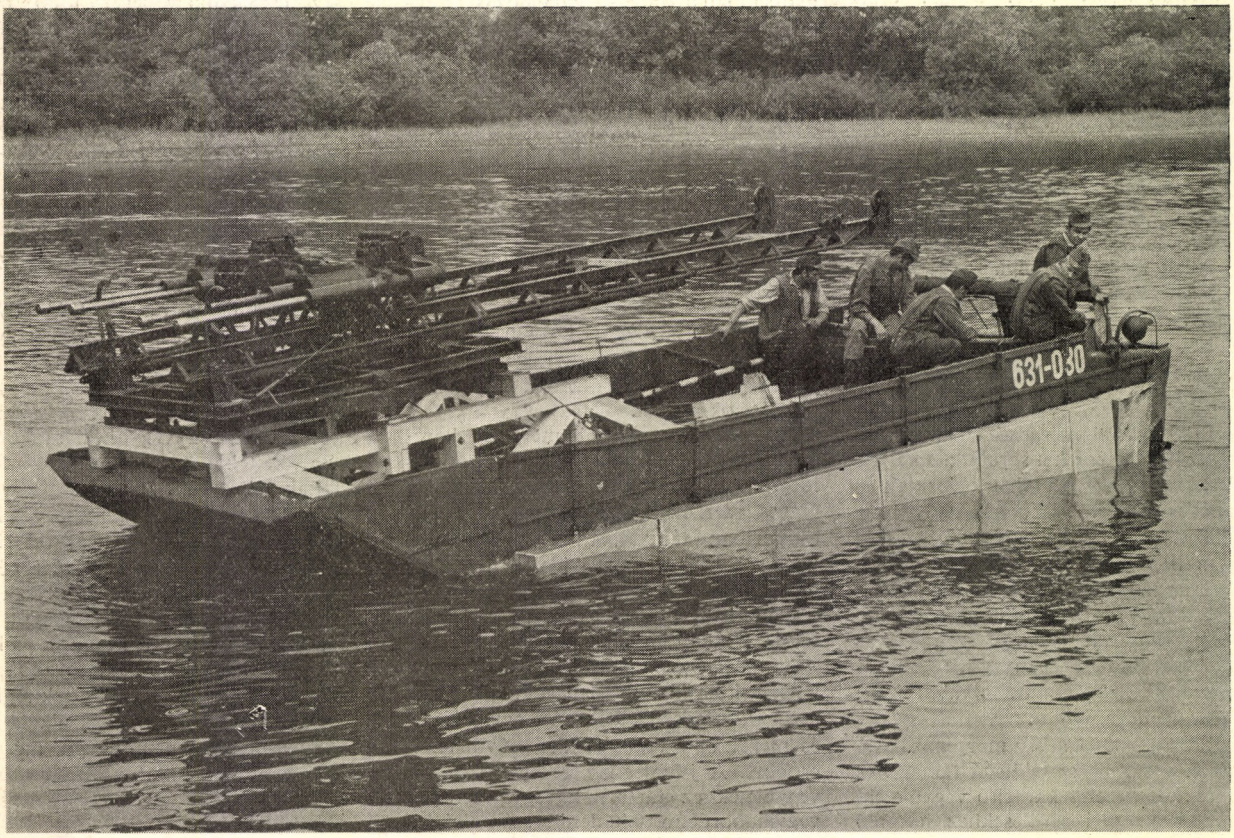
A *pszichotoxikus mérgező harcanyagok* harci alkalmazását olyan elgondolással indokolják, hogy ezek az anyagok az ellenség cselekvőképességét több órára megszüntethetik anélkül, hogy maradó károsodást idéznének elő. Hatásmechanizmusuk ma még nem teljesen tisztázott. Néhány ismertebb ilyen anyagként alkalmazható vegyület, pl. a *lizergsavdietilamid* (LSD), a *pszilocibin,* az *adrenokrom* és a *pervitin.*

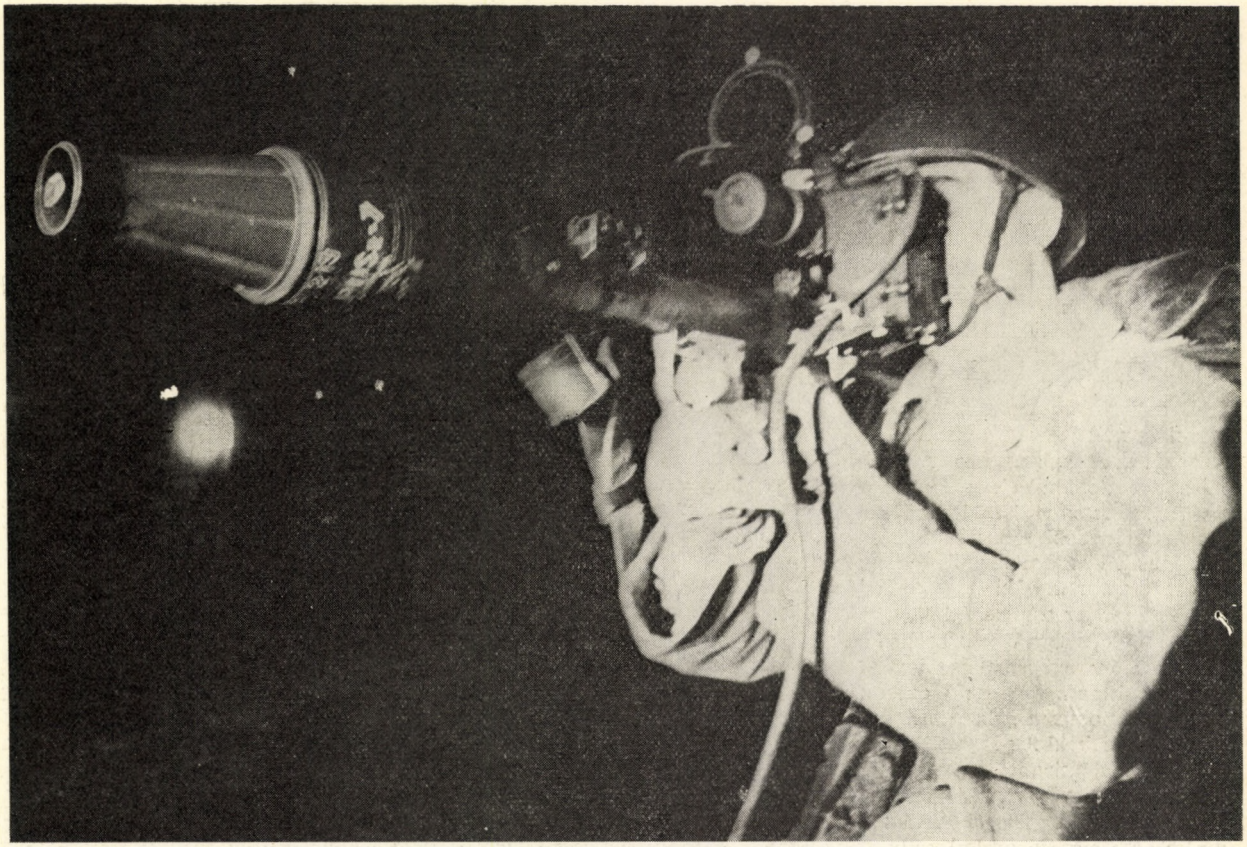
A *herbicidek* a növények pusztítására alkalmas mérgező harcanyagok. Ide sorolhatók különféle szelektív vagy általános hatású gyomirtószerek, melyek részint a kultúrnövények (termények), részint az álcázást lehetővé tevő nagy kiterjedésű erdőségek pusztítása céljából vetnek be.

A mérgező harcanyagok *alkalmazási eszközei* között a vegyi-kézigránáttól a rakéta töltetekig a legkülönbözőbb fegyverfajták találhatók. A tüzérségi lövedékek 1–10 kg mérgező harcanyagot szállíthatnak, sorozatvetők segítségével rövid idő alatt 20–40 lövedéket lehet célbajuttatni. A különféle harcászati rakéták 100 kg nagyságrendű harcanyagot juttathatnak célba. Repülőgépekről és helikopterekről vegyi-bombák, továbbá légi kiöntő és permetező készülékek segítségével lehet egy-egy támadás alkalmával néhány tonnányi mennyiségű mérgező harcanyagot célbajuttatni.

E. J.

Bemutatókon, gyakorlatokon...





30°

80-57

A mozgékonyság és a műszaki csapatok technikai eszközei

A sikeres harctevékenység egyik legfontosabb tényezője az erőkkel és eszközökkel végrehajtott széleskörű manőverezés. Ezzel magyarázható, hogy világszerte nagy figyelmet fordítanak a csapatok mozgékonyságát növelő lehetőségek kutatására. E feladat megoldása szempontjából döntő fontosságú mindenekelőtt a harctevékenységek körzetébe eső utak műszaki előkészítése, beleértve természetesen az átjárók nyitását is a különféle műszaki zárakon.

Nyugati szakértők véleménye szerint az útvonalakat csakis komplex gépesítéssel, különleges gépekkel lehet gyorsan előkészíteni. Emellett az is szükséges, hogy a gépek kellő időben érkezzenek a munka körzetébe, különben a műszaki gép technikai lehetőségeinek kiaknázására fordított minden törekvés meddő marad. Következésképpen ezeknek a gépeknek is igen mozgékonyaknak kell lenniük.

Azonban a műszaki gépek főbb mutatói: a kis súly, a kis méretek, a nagy mozgási sebesség és nagy teljesítmény, gyakran ellentmondóak. Számos útépítő- és földmunkagép súlya például szükségszerűen nagy; működési sebességük viszont óránként legfeljebb néhány kilométer, de az sem ritka, hogy mindössze néhány száz, sőt csupán húsz-harminc méter. A nehézségeket még az is fokozza, hogy egy sereg műszaki munka, így különösen az építő- és útépítő munka elvégzéséhez különféle gépcsoportokat kell együttesen használni. Ráadásul meg kell védeni a kezelőszemélyzetet és a gépet az ellenség romboló eszközeinek hatásától. Ezeket az ellentmondó feltételeket feltétlenül figyelembe kell venni az új műszaki technika kifejlesztésekor.

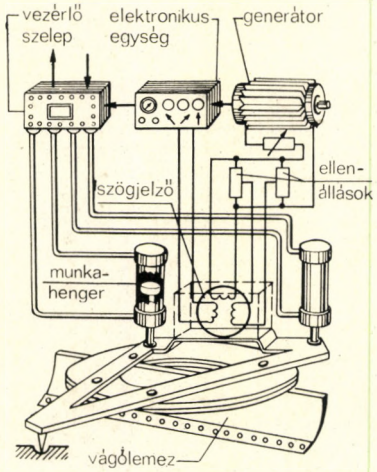
Az utóbbiakban a tőkés országok hadseregeinek technikájára jellemző olyan fejlesztési irányzatokat ismertetünk, amelyek a csapatok mozgékonyságának növelését célozzák.

Az önjáró műszaki gépek bázisa általában a gépkocsi, a vontató és a harckocsi. A nyugati szakértők időszerűnek tartanák e gépek speciális bázisra való építését. A műszaki berendezések elhelyezése a szállító járműveken általában ugyanis csökkenti a jármű mozgékonyságát és rontja terepjáró képességét, megbontja számos szerkezeti egysége működését. Így például, ha a tolólapátot közönséges lánctalpas vontatóra függesztik fel, akkor a vontató súlypontja előre helyeződik át és a mellső futógörgőkre eső igénybevétel erősen megnövekszik, így végeredményben megrövidül a jármű élettartama.

Új alapjárművek

A számos nem kellően kialakított gép arra késztette a szerkesztőket, hogy különleges alapjárműveket hozzanak létre. Ezek az úgynevezett műszaki vontatók és szállító járművek. A szakértők szerint éppen ezekkel a gépekkel kell felváltani számos, manapság a műszaki munkák gépesítési eszközeként használatos berendezést. Ezek közül néhányat önrakodásra alkalmas szerkezettel látnak el. Az ilyen elvek alapján kialakított amerikai univerzális műszaki vontató sebessége 48 km/h, úszva képes leküzdeni a vízi akadályokat, ejtőernyővel deszantként ledobható. A felszereléstől függően ez a gép dolgozhat akár földmaróként, akár földgyalukként, felhasználható vontatásra és szállításra egyaránt. Megjelentek a hasonló sokcélú kerekes járműre épített gépek is. A különleges járművek legfőbb hátránya, hogy drágán állíthatók elő, s emellett kevés olyan alkatrészük van, amely az egyéb haditechnikai eszközök alkatrészeivel csereszabatos. Ez az utóbb említett körülmény megnehezíti az ilyen műszaki gépek üzemeltetését és javítását.

A műszaki gépek teljesítményét a berendezés vezérlésének automatizálásával kívánják növelni. Példaképpen az 1. ábrán bemutatjuk az egyik fontos útépítő gép: az autogréder vágó lapjának szabályozó rendszerét. A gép vágólemeze a forgó berendezéssel együtt háromszögű tartóra van felszerelve, mely az egyik csúcsán csuklósan rögzített, a másik két csúcsán pedig hidraulikus munkahengerek dugattyúrúdjaihoz csatlakozik. A dugattyúrudak mozgását az elosztó szelepeivel szabályozzák.



1. ábra: Műszaki gép automatizált szabályozó berendezése

A szabályozórendszer fő eleme a tartókeretre erősített felfüggesztett szögjelző. Ennek két forgórész-tekercse derékszöget zár be egymással; ezekre a tekercsekre a generátorról 400 Hz frekvenciájú váltakozó áramot vezetnek. Az áram az egyik tekercsre állandó amplitúdójú feszültséggel kerül, a másik tekercsben a feszültség egy szabályozható ellenállással változtatható. Ezzel a vágólap kezdeti helyzete, egy további, ugyancsak szabályozható ellenállással pedig a kívánt dőlési szög állítható be.

Az állórész tekercse a forgórész-tekercsekhez viszonyítva 45 fokos szöget zár be. Ilyenformán az állórész tekercsében mindaddig nem indukálódik áram, amíg az állórész a forgórészhez viszonyított helyzetét meg nem változtatja. Az áram átalakítása és elektronikus felerősítése után a jel az elosztó elektromágneses szabályozószelepének a tekercsére kerül. Ekkor bekapcsol az egyik hidraulikus munkahenger, melynek dugattyúja addig mozog, amíg az aláállítódás ki nem küszöbölődik, vagyis a szabályozószerv helyzete vissza nem áll a megadott helyre.

A rendszert a munkaszerv kis mértékű dőlésekor a szelepek szakaszos szabályozásával stabilizálják. A dőlésszög növekedtével ez a folyamat leáll, a szelep pedig a hidraulikus rendszerben üzemelni kezd.

Az automatikus szabályozórendszer ± 6 fokos elállítódási szögig működik. Ha az akadállyal találkozó gép munkaszerve jelentősen megdől, akkor a kezelő kézi szabályozásra kapcsol át.

A műszaki gépeket feltétlenül el kell látni páncélvédelemmel, különös tekintettel a támadó csapatok előretolt lépcsőiben tevékenykedő, a gyors előremozgást biztosító eszközökre. Számos olyan műszaki gép van, amely feladatát közvetlenül az ellenség tűzhatásának kitéve is végre tudja hajtani. Ezek közé tartoznak többek között a hídvető harckocsik és a páncélozott műszaki harcjárművek.

A hídvetőket általában torony nélküli harckocsira szerelik fel olyan berendezésekkel ellátva, amelyek fokozzák a jármű stabilitását munka közben, menethelyzetben megfelelően rögzítik a szállított hídtagot, lerakják a hídtagot az akadályra, és felszedik az akadályról. Ez a műszaki gép néhány perc alatt hidat tud létesíteni mintegy 20 m széles szakadékon vagy csatornán keresztül. Valamennyi műveletet a kezelők a járműből való kiszállás nélkül végzik.

Műszaki harckocsik

A műszaki harckocsik, más néven páncélozott műszaki harcjárművek rendeltetése: átjárónyitás a fel nem robbant műszaki zárakon, földmunkák és teheremelő munkák végzése, a tábori erődítési létesítmények építése, rombolása, szükség esetén a megrongálódott harceszközök mentése is. Az elvégezhető munkák fajtáit e járművek felszereltsége határozza meg. Általában tolólappal, emelődaruval és nagy teljesítményű mentőcsörlővel szerelik fel őket. A műszaki harckocsikat géppuskával, rövidcsövű nagy űrméretű löveggel, esetleg más fegyverzettel is ellátják, s néha a robbanóanyagok, aknák és egyéb műszaki anyagok szállítása céljából utánfutókkal készletezik.

A 2. ábrán (*a*) a műszaki harckocsi egyik típusa látható. E berendezést hidraulikus hajtású tolólappal, továbbá egy részlegesen elfordítható hidraulikus daruval, fúróberendezéssel, mentőcsörlővel, végül a földi és légi célok ellen egy-egy géppuskával látták el.

A bulldózer berendezéshez cserélhető markoló fogak is tartoznak, ezeket olyankor szerelik rá, amikor fagyos vagy erősen kötött talajon kell a munkát végezni. Hátramenet közben (2. ábra *b*) lazítja fel a gép a talajt, előrehaladva pedig (2. ábra *c*) végzi a talaj mozgatását. A tolólap elmozdítható, a gépet daruként használva támasztólapként szolgál (2. ábra *d*), harckocsi csörlővel való mentésekor pedig horgonyként. A darugémre felfüggesztett fúróberendezéssel aknalyukakat, továbbá cölöp- és horgonylyukakat alakítanak ki.

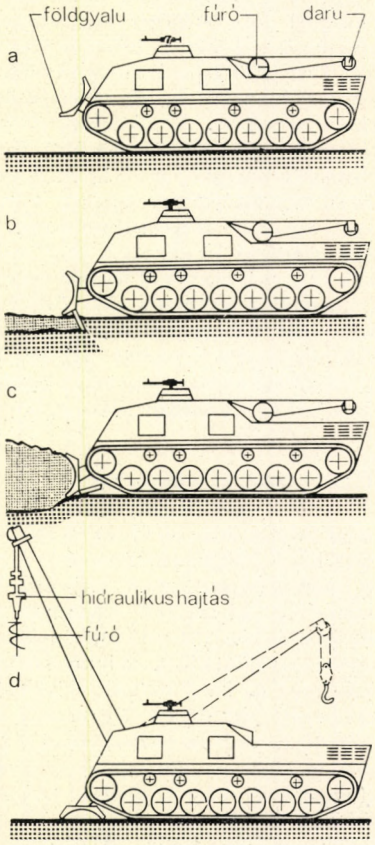
Menethelyzetben a darugémet a jármű fedelére süllyesztik, a tolólapot felemelve a homlokpáncélhoz erősítik, a fúróberendezés rögzítése pedig olyan, hogy nem gátolja a kilátást. A jármű mozgékonysága nyugati értékelések szerint megközelíti a harckocsikét. A műszaki harckocsi fogyatékossága, hogy olyankor, amikor a munka hosszantartó, a bulldózer-üzem túlterheli és gyorsan tönkreteszi a nagy sebességre méretezett futóművet. Ezért a jármű tartalékalkatrészei között a leggyorsabban elhasználódó alkatrészekből több készletet is tárolnak.

Különleges katonai útépítő gépek

A csapatok előretolt lépcsőinek mozgását biztosító műszaki gépek fejlesztése és rendszeresítése is folyamatban van. Ezeket is páncélvédelemmel látják el, különös tekintettel a kezelőszemélyzetre és a fontosabb szerkezetekre. Kialakításuk olyan, hogy a kezelőszemélyzetnek a munka elvégzéséhez nem kell elhagynia a gépet. Nagy mozgékonyságuk és terepjáró képességük folytán ezek a gépek képesek arra, hogy harckocsi oszlopban kötelékben hajtsanak menetet végre.

Sokáig uralkodott az a vélemény, hogy a harcoló csapatok előrevonási útvonalainak előkészítéséhez az iparban használt útépítő munkagépek megfelenek. Mivel az építőipar igényei sok tekintetben eltérnek a katonaiaktól, s ezek a gépek nem eléggé mozgékonyak, ezért a tervezők különleges katonai műszaki gépek, főképpen nagy teljesítményű, gyorsjáratú lánctalpas és kerekes útépítő gépek kialakítására kényszerültek. Ezeket a gépeket tolólappal szerelik fel, és gyakran páncélvédelemmel is ellátják őket. Rendeltetésük a terep megtisztítása, a gránátvágta tölcsérek betemetése és az oszlopút szelvényezése.

Sűrűn fordul elő, hogy a talaj teherbíró képességét meg kell növelni, ideiglenes utat kell építeni. Erre szolgáló újabb gépek az útrakók, amelyek bázisa többnyire szállítójármű vagy fokozott terepjáró képességű gépkocsi, amelyre szerelt berendezéssel hajlékony, nyompályás tagokat lehet szalagszerűen lerakni. Ez utóbbiakat csuklósan illeszkedő fémlemezekből és dróthálókból, műanyagból vagy más anyagokból készítik. A tagok meglehetősen rövidek, hosszuk mindössze 30–45 m. Kísérleteznek olyan géppel is, amely hosszabb, de egyszersmind vékonyabb, üvegszálas műanyagból készített nyompálya szalagtagot rak le. Ezt bulldózerrel egyengetett talajra fektetik és gyorsan keményedő poliészter gyantával impregnálják. A közlések arról számolnak be, hogy még olyankor is, amikor a burkolatot homokos vagy laza talajra helyezik, a lerakás után egy órával a burkolat elbírja a nehéz gépkocsikat.



2. ábra: Műszaki harckocsi

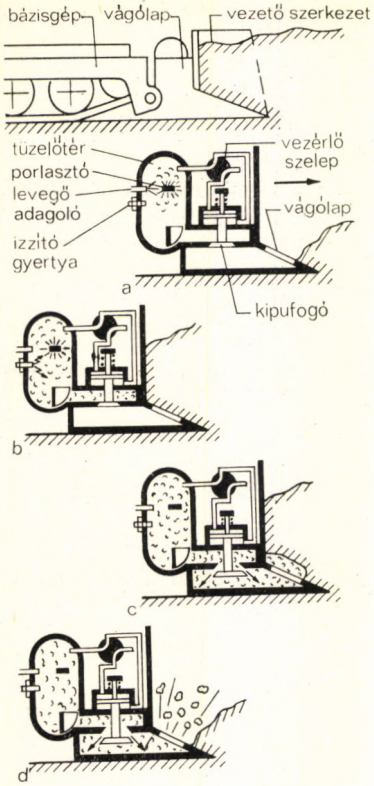
Az új, szintetikus ragasztóanyagokban rejlő lehetőségek vetették fel az útburkolatot közvetlenül a talajból formázó gépek létrehozásának gondolatát. Ilyen gép az önjáró páncélozott lánctalpas útépítő kombájn, amely vízen való mozgásra is alkalmas. A gép elején van a bulldózeres tolólap a beömlő nyílásokkal, amelyeken a nagy teljesítményű szivattyúk a kásás talajt a szeparáló tartályba szívják. A beszívott talajmasszát a berendezés osztályozza, emellett a nagyobb rögöket és köveket az úttest két oldalára rakja, ily módon útszegélyt alakítva ki. Az apró talajrészecskéket ugyanez a berendezés keveri a kémiai kötőadalékokkal össze, és csővezetéken a gép hátsó részére szerelt terítőkészülékbe továbbítja. Egy másik berendezés rakja a keveréket egyenletes rétegben a két útszegély közé. A terítőkészülék mögé felszerelt nehéz henger tömöríti a keveréket. Különleges felszerelés végzi a talaj vákuumkezelését, majd gyorsan keményedő vegyi anyaggal való átitatását.

Amikor homokos terepet kell megtisztítani, olyankor nemcsak az oszlopút előkészítése bonyolult, hanem sok nehézséget okoz a fák és a fatönkök eltávolítása is. Ezért olyan különleges rendeltetésű gépeket kellett kialakítani, amelyek alkalmasak arra, hogy erdős terepen vagy homoktorlaszokon át készítsenek utat. Az efféle gépek munkaszervei vagy erős bordázatú, nagy átmérőjű görgők, vagy pedig nagy szilárdságú kopásálló acélból készült vágóélű marók. Az ilyen gépek erdőben mintegy 5 km/h sebességgel mozogva előre, kidöntik és darabolják a fákat.

A különféle rendszerű földmunka- és útépítőgépek munkaszervei: a tolólapátok, a kések, a markolók és a kanalak lényegében specializált lapátok, esetleg több lapát egyesítésével kialakított szerkezetek. Vágóéleik gyorsan elkopnak, és ez csökkenti a gépek teljesítményét, továbbá a köves zárványok gyakran okoznak rongálódást. Éppen ezért e gépeket gyorsan cserélhető, kopásálló anyagokból készített munkaszervekkel látják el, és eljárásokat dolgoznak ki az erőátviteli rendszernek a dinamikus terhelésektől való megóvására.

Kombinált módszerek – összetett szerkezetek

Kísérleteznek olyan szerkezeti megoldásokkal is, amelyek a munkaszerv és a koptató közeg érintkezésének idejét a minimálisra csökkentik. Egyes berendezések alkalmasak arra, hogy kombinált eljárással. robbantási energia rovására vagy hidraulikus folyamat alkalmazásával bontsák meg és szórják ki a talajt. A 3. ábrán felvázolt berendezés a talajt robbantásos és mechanikai módszerrel munkálja meg. A gép tolóerejét használják fel a munkaszervnek a talajba való beeresztésére is. A talajt 4 MPa-nál (40 at-nál) nagyobb nyomású gáz darabolja és löki ki. Azonos súllyal és felvett teljesítménnyel számolva ez a be-



3. ábra: Új talajkitermelő gép

rendezés a hagyományos típusú földmunkagépekhez képest harmincszor annyit termel. Mindenképpen azonban a nehéz kötött, úgyszintén a szilárd talajok megművelési lehetőségei korlátozottak.

Érdemes áttekinteni, hogyan működik ez a berendezés. Mialatt a vágólapot a talajba bevezetik, a tüzelőtérbe forró sűrített levegőt bocsátanak be (3. ábra *a*). Ezzel egyidejűleg a tüzelőanyag befecskendező fúvókán beadagolják a tüzelőanyagot, amelynek mennyiségét a betáplált levegő nyomásától és mennyiségétől függően szabályozzák. A kipufogó szelep vezérlő hengerébe is levegőt vezetnek, így a szeleptányért a rugó a szelepüléshez szorítja és ezáltal a tüzelőtér hermetikusan záródik. Amikor a vágólap csúcsa teljesen behatolt a talajba, akkor a gyújtógyertya a tüzelőanyag-levegő keveréket meggyújtja (3. ábra *b*). A keverék elégése után a tüzelőtérnyomás csúcsértékének elérésekor a vezérlőszelepet elfordítva a kipufogószelep vezérlő hengere a tüzelőtérrel kapcsolódik össze. Miután a dugattyú felső és alsó felületén a nyomás kiegyenlítődött, a vezérlőszelep a ráható nyomás hatására hirtelen kinyit, a gázalakú égéstermékek a vágólap felső ferde síkján levő nyílásokhoz áramlanak.

A kiáramló gáz nyomásának hatására a talaj előbb összenyomódik (3. ábra *c*), majd apró darabokra szétesve felfelé távozik (3. ábra *d*). A berendezés terelőlemezei felfogják a kidobott talajt és a munkagödör két oldalára osztják el. Ezután a rendszert sűrített levegővel átfúvatják, majd pedig a vezérlőszelep visszatér alaphelyzetébe, és a munkafolyamat elölről kezdődik.

A szakirodalomban találkozunk egy olyan műszaki gép tervével, amely alagutak és átjárók építésére szolgál hegyes terepen, sziklás talajon. Itt a kőzetet robbanótöltetekkel bontják meg, emellett a teljes munkafolyamatot: a repesztő lyukak fúrását, a robbanóanyag betöltését, a robbantást, a kirobbantott tömeg eltávolítását gépesítették. A gép lényegében egy páncélozott lánctalpas jármű, amelynek mellső részére szerelik a négy nagy teljesítményű készletből álló fúróegységet és a repesztőlyukak betöltésére szolgáló berendezést. Kétoldalt a lánctalpak között vannak a felrobbantott kőzetet hátraszállító szalagok, a kőzetet a hátul felszerelt bulldózer mozgatja meg.

A berendezés mintapéldányának nincs vágó szerszáma. A kőzetet a víz lüktető sugarával (másodpercenként öt impulzus gyakorisággal) lazítják fel. A sugarat 1160 m/s sebességgel lövi ki a vízágyú fúvókája. A nagy mozgási energiájú vízsugár az akadályra mintegy 700 MPa (7000 at) nyomást fejt ki. A vizet pneumatikus berendezés adagolja, melyet sűrített levegővel egy kompresszorról táplálnak.

A légi úton való szállítás megkönnyítése végett egyes műszaki gépeket több darabból összeállítható kivitelben készítenek. Ilyen többek között a 4. ábrán (*a*) bemutatott árokásó.

A mozgékonyságot egymással összekapcsolható műszaki gépcsaládok kialakításával is megnövelhetik. Jól látható ez a 4. ábra *b, c* és *d* vázlatain feltüntetett amerikai építőgép családon. A nagy teljesítményű egytengelyű vontatóhoz utánfutó kapcsolható, amely lehet útgyalu útszelvényező tolólappal (*b*), bulldózer (*c*), vibrációs talajdöngölő, továbbá billenőszekrényes vagy a víz szállítására és elosztására alkalmas tartályberendezés (*d*) és önműködő rakodóberendezés. Az összekapcsolt gép legnagyobb súlya 68 kN (6,8 Mp), utazó sebessége pedig legfeljebb 48 km/h. A megnövelt tapadóképességű kerekek folytán a gép vonóereje meglehetősen nagy. Az egyik utánfutó lekapcsolása és a másik csatlakoztatása nagyjából fél órát igényel. A légiszállítás lehetséges akár összekapcsolt, akár szétkapcsolt állapotban. Az efféle univerzális műszaki gépcsaládok kialakításával feltehetően meggyorsul e gépek javítása és karbantartása is.

Műszaki zárak és átjárónyitás

Úgy látszik, hogy az új típusú műszaki gépek közül a legáltalánosabban az aknazár robbantóberendezések terjednek el. Számos katonai szakértő véleménye szerint az aknamezőkön való átjárónyitás fő eszköze a nyújtott töltet. Az ilyen eszközök szállítására és harcbavetésére különleges páncélozott járműveket fejlesztettek ki. A kilövő berendezés mellett ezeket a járműveket különféle aknataposó hengerekkel szerelik fel; ezek az aknákat megsemmisítik, a fel nem robbant aknákat az átjárókról oldalra tolják. A fegyverzeti rendszerben természetesen megmaradnak a régebbi mechanikus rendszerű aknataposók is.

A műszaki zárak nemcsak aknákból állhatnak. Nem is olyan régen még a drótakadályokat teljesen elavultnak tekintették, és e nézet csak az utóbbi években változott. De átalakultak a drótakadályok is. Tüskésdrót helyett a gyorsan telpeíthető, acélszalagból készült, tüskékkel ellátott spirális drótkészleteket használják.

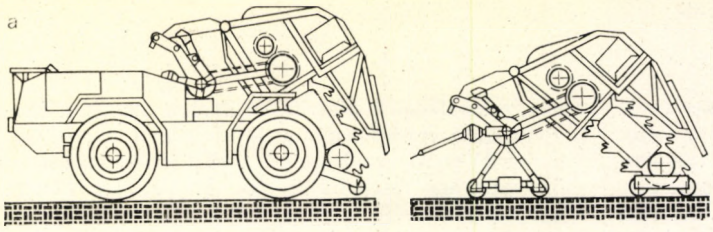
Több nyugati szakértő úgy értékeli, hogy ezeket a drótakadály készleteket nemcsak a gyalogság ellen, hanem a kerekes, sőt a lánctalpas járművek ellen is igen hatásosan lehet felhasználni. Nem egy hadseregben rendszeresítettek a drótakadályok telepítésére és felszedésére szolgáló berendezést. Magától értetődően különleges rendeltetésű gépeket is kialakítottak az ilyen újfajta drótakadályok leküzdésére.

Ezt a célt szolgálja az újabban nyilvánosságra hozott új önjáró páncélozott berendezés. A jármű tagolt lánctalpas futóművű; két tartó és egy hajtó görgő van mindegyik járótagban. Ha megsérül a jármű egyik járótagja, továbbra is megtartja nagyfokú terepjáró és manőverképességét. Az elöl elhelyezett két elektromos ívvágószerkezet függőleges síkban elfordítható. Ezt a vágószerkezetet a járműtest belsejében elhelyezett generátorról táplálják. A darabokra szabdalt drótokat a gép oldalra tolja. Tervezik a szerkezet távirányított típusának a kialakítását is.

„Külcsontvázak"

A műszaki munkák gépesítésében számos szakértő véleménye szerint nagy jövő vár a különféle manipulátorok továbbfejlesztett változataira. Ezeket az amerikai irodalomban gyakran az *external metallic skeleton* (külső fém csontváz) kifejezés összevonásával *exoskeleton*nak mondják. Az elnevezést talán a kissé szokatlan „külcsontváz" szóval fordíthatjuk le. A szóban forgó szerkezetek hidraulikus hajtású mechanikus rendszerek. Az egyik ilyen kísérleti berendezés például a huszonötszörösére fokozza az emberi izomerőt. A kezelő minden mozgását követő, a lábakra és kezekre, valamint a derékra erősített mérőfejek olyan impulzusokat bocsátanak ki, amelyek nagysága az izomzat feszültségével arányos. Az impulzus átalakítása működteti a szervomechanizmust. A rendszer munkaszervei reprodukálják a kezelő összes mozgásait. A mechanikus „kezek" fogó és szorító mozgásokat képesek végezni, továbbá emelni tudnak és huzamos ideig 7 kN (0,7 Mp) súlyú terhet tartanak.

A „külcsontváz" szerkezetek fontos tulajdonsága, hogy a gép-ember kapcsolatban visszacsatolásuk is van, s ilyenformán a kezelő a munka végrehajtásakor a tárgyakat mintegy érzékeli. Ezáltal mód nyílik az egyébként csak az emberi kéz által végezhető műveletekre is. Állítólag már ma is lehetséges volna 6, sőt 15 m magas efféle szerkezeteket készíteni. Bevezetésük minőségi változást jelenthet, hiszen lehetősé-



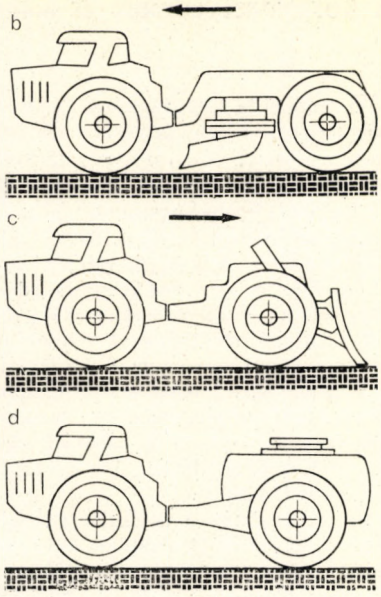
4. ábra: Egy vontató, több munkagép

geiket tekintve megközelítik az olyan tökéletes rendszert, mint amilyen maga az ember.

Mozgás közben az ilyen szerkezetek mozgását a kezelő személy stabilizálja, saját természetes egyensúlyi szervét használva. Így lehet olyan lépegető szerkezetet kialakítani, amely járóképességében minden eddigi járószerkezetet felülmúl. Az ilyen géppel mocsaras terepen az utat ki lehet majd választani, s a gép mechanikus „kezeivel" és „lábaival" olyan akadályokat küzdhet le, amelyekkel szemben a mai technikai eszközök tehetetlenek.

Remélik, hogy valamikor a „külcsontvázak" felhasználhatók lesznek különféle terhek rombolt utakon és sziklás hegyeken való gyors szállítására, gyújtószerkezetek szétszerelésére, hídkonstrukciók elemeinek beemelésére, nehéz szerelési munkák nagy pontossággal való végrehajtására. A távirányított „külcsontvázak" alkalmasak lesznek víz alatti, vagy magas sugárszintű terepszakaszokon való bevetésre is.

A nyugati szakirodalom szerint mind ez ideig katonai szakértőik nem alakítottak ki egységes véleményt a műszaki géppark összetételére és a vele szemben támasztott követelményekre vonatkozóan. Ezt azzal magyarázzák, hogy az ilyen gépek intenzív fejlesztésével csak az utóbbi két évtizedben kezdtek foglalkozni. A nézetek különbségétől és a harci alkalmazás tapasztalatainak irányától eltekintve kétségtelen, hogy a szárazföldi csapatok mozgékonyságát fokozó különleges műszaki munkagépeknek maguknak is igen mozgékonyaknak kell lenniök. A jövő mutatja meg, hogy az



intenzív kutató munka eredményeként milyen új műszaki munkagépeket fognak a hadseregek rendszeresíteni.

(E. Patejuk cikke alapján a Technika i Vooruzsenie 1972. évi 5. számából)

könyvszemle

Dr. Horváth Árpád:
Csodafegyverek

(Zrínyi Katonai Kiadó, 1972. 160 old.)

Nem egy politikai vagy katonai vezető álmodott már olyan ellenállhatatlan, abszolut fegyverről, amely ellen nincs védekezés. Így volt az akkor, amikor Hitler el akarta hitetni a világgal, hogy csodafegyverével végül is térdre kényszeríti ellenfeleit, de akkor is, amikor az amerikai politikai vezetés az atommonopólium világuralmának ábrándjában élt.

A szerző abból a kérdésből indul ki: létezett-e és létezhet-e olyan abszolút fegyver – „csodafegyver" –, amely ellen nincs védekezés és birtokosa számára abszolút hatalmat biztosít? A felelet csak egyértelmű „nem" lehet. Amikor a történelem egymást váltó korszakaiban egy valóban minőségi változást jelentő fegyver jelenik meg, hosszabb-rövidebb ideig a harcmezőkön uralkodó szerepet tölt be, de hamarosan megtalálják az ellene való védekezés hatásos eszközét és módját. A védelmi eszköz a hadseregek rendszeresített fegyverévé válik, a védekezés módja pedig esetenként új harceljáráshoz vezet.

A nyíl valamikor a hadviselés módját évszázadokon át meghatározta. Korán felismerték azonban, hogy a bőrből készült mellények és pajzsok a szúró-, vágó fegyverek és a nyilak ellen is megvédik a harcosokat. A gyújtófegyverek a legrégibb időktől mind a mai napig szerepelnek a hadseregek fegyvertáraiban. Történelmileg távoli, de a valóságban nagyon is közeli rokona: a napalm vajon nem a görögtűz tökéletesített kivitele? – teszi fel a kérdést a szerző.

A lőpor megjelenése forradalmasította a hadviselést. Hadicélokra való felhasználásának lényege hosszú évszázadokon át nem változott. De a haditechnikusok, a fegyverkonstruktőrök minden időben igyekeztek az ellenséget valamilyen újszerű lőporos fegyverrel meglepni. Az ókori „harci kocsik" és a mai harckocsik fejlődésének a legrégibb időktől napjainkig vezető útja egyértelműen olyan harceszköz szükségességére utal, amely ellenállhatatlanul áttöri az ellenség csatarendjét, legázolja a hadseregét, miközben maga sértetlen marad. Ma úgy mondjuk: tűzerő, mozgékonyság, védettség.

A tengeri hadviselés felszíni hadihajóinak megsemmisítésére a haditechnikusok tengeralattjárókat, torpedókat, víz alatti aknákat szerkesztenek, amelyek egy ideig leküzdhetetlen fegyvernek tűntek. Áttekinti a könyv a mintegy száz éves múltra visszatekintő légiháború, majd a légvédelem eszközeit a léggömböktől a mai atomrobbanófejes interkontinentális ballisztikus rakétákig és az ellenrakétáknak az egész földön farkasszemet néző rendszereiig.

A példák jól szemléltetik, hogy Horváth Árpád könyvében valóban évezredek fegyvertörténetét tekinti át. Végső következtetésképpen megállapítja a szerző, hogy bár a fegyverek nagymértékben befolyásolták és befolyásolják a háború kimenetelét, mégis a történelem sok olyan példát is feljegyzett, amikor jobban felszerelt, és jobban kiképzett fegyveres erők vereséget szenvedtek a gyengébben felszerelt és csupán hevenyészetten kiképzett, de magasabb erkölcsi színvonalú, politikailag öntudatos csapatoktól.

Az óriáslövegek, a félelmetes harckocsik, a mérgesgázok és az atombombák lehetnek az adott kor félelmetes fegyverei, de nem abszolút fegyverek, nem „csodafegyverek", mert csodák nincsenek.

Sz. S.

A környezetvédelem és a légi felderítés

Az emberiség lélekszámának rendkívüli növekedése és az ipari termelés minden képzeletet felülmúló fokozódása súlyosan veszélyezteti a természetes környezetet, és végpusztulással fenyegeti a természet tartalékait. A legnagyobb veszély a talajerózió, a növénypusztulás, a levegő és a vizek beszennyeződése részéről fenyeget. Rendkívül értékes tehát minden olyan módszer, mely idejekorán jelzi a fenyegetett területeket, és figyelmeztet arra, hol kell intézkedni az ipari termelés és a környezet helyes egyensúlyának a kialakítására.

A talajszinti megfigyelések sokszor nehézkesek és csak kis területre vonatkozólag adnak felvilágosítást. Ezért a természet védelmében egyre inkább szerepet kapnak a légi járművekről, sőt az utóbbi másfél évtizedben a műholdakról végzett megfigyelések. Különösen ez utóbbiak egyidejűleg nagyobb kiterjedésű területek fizikai, kémiai és ökológiai változásairól adnak felvilágosítást.

Az itt alkalmazott detekciós eljárások a katonai légi felderítés módszereiből alakultak ki és ma már gyorsan szolgáltatnak szabatos eredményeket. Talán nem is szükséges különösebben hangsúlyozni, hogy a természetvédelemben, általánosságban véve a gazdaságban alkalmazott módszerek fejlődése kedvezően hat vissza a katonai légi felderítés technikájának továbbfejlesztésére.

A légi felderítés két alapvető megfigyelési módot alkalmaz. A vertikális irányú detektálásban a felszínre merőleges irányban végzik a leképezést, és így mintegy a terület térképét állítják elő. Ez adja a legszemléletesebb képet az adott vidék felszíni formáinak változásairól, melyet az évszakok, növénybetegségek, áradások vagy a technológiai ártalmak okoznak. A merőleges leképezést sokszor hasznosan egészíti ki a másik mód; a ferdeszögű ábrázolás, melyen a láthatár is mutatkozik. Ez az ábrázolás a vertikális leképezés integráló hatásával ellentétben inkább alkalmas a részletek megjelenítésére, különösen ha pl. fás növényzet, erdők lombkoronája fedi el a felületi részleteket: az aljnövényzetet, a térszíni formákat és így tovább.

Termográfia

A második világháború óta a légi fényképezésben a klasszikus módszereken kívül más, rokon eljárások is elterjedtek Lényegében a *rádiólokációs technika* is ide sorolható volna, az itt tárgyalt feladatokra azonban viszonylag kis felbontóképessége miatt nem alkalmazható. Jobb eredményeket ad a *termográfia,* vagyis a passzív infravörös technika.

Itt egy optikai rendszer a televízióhoz hasonlóan, sorokban tapogatja le a területet. Az egyes képelemek sugárzása infravörös detektorra esik, mely az intenzitást elketromos jelekké alakítja, majd képernyőn megjeleníti. Ez a módszer az adott területről ún. hőképet készít, ezért pl. a növényzet változásainak, pusztulásának felderítésére kevéssé alkalmas. Rendkívül pontosan és érzékenyen mutatja azonban a talajnál lassabban melegedő nedves területeket, folyókat, mocsarasodásokat, kiöntéseket, árasztásokat. Hasonlóan jól jelzi a talaj kiszáradását, a lecsapolásokat.

1. ábra: Atomerőmű és hűtővíz tárolójának hőképe

Érdekes felhasználási terület az ipartelepek, atomreaktorok felmelegedett hűtővizének kimutatása (1. ábra). Tudvalevő, hogy a nagy ipari centrumok közelében nagymértékű melegvíz szennyezés lép fel. A természetes vizek felmelegedése kedvezőtlenül hat egyes halfajtákra, és többnyire elősegíti a káros algák, moszatok elszaporodását. A termográfiai módszerrel jól követhető az ipari melegvíz elegyedése a természetes vizekkel, és a károsodás határai kijelölhetők.

Jól ismert a módszer katonai alkalmazása nagy hőkitermeléssel működő berendezések, objektumok és harceszközök felderítésére. Ilyenek a föld alatt telepített vagy álcázott ipartelepek, rakétaindító bázisok, maguk az egyes rakétaindítások stb.

A termográfiai berendezések meglehetősen bonyolultak és drágák. Ráadásul kezelésük nehézkes és külön gondoskodni kell a hőkép rögzítéséről. Térképszerű ábrázolásukhoz felbontóképességük nem mindig elégséges. Igen jó eredménnyel használhatók ma is a klasszikus *fényképezési módszerek,* persze többé-kevésbé modernizált formában. A fényképezés módszerei egyszerűek, a leképezés nagy pontosságú, időtálló, a felbontóképesség pedig rendkívül jó.

Fényképezési módszerek

Természetvédelmi vizsgálatokra ugyanazt a fotoanyagot lehet használni, mint általában a légi térképezésre vagy a felderítésre. Ez a 23x23 cm-es pánkromatikus film, mely a kéken kívül a sárga és a vörös színekre is érzékeny. A felvételek kontrasztja nagyjából a normális emberi szem által megszokottnak felel meg. Kedvezőtlen vonása, hogy a zöld színek különböző árnyalatait kevéssé tudja megkülönböztetni és így az eltérő növényzeti formák közötti kontraszt nem nagy.

Jól megválasztott szelektív szűrőkkel lehet azonban bizonyos mértékig egyes növénypopulációkat kiemelni vagy elsötétíteni. A vegetáció megkülönböztethetősége legkönnyebb tavasszal és ősszel. Ilyenkor a legnagyobb az egyes populációk közötti tónus kontrasztja, hiszen tavasszal a lombosodás általában nem egyidőben következik be és a kizöldülés különböző fázisaiban levő egyedek színeltérése nagy. Hasonlóképpen ősszel a növényzet sárgulása és a lombhullás is eltérő időben jelentkezik. A kontrasztot tovább fokozza, hogy az őszi növényszínek skálája sokkal szélesebb, mint a növények zöld állapotában. A téi nyugalom vagy a nyári virágzás idején azonban a szokásos légi filmek kontrasztja a természet károsodásainak a felderítésére nem kielégítő.

A környezetvédelem szempontjából lényeges változások sokkal előnyösebben érzékelhetők az *infraérzékeny filmen.* Elsősorban a hűvös, infravörös komponenst nem tartalmazó víz és vizes felületek mutatkoznak igen sötét árnyalatban. Ezáltal könnyűszerrel lehet elöntött területeket, mocsarasodásokat felderíteni vagy a magas és alacsony vízszint területeit kijelölni. Az eleven növényzet klorofillja a látható fény nagy részét elnyeli, de az infravörös sugarakat igen jó hatásfokkal visszaveri.

Ezért a lombozat közönséges felvételen sötét, infravörös felvételen azonban egészen világos fehér, szinte hóborítás benyomást kelti. Növényi betegségek hatására kiszáradó vegetáció klorofillja gyors bomlásnak indul és ilyenkor képe az infrafelvételen erősen sötétedik. Ez már a kiszáradás kezdeti stádiumában is észlelhető, amikor a növényzet szabad szemmel még nem mutat lényeges különbséget az egészséges állapothoz képest. Ilyenformán az infrafelvételekkel növénybetegségek gyorsan kimutathatók. Mint ismeretes, a katonai

felderítésben ugyanilyen módon lehet álcázásokat is felismerni, ha a terepszín utánzásában nem használnak a klorofilléhoz hasonló tulajdonságú, az infravöröst jól reflektáló festékanyagokat.

Az infrafelderítés előnye, hogy a levegőben lebegő por- vagy vízrészecskéken az infravörös sugárzás alig szóródik és így a könnyű ködök nem befolyásolják a fényképezést. Nagyobb vízrészecskék, vagyis erős köd vagy felhő rétegein azonban az infravörös sugárzás sem képes keresztülhatolni.

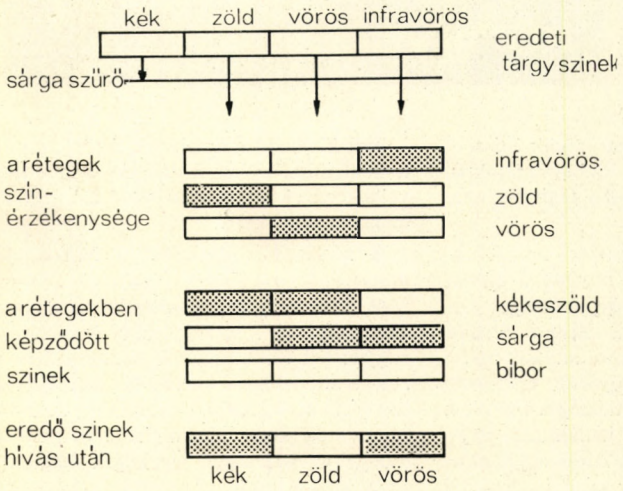
Növényökológiai vizsgálatokra a *színes film* még alkalmasabb. Különösen a vertikális irányban készített felvételeken lehet nagyon finom színárnyalat megkülönböztetéseket végezni. Ferde szögben fényképezve azonban a lebegő porrészecskék sok fényt elnyelnek és szétszórnak, s emiatt a szinkontraszt számottevően csökken. Természetesen az ilyen nagyméretű színes filmek használata igen költséges.

Újabb anyagok az infrafényképezésben

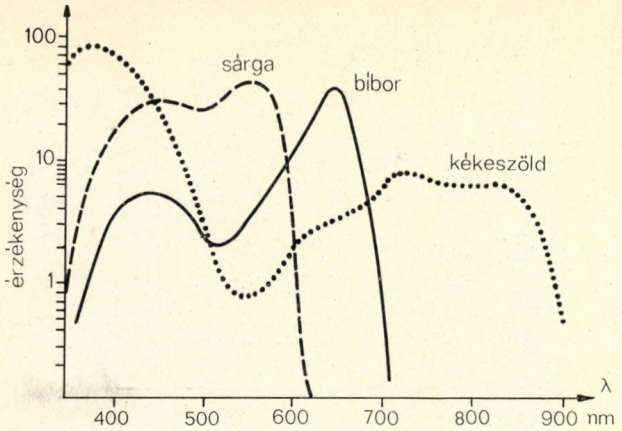
Igen kedvező szétválasztásra nyílik mód a Kodak-féle *Ektachrom Infrared Aero* filmmel. Ennek három fényérzékeny rétege előtt egy sárga szűrő a kék színeket elnyeli. A legfelső réteg infravörösre, a középső zöldre, a legalsó pedig vörösre van érzékenyítve. A fordítós színes hívás után pozitív tónusú képet kapunk, de eltorzított szinekben. A legfelső rétegben kékeszöld, a középsőben sárga, a legalsóban bíbor szín képződik. A szubtraktív színkeverés törvényei szerint a téma kék színei szürkében, a zöldek kékben, a pirosak zöldben, az infravörös sugarak pedig vörösben tűnnek elő (2. és 3. ábra).

Az egészséges vegetáció színe a felvételen a növényfajoktól és az évszakoktól függően fényes bíbor, sárga vagy piros; a holt vagy beteg növényzet ezzel szemben zöld, a nedves területek pedig kékek. Nagy mennyiségű ilyen filmet használnak az olcsóbb kisfilm (35 mm-es) méretben megfigyelő tornyokból zöld területek fényképezésére.

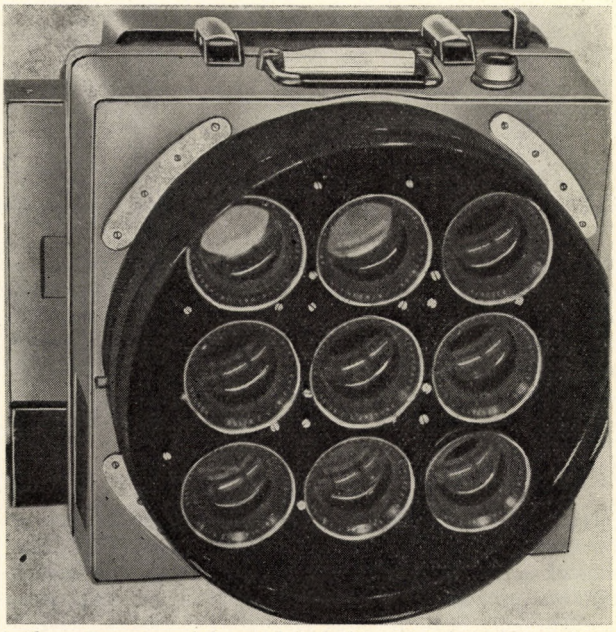
Angliában a farlingtoni mocsárvidék növénytársulásainak elkülönítésére összehasonlító vizsgálatokat végeztek normál pánkromatikus anyaggal, színes filmmel és az említett Ektachrom Infra Aero filmmel. A feladat az volt, hogy megállapítsák: milyen fotoanyag és melyik évszak a legalkalmasabb a hasonló típusú sós mocsári növénypopulációk között maximális tónuskontraszt elérésére. A pánkromatikus légi felvételek igen jó topográfiai azonosítást tettek lehetővé, de egyébként kontrasztszegények voltak és csekély differenciáló képességet mutattak. Az infravörös színes film igen szép tiszta, fátyolmentes képeket szolgáltatott, amelyeken még azok a kisebb növénytársulások is jól elkülönültek, melyek a fekete-fehér és színes felvételeken egyáltalában nem voltak felismerhetők. Meglepő módon a víz alatti tengeri füvet is könnyen



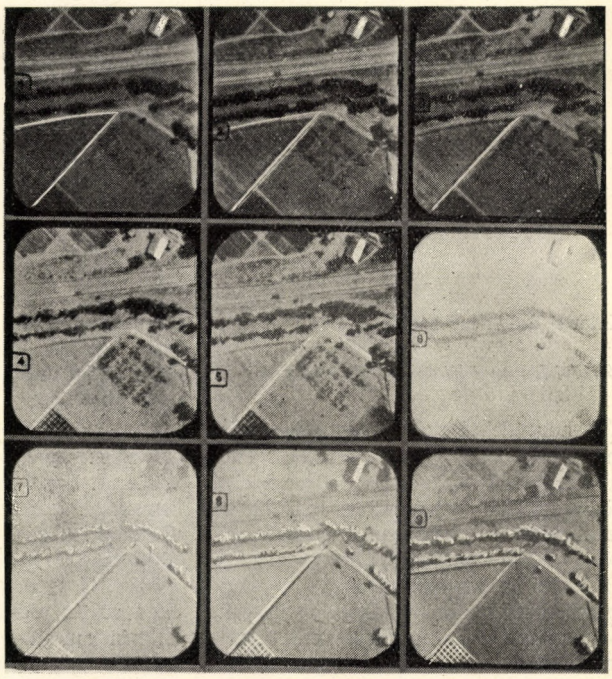
2. ábra: Az Ektachrome Infrared Aero *film színképzése*



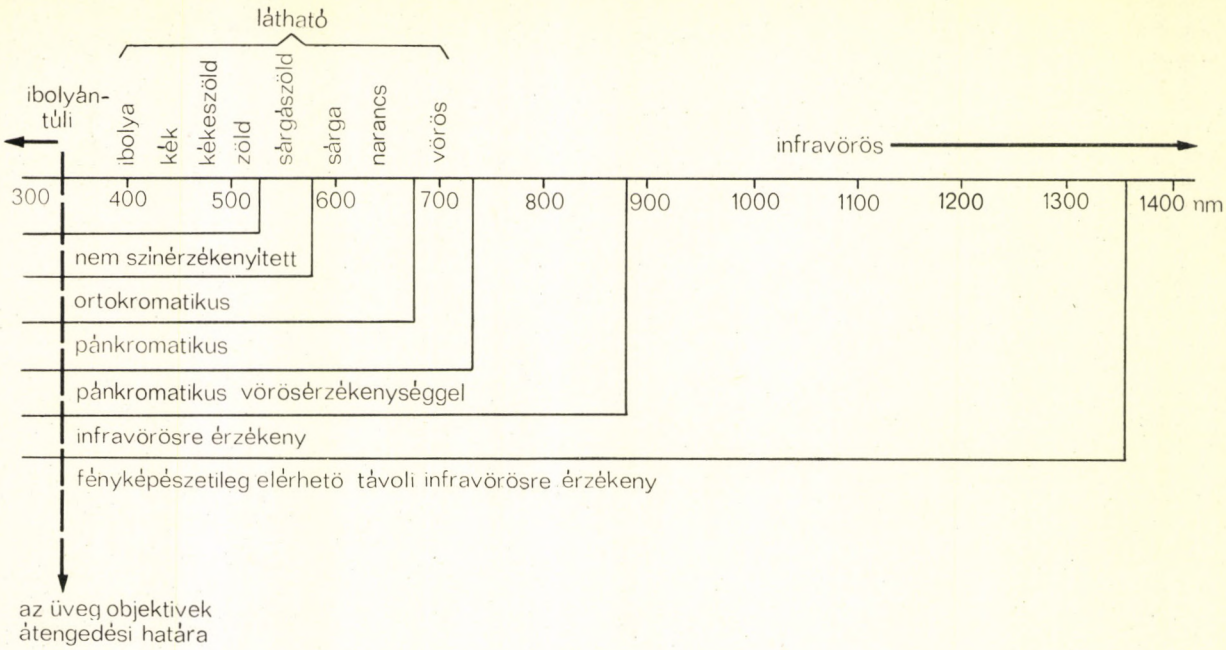
3. ábra: Az Ektachrome Infrared Aero *film érzékenysége a hullámhossz függvényében*



4. ábra: Egyszerre kilenc felvételt készítő sokobjektíves fényképezőgép



5. ábra: Sokobjektíves fényképezőgéppel készült felvételsorozat



6. ábra: A fényképező eljárásokkal kihasználható színképtartomány

ki lehetett mutatni. A fekete-fehér film a legjobb eredményt ősszel adta, amikor a terület uralkodó növényei: a parti káka és a nád tenyészterületei a társ populációkétól a felvételen jól szétválaszthatók. A normál színes film finom árnyalatkülönbségei a növénytakaró kiterjedését, eloszlását és a topográfiai részleteket mutatják igen szemléletesen.

Sokobjektíves kamerák

Hasonló alapon, megfelelő szűrőváltozatokkal igen kis tónuskülönbségek is kimutathatók, pl. zuzmók megkülönböztethetők a mohától, vagy felismerhetők növénybetegségek, fertőzött területek stb. Sokszor célszerű azonos időpontban készíteni különböző film- és szűrőkombinációkkal felvételsorozatot. Erre a célra szolgálnak a *sokobjektíves fényképezőgépek* (4. ábra), melyekben négy vagy kilenc lencse egyszerre négy vagy kilenc felvételt készít (5. ábra).

További, főleg topografikus részleteket tárnak fel a *sztereoszkopikus képpárok*. Légi sorozatfelvételeken a sztereoszkopikus bázis nagyságát a két felvétel között a légi jármű által megtett út hossza adja. Ezek sok olyan részletet mutatnak, melyek monoszkopikus felvételeken nem tűnnek elő. Különösen alkalmas a sztereoszkopikus felderítés a területen végbemenő változások érzékeny felismerésére. A kiértékeléshez azonban gyakorlott megfigyelő kell, vagyis a földfelszíni formák változását geológus, a vegetáció változásait pedg botanikus veszi jól észre.

Mindezek a módszerek tulajdonképpen azon alapulnak, hogy az emberi szemet különféle más érzékenységi eloszlású műszerekkel helyettesítjük. A közvetett érzékelés által módunkban van olyan tónuseltéréseket kimutatni, amelyeket a szem önmagában nem észlelne. A fényképezési módszerek e tekintetben olcsóságuk és egyszerűségük folytán még az elektronikus képalkotó eljárások korában is versenyképesek. A fotográfiai detekció határait 6. ábránk tünteti fel. A rövidebb hullámhosszak felhasználásának tulajdonképpen fotokémiai akadálya nincs, de sajnos ennek a szokásos objektívek elnyelése határt szab.

Dr. Szimán Oszkár

könyvszemle

Katonai értelmező szótár

(Zrínyi Katonai Kiadó, 1972. 354 old.)

A honvédelmi nevelő- és propagandamunkában eddig is sok nehézséget okozott, hogy nem volt olyan magyar nyelvű kiadvány, amely a hadtudomány különféle szakkifejezéseit, fogalmait egységesen és közérthetően magyarázná, értelmezné. De a katonai irodalmunk műveit, a publikált tanulmányokat olvasva is tapasztalhatjuk, hogy a szerzők egyazon fogalomról beszélve, különböző kifejezéseket használnak. Természetesen azokra a jelenségekre gondolunk, amelyek – újszerűségük miatt – még nem kerültek be szabályzatainkba, vagy az idő már túlhaladta régi meghatározásukat.

Ezt a kérdést már sokan felvetették, javasolva egy katonai értelmező szótár kiadását. Éppen ezért régi adósságot törlesztettek a szerzők, a Zrínyi Miklós Katonai Akadémia tanárai, amikor összeállították a most megjelent értelmező szótárt. Hogy milyen nehézségek merültek fel a szótár profiljának kialakítása, terjedelmének meghatározása körül, azt hosszasan lehetne sorolni. Egy bizonyos, katonai irodalmunknak ez az első ilyen általános jellegű kiadványa, amelynek úttörő munkaként meg kellett birkóznia a hasonló vállalkozásokra jellemző hibákkal, „gyermekbetegségekkel".

A szótár mindenekelőtt a hadviselési módokkal összefüggő fogalmakat értelmezi, s mintegy kétezer címszót tartalmaz. Természetesen a hadügy többi területéről, vagyis: a haditechnika, a hadseregszervezés, a honvédelmi felkészítés köréből is szerepelnek fogalmak a szótárban, de csak olyan mértékben, amennyire a hadviselés módjaival összefüggő jelenségek megértéséhez szükségesek.

Cs. Gy.

Termonukleáris szellem a mágneses palackban

Az új energiaforrás: a termonukleáris energia szabályozott folyamatban való felhasználása ismét egy lépéssel közelebb 'utott a megvalósuláshoz. Ez az energiaforrás szinte beláthatatlan jelentőségű, hiszen „tüzelőanyag" tartaléka, vagyis földünk vízkészlete mérhetetlenül nagy.

De a jövő termonukleáris erőművei más szempontból is fölényben vannak a mai atomerőművekkel szemben, üzemükben nem keletkeznek sugárzó termékek. Az atomerőművek reaktoraiban maghasadási folyamat játszódik le, s a hasadási termékek általában nagy mértékben radioaktívak. A termonukleáris reakcióban tudvalevően könnyű atommagok fúziója megy végbe, s ennek eredményeként nem sugárzó hélium atommagok keletkeznek.

Ilyen magegyesülési folyamat szolgáltatja a csillagok energiáját; Napunk is óriási termonukleáris reaktornak tekinthető.

Nap a Földön

Az ötvenes évek elején az első hidrogénbomba felrobbantásával ez a reakció Földünkön is megvalósult. A bombarobbanás folyamata azonban rendkívül kis időtartamú és nem szabályozható, s ráadásul minden képzeletet meghaladó mértékben rombol. Szovjet szakemberek már az idő tájt hozzáfogtak egy békés, valójában grandiózus feladat megoldásához: a dühöngő, zabolátlan tüzet veszélytelen égéssé akarták változtatni, amely tetszőleges ideig fenntartható és az emberiség javát szolgálja.

Már 1950-ben javasolták a szovjet fizikusok, hogy a „termonukleáris szellemet mágneses palackba" zárják. Az elgondolás igen egyszerűnek tünt: egy „földi Napot" kell egy korlátozott méretű üres térben – egy vákuumkamrában – anélkül felfüggeszteni, hogy a kamra falaival érintkeznék. A felfüggesztés lehetséges például a kamrán kívül elhelyezett elektromágnes segítségével. Ennek erővonalai behatolnak a kamrába és a tűzgömböt láthatatlan „hálóval" veszik körül. A továbbiak már nem okoznának nagyobb nehézséget: a hőt könnyen kilehetne vezetni a kamrából.

Mi lesz azonban a berendezéssel, ha a szellem már egyszer benn van a palackban?

Ötszáz millió fok – de elviselhető

A termonukleáris reakció megindításához igen nagy hőmérséklet szükséges. Nem véletlen, hogy atombomba szolgál a hidrogénbomba gyújtójaként. Az atombomba robbanása hozza létre azt a hőmérsékletet, amelyen a könnyű atommagok fantasztikus sebességre gyorsulnak fel, s az elektrosztatikus taszítóerőt leküzdve egymással egyesülni tudnak. Így például egy deutérium és egy tricium atommag egyesüléséhez 40 millió C°-ra, két deutérium atommag fúziójához pedig 500 millió C°-ra van szükség.

Ilyen hőmérsékleteket persze semmilyen ismert szerkezeti anyag sem visel el. De nem szabad elfeledkeznünk arról, hogy az említett földi Napot olyan vákuumban kell felfüggeszteni, amelyben egymilliomod annyi részecske sincsen, mint a normális (egy atmoszférás) nyomású levegőben. A berendezésben uralkodó nyomás tehát a termonukleáris reakció beindításakor semmiképpen sem érheti el a hidrogénbomba felrobbantásakor előálló millió atmoszférás nagyságrendű nyomásértéket, legfeljebb a normális nyomás százszorosát. Ekkora feszítő erőt azonban a nagynyomású gőzkazánok is könnyűszerrel elviselnek.

Ami a hatalmas hőmérsékletet illeti, e tekintetben sem veszélyes a helyzet. Érintsünk csak meg egy fénycsövet: teljesen hidegnek érezzük, holott a belsejében levő részecskék több tízezer fokra vannak hevítve. Itt azonban az úgynevezett kinetikai hőmérséklettel van dolgunk, amely a részecskék sebességét, energiáját és a kölcsönös taszítás leküzdésével kapcsolatos képességüket fejezi ki. Ilyenformán tehát az atommagok egymással való egyesüléséhez szükséges többszáz millió fokos hőmérséklet sem árt a kamrának. A termonukleáris reakció kezdete előtt a kamra falai valószínűleg észrevehetően fel sem hevülnek. Amint megindult azonban a reakció, a hőt elvezetik és így ez sem a berendezést, sem a környezetben levő embereket nem veszélyezteti.

Akármilyen különösen hangzik is, nem a termonukleáris berendezést fenyegeti veszély, hanem a tüzelőanyagot! Ez a tüzelőanyag a héjuktól megfosztott atommagokból és ezek elektronjaiból álló finom felhő – vagyis plazma–, melyet a vákuumkamrába különleges gyorsító segítségével „fecskendeznek" be. Ha ez a plazma a környező szilárd falakkal érintkezik, akkor nemcsak lehűl, hanem megszűnik létezni: az atommagok ismét egyesülnek az elektronokkal és így semleges atomok keletkeznek, amelyek nem képesek „meggyulladni".

Milyen palackok léteznek?

Avégből, hogy a plazma a helyén maradjon, és a szükséges sűrűségét megtartsa, a „felfüggesztő" mágneses térnek igen erősnek kell lennie. A fizikusok különféle berendezéseket alakítottak ki, hogy fenntartsák a plazma szabilitását, sűrűségét stb. A berendezések hengeralakúak (ilyen a szovjet *Ogra*). gyűrű- (toroid) formájúak (pl. a szovjet *Tokamak* és *Alfa*, valamint az angol *Zeta* és *Sceptre*) vagy nyolcas alakúak (mint az amerikai *Stellarator*).

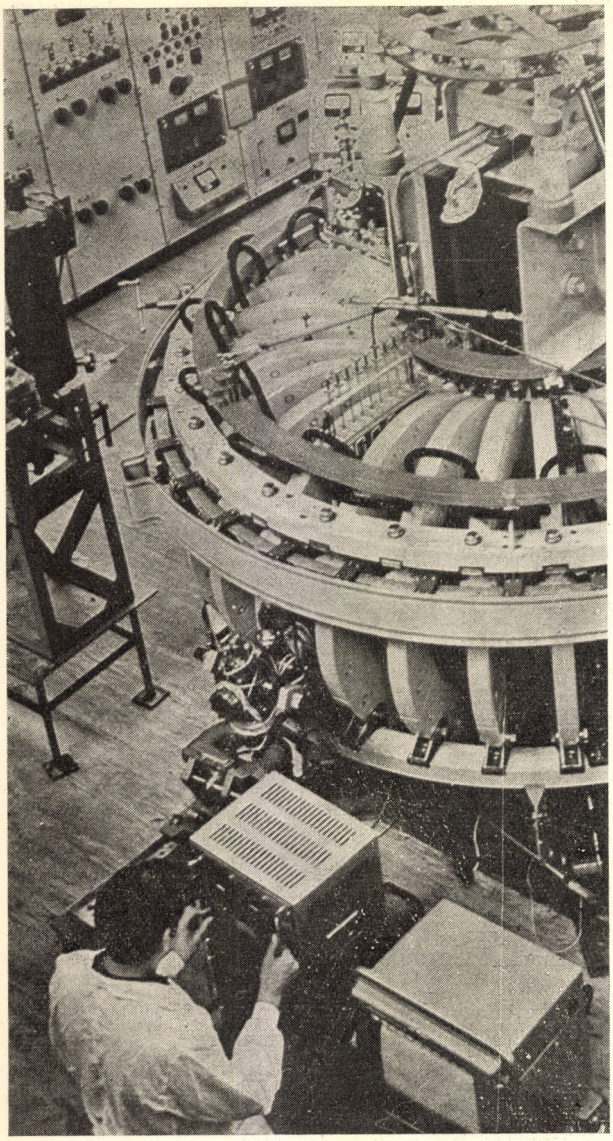
A moszkvai Kurcsatov Atomenergiakutató Intézetben 1958-ban helyezték üzembe az *Ográt*, akkor a legnagyobb efféle berendezést. Ennek átmérője 1,5 m, hossza 20 m volt. A kamrában levő tér ténylegesen egy palackra emlékeztet, amelynek azonban fenék helyett egy második nyaka van, és mindkét nyílás mágneses dugóval van ellátva.

Később az említett intézet munkatársai oly módon javították meg az erővonalak konfigurációját, hogy a palackformájú teret egy ugyanolyan, csak az elsőre merőleges mágneses térrel keresztezték. Ez az eredeti megoldás igen jelentékeny tudományos eredménynek volt tekinthető, s róla a Szovjet Atomenergia Bizottság elnöke, A. M. Petroszján a következőket állapította meg: „1962-ben a *PR–5* berendezés segítségével sikerült leküzdeni a hidromágneses instabilitást és olyan plazmát állítottak elő, amelynek hőmérséklete 40 millió C°, sűrűsége pedig köbcentiméterenként 10 milliárd részecske. Ez a plazma néhány század másodperc időtartamig stabil volt, tehát több ezerszerte tovább, mint a megelőző kísérletekben előállított hasonló hőmérsékletű és sűrűségű plazma... Ahhoz azonban, hogy a termonukleáris energiát teljesen meghódíthassuk, meg kell tanulni más instabilitások kiküszöbölésének eljárásait, valamint azt is, hogyan állítsunk elő még sűrűbb és még magasabb hőmérsékletű plazmát."

Valóban, a plazmának körülbelül egymilliószorta sűrűbbnek és tízszerte forróbbnak kell lennie, ha deutron plazmáról van szó. A stabilitás időtartamát is néhány tucatszor meg kell növelni, vagyis a plazmának kb. 1 másodpercig kell léteznie ahhoz, hogy a szabályozott „csillagreakció" megindulhasson.

Remények és csalódások

Mind ez ideig sehol a világon nem állítottak elő olyan plazmát, amely megfelelne a szabályozott termonukleáris reakció követelményeinek. Három feltételt kell egyidejűleg kielégíteni, nevezetesen az újszerű energiakiaknázás küszöbének átlépéséhez szükség van megfelelő nagy hőmérsékletre, el kell



A Tokamak *berendezés*

érni a kívánt részecskesűrűséget és a stabilitást. E hármas feladat teljesítése azonban rendkívül bonyolult.

Érdemes itt idéznünk L. A. Arzimovics akadémikus szavait, aki a Kuracsatov Atomenergiakutató Intézet plazmakutató osztályát vezeti. A neves tudós a közelmúltban ezeket írta: „A plazma mágneses térrel végzett hőszigetelése gondolatában a fizikusok eleinte valamiféle varázspálcát láttak, amelynek egy koppantására a termonukleáris eldorádó kapuja feltárul. De talán egyetlen más probléma sem sújtotta olyan csapással a fizikusok öntudatát, mint ez. Olyan nehézségekbe ütköztünk, hogy kezdeti reménységeink elillantak, még mielőtt a tulajdonképpeni kísérletekbe fogtunk volna."

Bizony, ezek a „kezdeti reménységek" nagyon sokat ígértek. „Meg merem jósolni, hogy a szabályozott atommagfúzió feladatait a következő két évtized folyamán megoldják" – mondotta Homi Bhabha, a világhírű indiai fizikus az atomenergia békés felhasználásával foglalkozó I. nemzetközi (genfi) konferencián 1955-ben. Akkortájt ez a célkitűzés valóban kézzelfogható közelségben levőnek tűnt. Ezt a szinte általános véleményt csak megerősítette, hogy a szovjet tudósok nyílt tájékoztatást adtak az itt elért kezdeti, figyelemreméltó eredményeikről. Ezzel megtörték a problémát körülvevő titkozatos hallgatást, és készségüket nyilvánították, hogy részt vállaljanak egy széles körű nemzetközi együttműködésben.

Kurcsatov 1956-ban egy szovjet delegációval meglátogatta a brit atomkutató központot Harwellben. Ez alkalomból a Daily Express így írt: „A szovjet tudós nem csekély bámulatba ejtette hallgatóságát, amikor bejelentette, hogy ők már lezárták azokat a kísérleteket, amelyek Harwellben még a tervezés szakaszában vannak, és amikor teljes nyíltsággal módszerbeli részleteket közölt olyan számokkal és képletekkel illusztrálva, amelyeket Angliában és az Egyesült Államokban egyaránt szigorúan titkosan kezelnek."

A földi Nap rövidesen felkel?

Egyik év elmúlt a másik után. Egyszer úgy tűnt, hogy a probléma megoldása kézzelfogható közelségben van, másszor meg mérhetetlenül távol. „Voltak olyan pillanatok, amikor a legborúlátóbbak voltunk, már abban a hiszemben, hogy a feladat semmiképpen sem oldható meg, időnként azonban ismét optimisták lettünk, amikor valamilyen siker volt a láthatáron" – emlékezik vissza Arzimovics akadémikus. Mindenesetre a munkákat nem állították le az igen nagy költségek ellenére sem. A szakértők a munka folytatását célszerűnek tartották és a szovjetállam nem is volt szűkkeblű, jóllehet semmi jel sem mutatott arra, hogy a kísérletektől gyorsan valamiféle gyakorlati haszon várható.

A termonukleáris energia szabályozott felszabadítására irányuló kutatások mai állását néhány adattal lehet jellemezni. Az utóbbi években a szovjet *Tokamak* típusú berendezések fölénybe kerültek az ugyancsak szovjet *Alfa,* valamint az angol *Zeta* és *Sceptre* típusúakkal szemben. A *Tokamak*kal 7 millió C°-os ionhőmérséklet, köbcentiméteremként 4.10^{13} részecske sűrűségértékek, valamint öt század másodpercig terjedő stabilitás érhető el. Tehát a *Tokamak* jelentősen megközelíti az első termonukleáris reaktorok iránti követelményeket. Ezért a munkáért Arzimovics akadémikust és több munkatársát kitüntették a Szovjetunió Állami díjával.

A Bhabha megjósolta húsz éves határidő 1975-ben lejár. Lehetséges, hogy a prognózis beválik. Mindenesetre ma inkább reménykedhetünk a sikerben, mint valaha, és bízunk abban, hogy a tudomány előbb vagy utóbb ezt az akadályt is legyőzi. „Ha ez valóra válik – mondotta Homi Bhabha – annyi tüzelőanyagunk lesz, mint amennyi víz az óceánokat megtölti."

(A Szputnyik 1972. évi 7. számában megjelent cikk nyomán)

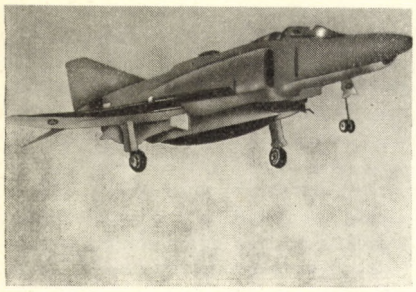
A Hadtörténelmi Intézet és Múzeum folyóirata

Hadtörténelmi Közlemények

Megjelenik negyedévenként. Előfizetési ára egész évre 32. — Ft

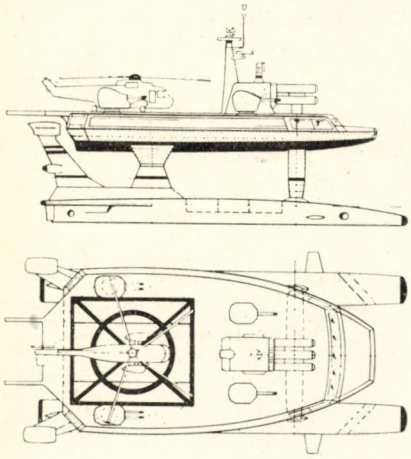
haditechnikai hiradó

Légifelderítés adatainak továbbítása



Amerikában a légifelderítés adatait továbbító új rendszert próbálnak ki. E rendszer a repülőgépek által összegyűjtött felderítési adatokat nemcsak a hagyományos módon, közvetlenül továbbítja a földi állomásoknak, hanem átjátszó, vagyis reléző repülőgépek segítségével közvetve is, függetlenül attól, hogy az adatok fényképészeti, infravörös vagy pedig rádiólokációs felderítésből származnak. Az adatok átjátszási távolsága kb. 900 km. A felderítési adatokat továbbító rendszer elektronikus berendezését az *RF–4C*-típusú repülőgép törzse alatt levő nagy tartályban helyezték el.

Gyorsjáratú katamarán hadihajó



Az Egyesült Államokban jelenleg modellkísérleteket végeznek az S^3 típusjelű új gyorsjáratú katamarán hadihajóval. A hajó két torpedóformájú pontonra épített téglaformájú testből áll. A tervek szerint a pontonokban helyeznék el a gázturbina hajtóműveket, a tüzelőanyagot és a lehallgató készüléket. A fedélzet alkalmas lesz repülőgépek vagy helikopterek indítására és leszállására. A hajót 100–15 000 t vízkiszorítására építhetik, sebessége pedig elérheti a 45 csomót (óránként mintegy 84 km-t). A modellkísérletek azt mutatták, hogy a hajó 15 csomós (kb. 28 km/h) sebességen a 6 m magas hullámokat is simán szeli át.

Rövid fel- és leszállású repülőgépek

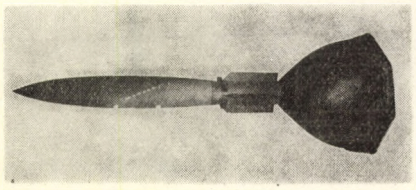
A nyolcvanas évek elejétől rövid fel- és leszálllású repülőgépek váltják fel az amerikai légi haderő jelenlegi *C–130 Hercules*-típusú szállítógépeit. Az itt bemutatott rövid fel- és leszállású repülőgépre jellemző a többkerekes futómű és az alacsony építés, mely lehetővé teszi a terepen való leszállást.

Új nyugatnémet páncéltörő fegyver

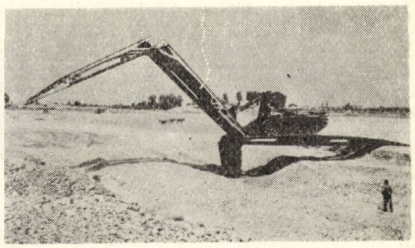
Az 1972. évi hannoveri repülőgépkiállításon mutatták be a Messerschmitt–Bölkow–Blohm cég által előállított új gyalogsági páncéleltörő fegyvert, melynek működtetésekor sem torkolattűz, sem füst, sem zaj nem keletkezik. A fegyver súlya kb. 4,8 kp, hossza 820 mm, átmérője 80 mm, hatótávolsága 300 m. A rakéta robbanótöltet gyújtója 10 m repülés után élesedik. A 300 m-es utat a rakéta másfél másodperc alatt teszi meg. Az üreges töltetű robbanófej 300 mm vastag páncéllemez átütésére képes.

Új bombafékező berendezés

A *Ballute* (ballon parachute = ballon ejtőernyő) elnevezésű bombafékező berendezés azt a célt szolgálja, hogy az alacsonyan támadó repülőgép által ledobott bomba mindaddig ne robbanjon fel, amíg a támadó gép hatókörében van. A kivetés pillanatáig a nylon-zsák a bombatest belsejében marad.



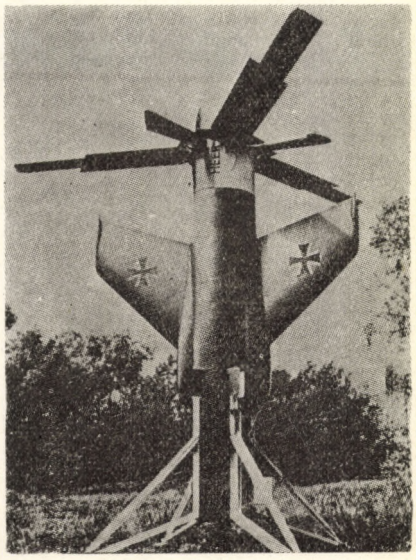
Olasz hídvető



Az olasz szárazföldi hadsereg a nemrégiben fejezte be az új hídvetők csapatpróbáit. A hídvető harckocsi több változatban készül, melyek közül képünk az *M47* alvázára málházott típust mutatja be. Más változatok az *M48*, az *M60* és a *Centurion* harckocsik alvázára málházottak. A könnyűfém ollós-híd nyitott állapotban 22 m hosszú, 4 m széles és 50 t tömegű. A végrámpákat állítani lehet és alkalmasak egy további híd pillérjeként való felhasználásra.

Új felderítő repülőtest

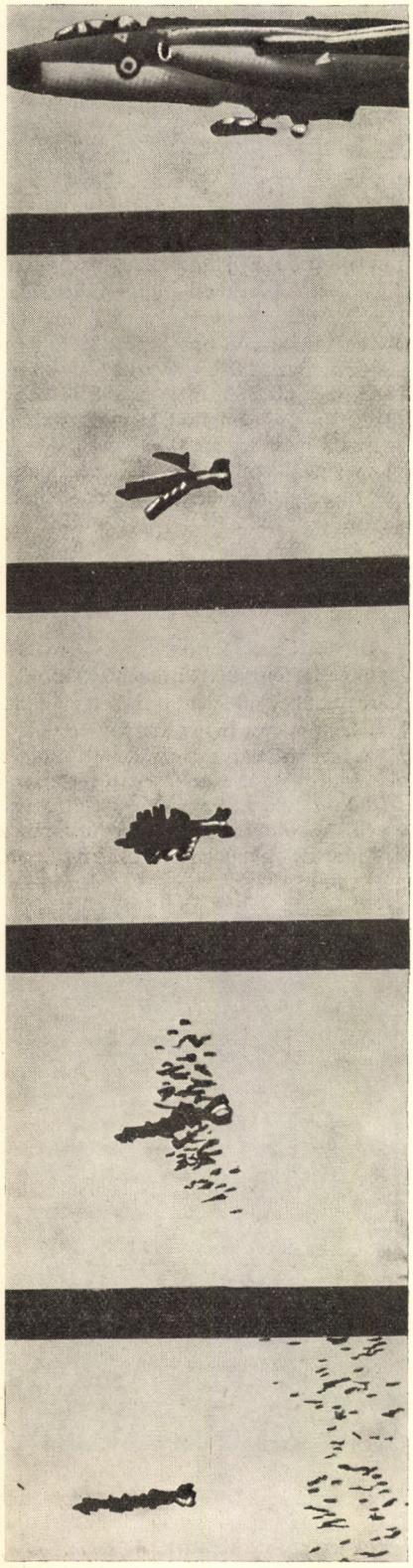
Az NSZK-beli Dornier-cég távirányítású repülőtestet fejlesztett ki, amelynek formája szárnycsonkokkal ellátott rakétára emlékeztet. Miután a repülőtest nagy szubszonikus sebességekre gyorsult fel, leáll a hajtóműve és a lefékezett test függőlegesen száll le a földre. Ezt a műveletet a test végén kinyílt, a helikopter rotorához hasonló, de rögzített csavarszárny segíti.



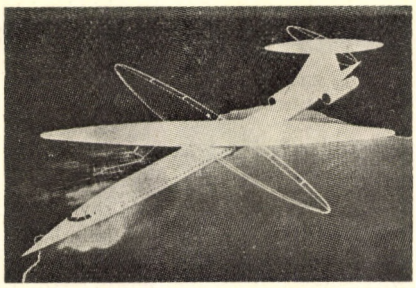
A felderítési műveletekben a repülőtest fényképezőgépeket, rádiólokátort és infravörös letapogató rendszert használ.

Szóróbomba

Az utóbbi években többféle szóróbombát fejlesztettek ki alacsonyan szálló repülőgépekről való bevetésre páncélozatlan vagy gyenge páncélzatú földi célok ellen. E bombák romboló hatása igen jelentékeny. Képsorozatunk a *BL–755*- típusú szóróbomba ledobását és szétnyílásának különböző fázisait mutatja be.



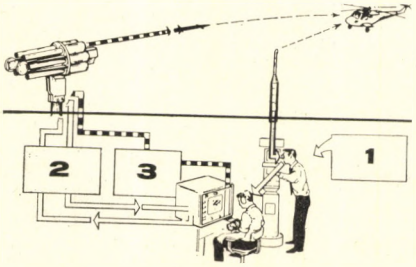
A „repülő olló"



A hangsebesség alatti repülőgépek szárnyelrendezésének mintaképéül a madarak szolgáltak. Hangfeletti sebességgel azonban semmilyen madár sem repül, s így a repülőgéptervezők nem folyamodhattak a természethez példáért. A tervezők most az itt bemutatott elrendezést javasolják a szupersszonikus repülőgépek szárnyainak kialakításához. Az új amerikai terv szerint a legkedvezőbb a törzs felett elhelyezett nem nyilazott egyenes szárny. Ezzel az elrendezéssel – amelyet „repülő ollónak" is neveznek – a deltaszárnyakhoz képest a szuperszonikus gépek startjakor negyedakkora a felszállási energia. Ha a repülőgép eléri azt a sebességet és magasságot, amelyen már előnyös az erősen nyilazott szárny, akkor az egyenes szárnyat 45°-kal elfordítják (az „ollót" kinyitják), tehát a szárny egyik vége hátrafelé, a másik pedig előre áll. Az előzetes tanulmányok szerint az ilyen szárnyelrendezésű repülőgép 1,2 M sebességig nem kelt hangrobbanást a földön, és fajlagos tüzelőanyagfogyasztása nagyjából akkora, mint a hangsebesség alatti repülőgépeké. Az óceánok felett, ahol a hangrobbanás nem okozhat kárt, a gép 1,5 M sebességgel repülne.

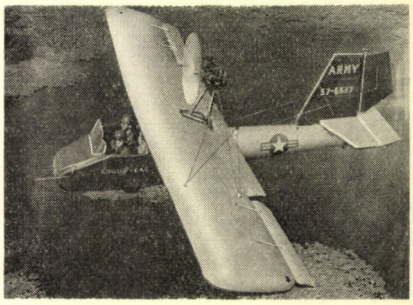
Tengeralattjáró védelmi rendszere

Tengeralattjáróknak vadász helikopterek elleni védelmére szolgál a *SLAM*-fegyverrendszer. Amint a periszkópon észlelik a helikoptert *(1)*, a megfigyelés eredményeit közlik a *SLAM* kezelőjével. A kezelő készülékével rááll a helikopter irányára és egyidejűleg a vízszint fölé emeli a fegyverrendszer indítóállását *(2)*. A helikopter magasságát meghatározzák, és televízión követik. Alkalmas időpontban a tűzvezető berendezés *(3)* segítségével gondoskodnak a rakéta indításáról.



Inflatobird

A képünkön bemutatott törperepülőgép az *Inflatobird* (felfújható madár) nevet viseli. Az amerikai Goodyear-gyár eredetileg légi „mentőcsónak" céljaira fejlesztette ki ezt a légijárművet. A bajba került vagy harci cselekmények során megsérült repülőgépből ejtőernyővel kidobott tartályban van elhelyezve az összecsomagolt mentőgép, amelynek teste, szárnyfelülete, vezérsíkjai gumizott nylon-szövetből készültek. Az ugyancsak ejtőernyővel földet ért pilóták kicsomagolás után motorhajtású légszivattyúval hat perc alatt fújják fel és helyezik a törpegépet indulásra kész állapotba.



Az *Inflatobird* 110 km/h utazósebességű; fedélzetén két fő foglalhat helyet, s 80 liter üzemanyagával mintegy öt óra hosszat repül. Pilótanélküli változatában a gép alkalmas felderítésre, emellett lőgyakorlatok alkalmával célrepülőtestként is használható.

Holland páncélozott szállító harcjármű

A *DAF YP–408* típusú 8×6 kerékelrendezésű páncélozott szállító harcjárművet több nyugati országban rendszeresítették. A 6,1 m hosszú, 2,4 m teljes szélességű és 1,8 m testmagasságú jármű legnagyobb sebessége úton 80 km/h. Egyedi felfüggesztésű kerekeit a jármű két oldalán húzódó kardántengelyekről hajtják; ennek az elrendezésnek a rovására írható, hogy szállító tere nem eléggé széles. Manőverképességét javítja, hogy a mellső négy kerekét kormányozni lehet. Fedélzeti fegyvere egy részben nyitott elhelyezésű 12,7 mm-es géppuska. Acélpáncélzatának vastagsága 16 mm.

testvérlapjainkból

Техника и вооружение

1972. 6. sz.

Katonai gépjárművek terepjáró képessége fokozásának lehetőségei
Hidraulikus fékrendszerek
Harckocsi javítóműhelyek
Lőszerek tárolása
Az optikai műszerek kezelése

1972. 7. sz.

A szovjet hajógyártás
Gyorsjáratú hajók
Víziakadályok leküzdése
Szabványosított földelések

1972. 8. sz.

A repülés a földön kezdődik
A repülőgépvezető katapultálása
A szigetelés állandó ellenőrzése
Lőszer rakodási munkálatok gépesítése
Lövészfegyverek javítása

Авиация и космонавтика

1972. 6. sz.

Stabilitás és kormányozhatóság
Függőleges felszállás I.
Az űrhajók csillagászati tájolása
Több üzemmódú hajtóművek

1972. 7. sz.

Űrkompok I.
Hajtóművek beszabályozási munkái
Függőleges felszállás II.
Az Aeroflot újdonságai
A *Szojuz*-űrhajó személyzetének biztonsági berendezése
Az *Apollo–16* repülése
Vízszintes repülés I.

1972. 8. sz.

Űrkompok II.
A *Prognoz* mesterséges hold
Űrkutatás – a tudomány és az ipar fejlődése
Fékezés a helikopter rotorjával
Vízszintes repülés II.

Военна техника

1972. 6. sz.

Lövészfegyverek hangtompítói
Panoráma vevők és spektrum analizátorok
Delfin típusú nagyméretű repülőeszközök
Szabályozás és irányítás

1972. 7. sz.

Katonai objektumok felismerésének automatizálása
Személy- és tehergépkocsik biztonsági övei
Csöves tüzérségi lőtávolságok növelése
Polimer műanyagok a haditechnikában

1972. 8. sz.

Hálóterv a páncélos- és gépjárműtechnika javításához
A *ZIL–130*, a *ZIL–131* és a *ZIL–157–K*-típusú gépjárművek kerekeinek kiegyensúlyozása
Fegyverzeti anyagok tárolása és megóvása tábori körülmények között

atom

1972. 5. sz.

Páncélozott szállítójármű vagy a lövészek harcjárműve
Kézi tűzfegyverek IV.
Elektronikus számítógépek III.
Gépjármű gázturbinák
A *Dragon* páncéltörő rakéta

1972. 6. sz.

Elektronikus számítógépek IV.
Kézi tűzfegyverek V.
Harckocsi aknamezők leküzdése
Repülőtéri tűzoltó gépkocsik
Lövészpáncélosok

1972. 7. sz.

Elektronikus számítógépek V.
Tengeralattjárók elleni védelem I.
Termoelektromos áramforrás

1972. 8. sz.

Elektronikus számítógépek VI.
A hetvenes évek tábori tüzérsége
Repülőgépre telepített vezetésgyakorló berendezések
Tengeralattjárók elleni védelem II.
AT–1 típusú szovjet légzőkészülék

militärtechnik

1972. 6. sz.

Korszerű tengeralattjárók I.
Az ellenrakéta rendszerek rádiólokátorai I.
Új ellenőrző mérőberendezések páncélostechnikai felszerelésekhez
A repülőbalesetek elemzése és a levont következtetések I.
Híradóalakulat karbantartási napjának tapasztalatai
A NATO-hadseregek víziaknazárai
A radióaktív sugármérés elveinek és értékelésének optimalizálása II.
Az elektronikus számítástechnika mai helyzete és fejlődési irányai

1972. 7. sz.

Számítógépek alkalmazása a rakétatechnikában és a tüzérfegyverzetben
A repülőbalesetek elemzése és a levont következtetések II.
A kerekes páncélozott szállító harcjárművek technikai állapotát meghatározó berendezések
A szállítási feladatok megoldása matematikai módszerekkel
A NATO-államok emelő és szállító berendezései I.
Az ellenrakéta rendszerek radiólokátorai II.
Az *ARS–14*-típusú vegyi mentesítő gépkocsi

1972. 8. sz.

Az adatrögzítés mint az adatfeldolgozás alapfeltétele
A tüzérségi lövedékek fejlődési irányai
Korszerű tengeralattjárók II.
A gyors rakodás az utánszállítási rendszer fontos eleme
Az NSZK páncélozott szállító és felderítő harcjárművei
A NATO-államok emelő és szállító berendezései II.
Gépjármű URH-berendezések

WOJSKOWY PRZEGLAD TECHNICZNY

1972. 6. sz.

Oxigénes búvárkészülékek
Tüzérek zajvédelme II.
Lengyel 7x45-os távcső

1972. 7. sz.

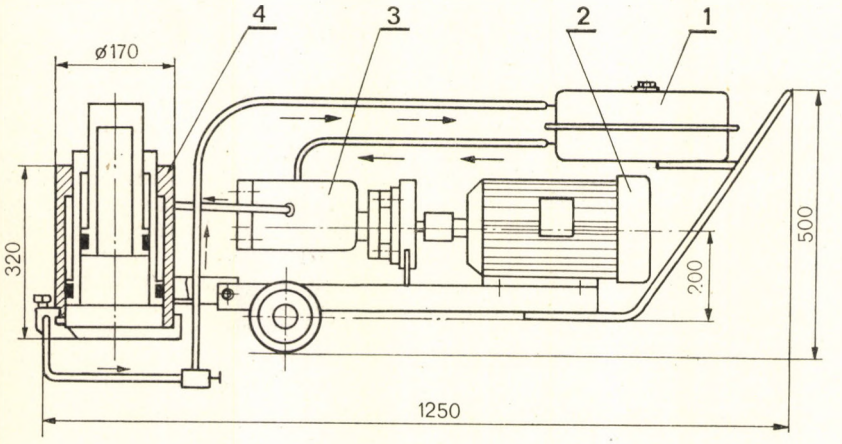
A lengyel elektronikus számítástechnika fejlődésének néhány kérdése
Fémkerámiai technikával készült permanens mágnesek
Tüzérek zajvédelme III.
Az óceán és a kozmosz
Fluidika
A csatornák és az információk kommutálása I.

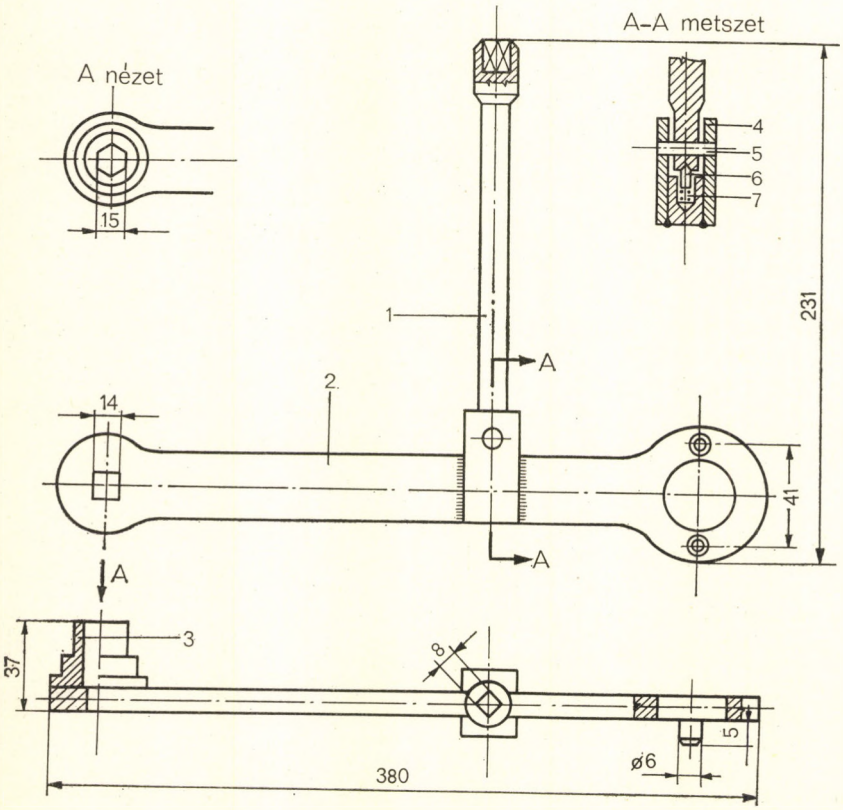
1972. 8. sz.

Az ionoszférikus hullámterjedés néhány kérdése
A motorok állapotának izotópos ellenőrzése
Repülőtéri tisztító berendezések
Termikus betűíró berendezések
A csatornák és az információk kommutálása II.

A Bolgár Néphadsereg újítóinak munkáiból

újítási szemle





Hidraulikus emelő

A 40 t teherbírású szerkezet gépjárművek, harckocsik, valamint különféle más súlyos tárgyak emelésére szolgál. Használata révén igen sok munka és idő takarítható meg. Nehéz súlyok emelésekor jó hatásfokkal használható.

A hidraulikus emelőt elektromotor működteti. Egyszerű szerkezetű lévén, bármilyen gépműhelyben előállítható. Alkatelemei az *1* olajtartály, a *2* elektromotor, a *3* olajszivattyú és a *4* munkahenger.

Az utóbb említett munkahenger elkészíthető a *ZIL–157* típusú gépkocsik hidraulikus hengeréből, megfelelően lerövidítve. Az olajtartály használt is lehet, a keret szögvasból készült. Az elektromotort az olajszivattyú közvetlenül hajtja.

A súly emelésekor az olajszivattyú az olajat a tartályból a csővezetéken 140 at nyomással a hidraulikus hengerbe szállítja. A henger mögött 150–200 mm-re kivezető csővezetéken levő csapot ekkor zárva kell tartani. A súly leeresztéséhez elegendő e csap nyitása; ekkor a hengerben levő olaj visszaáramlik a tartályba.

Kombinált kulcs harckocsi-lövegcső hátrasikló szerkezetéhez

A 100 mm-es harckocsilöveg folyadékfékes hátrasikló szerekezetéhez megfelelő kulcskészlet áll rendelkezésre a tartalékalkatrész, szerszám és tartozék (TASZT) ládájában. A készlet előkeresése azonban néha igen hosszadalmas. Az újítók által kidolgozott kombinált kulcs tartalmazza mindazokat az elemeket, amelyek a lövegcső hátrasikló szerkezetének ellenőrzéséhez szükségesek. Ez az eszköz az alábbi elemekből áll: *1* kulcs a visszacsapó szelephez; *2* kulcs a fékfolyadék leeresztőnyílás menetes záródugójához; *3* kulcs a visszacsapó szelep nyílászáró menetes dugójához; *4* léc; *5* rögzítő csap; *6* rögzítő; *7* rugó; *8* kulcs a visszacsapó szelepkarika tömszelencéjéhez.

TARTALOM

Egy negyedszázad mezsgyéjén... 117

Csontos Endre: Tehergépkocsik szervokormány berendezései 118

Nemes Imre: Víziaknák felderítése és leküzdése 124

Hatos Géza: Fűtőanyagcellák 129

ÚJ TUDOMÁNY — ÚJ TECHNIKA

A Csepel *D—566* terepjáró tehergépkocsi 134

A tudomány jövő problémái 135

KIS ENCIKLOPÉDIA 139

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

A mozgékonyság és a műszaki csapatok technikai eszközei 144

A környezetvédelem és a légi felderítés 148

Termonukleáris szellem a mágneses palackban 151

KÖNYVSZEMLE 138, 147, 150

HADITECHNIKAI HÍRADÓ 153

TESTVÉRLAPJAINKBÓL 155

СОДЕРЖАНИЕ

На рубеже двадцатипятилетия... 117

Э. Чонтош: Серворули грузовых автомобилей 118

И. Нэмэш: Разведка и преодоление подводных мин 124

Г. Хатош: Топливные элементы 129

НОВАЯ НАУКА — НОВАЯ ТЕХНИКА

Грузовик высокой проходимости «Чепел» Д—566 134

Будущие проблемы науки 135

КРАТКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ 139

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Мобильность и инженерная техника 144

Защита окружающей среды и воздушная разведка 148

Термоядерное привидение в магнитом графине 151

ОБЗОР КНИГ 138, 147, 150

ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА 153

ИЗ БРАТСКИХ ЖУРНАЛОВ 155

INHALT

Zum Vierteljahrhundertsfest des Militärtechnischen Instituts 117

E. Csontos: Hilfskraftlenkungen von Kraftfahrzeugen 118

I. Nemes: Aufklärung und Abwehr von Wasserminen 124

G. Hatos: Brennstoffzellen 129

NEUE WISSENSCHAFT — NEUE TECHNIK

Csepel *D—566* Geländekraftfahrzeug 134

Zukunftsprobleme der Wissenschaft 135

KLEINE ENZIKLOPÄDIE 139

INTERNATIONALE MILITÄRTECHNISCHE RUNDSCHAU

Die Mobilität der Geräte der technischen Truppen 144

Luftaufklärung im Dienste des Umweltschutzes 148

Thermonuklearer Geist in der Magnetflasche 151

BÜCHERSCHAU 138, 147, 150

MILITÄRTECHNISCHE KURZBERICHTE 153

AUS DEN ZEITSCHRIFTEN UNSERER WAFFENBRÜDER 155

Ára: 6,— Ft
Évi előfizetés: 24,— Ft

A Zrínyi Katonai Kiadó újdonságaiból

Haditechnika — 1973

A gyűjteményes kötet a haditechnika fejlődésének néhány legújabb, fontos eredményét és a fejlesztésnek a legközelebbi jövőben várható tendenciáit mutatja be az olvasónak. A számos képpel és vázlattal illusztrált, színesen megírt könyv a modern haditechnika kitűnő összefoglalása.

Kötve 272 oldal, ára 35,– Ft

DR. HORVÁTH ÁRPÁD:

A gépkocsi regénye

Második átdolgozott kiadásban jelent meg 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 369 oldal, ára 22–, Ft.