

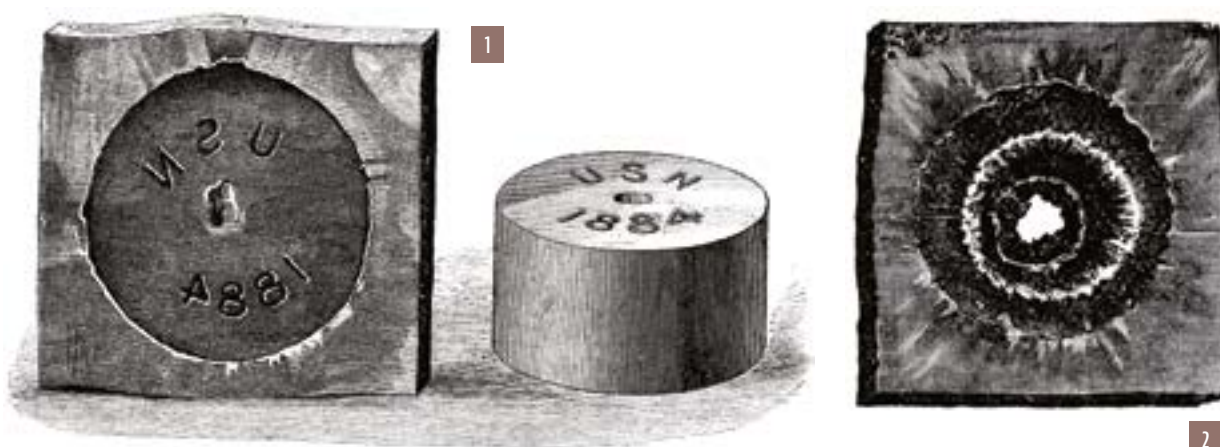
A KŐSZÓRÓ AKNÁKTÓL AZ INTELLIGENS SZÁRAZFÖLDI AKNÁKIG

VI. RÉSZ

OLDAL ELLENI HARCKOCSI AKNÁK

1. ÁBRA. Munroe első kísérletének eredménye [20; 574.]

2. ÁBRA. Munroe kumulatív töltete átlukasztotta a fémlemez [20; 575.]



A cikksorozat ötödik részében a II. világháború után a gyakorlati és hagyományos harckocsi elleni aknák terén történt főbb fejlesztési irányokkal foglalkoztunk. Ebben az időszakban jelentek meg azonban azok a páncélos eszközök ellen kifejlesztett műszaki harcanyagok is, melyek a robbanás hatásának koncentrálhatóságát kihasználva, az addigiaktól eltérő módon, oldalról támadták meg a célpontjaikat.

AZ IRÁNYÍTOTT HATÁSÚ ROBBANTÁS – KUMULATÍV TÖLTETEK

Bármilyen hihetetlen is, a robbanás irányított hatásának felfedezése III. Napóleon császár – a brit tengeri uralom megtörésére szánt – új hadihajója 1859-ben történt vízre bocsátásához köthető. A La Gloire fa hajótestét – a világon először – kívülről 12 cm vastag acéllemezekkel borították be a vízvonalig, hogy ezzel hatástalanítsák a korabeli hajóágyúk lövedékeit. Egy ilyen munkát már abban az időben sem lehetett titokban tartani, így a négy hónappal később vízre bocsátott, immár tisztán fémtestű brit hajó, a Warrior a világ akkori leggyorsabb, legnagyobb, legütőképesebb és legerősebben felfegyverzett hadihajója lett, és testvérhajójával, a Black Prince-szel megerősítették Nagy-Britannia helyét a tengerek uraként. Egyúttal ezek jelentették a hajózásban az átmenetet is a vitorlázásról a gőzmeghajtásra.

A vastag páncéllal és hatalmas tűzérési erővel rendelkező hadihajók ellen új lövegekre és tűzérési löszerekre lett volna szükség, de ezek kifejlesztéséhez és tömeges gyártásához idő kellett. Ezért egy azoknál sokkal olcsóbb, mégis hatékony fegyver fejlesztése is elkezdődött világszerte: ez volt a Fiumében született Giovanni Biagio Luppis¹ és az angol Robert Whitehead² által 1866-ban bemutatott torpedó.³ Az első modellben lévő 8 kg robbanóanyag azonban csak kb. 30-40 mm vastag lemez tudott átrobbantani. Az egyre vastagabb páncélzatú hadihajók miatt tehát világszerte lázas kutatások kezdődtek a minél nagyobb hatóerejű robbanóanyagok terén, hiszen a töltetet célba juttató torpedók mérete nem volt korlátlanul növelhető. Ne feledkezzünk meg arról, hogy a nitrocellulózon kívül ebben az időben még nem álltak rendelkezésre a később kifejlesztett nagy hatóerejű robbanóanyagok. A trotilt 1891-ben fejlesztették ki Németországban, de első harci alkalmazására csak az 1905-ös orosz–japán háborúban került sor; a nitropenta 1891-ben, az ammónium-nitrát + faszén + alumíniumpor keverékéből álló ammonál 1899-ben, a tertil 1906-ban, a hexogén pedig csak 1920-ban jelent meg. Mint már annyiszor a technika történetében, a kutatás során itt is egy véletlennek köszönhetően „talált fel” valaki valami váratlan újdonságot.

* Professor emeritus, a hadtudomány kandidátusa, ny. tanszékvezető egyetemi tanár. ORCID: 0000-0001-8569-5013

¹ Császári–királyi fregattkapitány (1813–1875).

² Angol mérnök, vállalkozó (1823–1905).

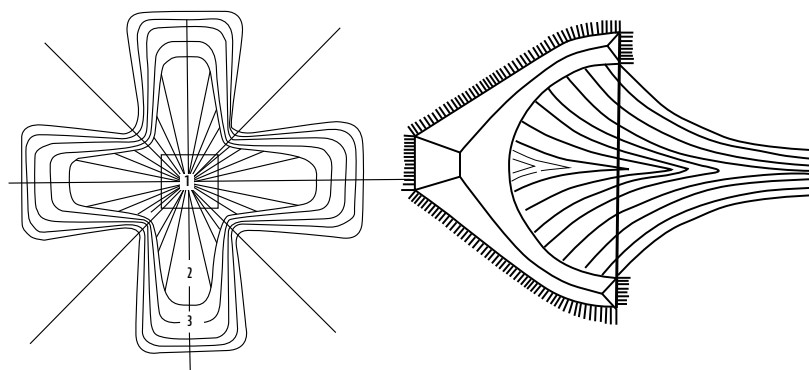
³ A név a márványos zsibbasztó rája latin nevéből, a *Torpedo marmoratából* ered.

Az amerikai kémikus, Charles Edward Munroe 1874 és 1886 között Annapolisban tanított az USA Haditengerészeti Akadémiáján. Onnan hívták meg mint a robbantások terén is elismert szakértőt Newportba (Rhode Island), az USA Haditengerészeti Torpedó Intézetébe, ahol 1888-ig dolgozott, többek között torpedók harci töltetének fejlesztésén. Egy alkalommal egy, a Haditengerészetnél rendszeresített lőgyapot (nitrocellulóz) töltetet⁴ robbantott vastag fémlamezen. A töltet tömege nem volt elégséges a lemez átlukasztásához, viszont azt tapasztalta, hogy a henger alakú préstestbe belenyomott azonosító betűk és számok (USN 1884), valamint a közepén lévő gyutacs-fészek lenyomata megjelent a lemezen (1. ábra). A további kísérletek megerősítették a tapasztalatot: a robbanóanyag helyi hatása megnövekedett a benne képzett üregek irányában. A szakirodalom egy részében ennek alapján nevezik a kumulatív hatást Munroe-effektusnak.⁵ A kísérletek folytatása során, a robbanóanyagban készített további üreges kiképzések eredményeként végül sikeresen átlukasztották a fémlamezt. (2. ábra)

Munroe kísérlete rávilágított arra, hogy a robbanóanyag-töltetek alakja befolyásolja a töltet céltárgyra kifejtett hatását. Megállapították, hogy a robbanás során keletkező gáztermékek terjedése a legintenzívebben és a távolodás arányában a legkisebb csökkenéssel a töltet oldalfalaira merőlegesen történik. A Munroe-effektus lényege tehát az, hogy ha a robbanóanyagba üreget, mélyedést készítenek, akkor a töltet robbanása során ezen a helyen a robbanási gáztermékek egy pontba tartó áramlása következik be (szuperponálódnak⁶). Ebben az összetartó áramlásban a robbanási gáztermékek sűrűsége az összetartás függvényében megnövekszik, ezzel együtt pedig megnövekszik a töltet rombolóhatása is.

Visszatérve az amerikai kísérletek eredeti céljára: Munroe 1888-ban a Scribner's Magazine-ban megjelent *Modern explosives (Modern robbanóanyagok)* című cikkében számolt be a történekről. Bár valójában a torpedókban alkalmazható nagyobb hatású robbanóanyagról nem tudott beszámolni, viszont a kumulatív hatás felfedezése forradalmi változást hozott úgy az ipari, mint a katonai robbantástechnikában.

A homloklapfelületén üregesen kiképzett és az ellenkező végén indított töltetek hatását a német M. Neumann (1911) és Egon von Neumann (1914)⁷ tisztázták alapos kísérletekkel. A kumulatív töltetek kutatása lendületet kapott más országokban is: az Egyesült Királyságban Arthur Marshall (1915–1920), majd W. Payman és D. W. Woodhead (1935–1937), az Amerikai Egyesült Államokban Charles P. Watson (1921–1925), majd prof. R. W. Wood (1936), Oroszországban Miron Jakovlevics Szuharevskij (1925–1926), Olaszországban D. Lodati (1932) folytattak kísérleteket és jelentettek meg tanulmányokat a kumulatív töltetekkel kapcsolatban. [21]



1939-ben, a szintén német Franz Rudolph Thomanek újból igazolta Munroe korábbi, de az idők során feledésbe merült azon megfigyelését is, hogy az irányított hatás növelhető, ha az üreg belső felületét fémbéléssel borítják. További lépést jelentett annak felismerése, hogy a határfok növelhető, ha a töltetet nem magára a robbantandó tárgyra, hanem attól meghatározott távolságra, az úgynevezett fókusz-távolságra helyezték. Ezzel megszületett a ma is alkalmazott kumulatív lyukasztó töltetek végleges változata.

A KÉZI PÁNCÉLTÖRŐ ESZKÖZÖKBŐL KIFEJLESZTETT OLDAL ELLENI HARCKOCSIKNÁK

A kumulatív töltetek fejlesztése a II. világháború előtt a páncéltörő fegyverek irányába mozdult el. 1935-ben egy svájci vegyészmérnök, Henry Hans Mohaupt zürichi laboratóriumában egy olyan fegyveren dolgozott, melyet a gyalogos katonák eredményesen alkalmazhatnának a páncélvédett harcjárművek ellen. A megoldást a Munroe-effektus elvén működő lőszerben látta. A világon az első kumulatív elven működő tüzérségi lőszer, az 1940 májusában rendszeresített brit No 68 100 mm-es gránát volt. Az ezzel kapcsolatos „Továbbfejlesztett robbanó lövedék” c. 113.685 számú szabadalmat Berthold Mohaupt, Henry Mohaupt és a francia Erich Lauders Franciaországban 1939. november 9-én, Ausztráliában pedig 1941. aug. 14-én jegyezték be. [21; 48.] Sajnos a lőszer 50 mm-es páncélátütő képessége kevésnek bizonyult már az akkori német közepes harckocsik⁸ 80 mm-es homlokpáncélja ellen is.

1940-ben, a háború kitörését követően Mohaupt meghívást kapott az Amerikai Egyesült Államokba, ahol vezetésével elkezdődött egy vállról indítható, reaktív töltettel célba juttatott kumulatív páncéltörő fegyver fejlesztése, a „Bazooka project”.⁹ A mintegy 150 cm hosszúságú, vállról indítható páncéltörő fegyvert 1941-ben Észak-Afrikában vetették be először a britek. A 60 mm átmérőjű, 1,6 kg tömegű rakéta 225 g-os pentolit¹⁰ töltete, mintegy 5 inch (120–130 mm) vastag páncéllemezt tudott átütöni. A háború

3. ÁBRA. Robbanási gáztermékek terjedése négyzet alakú összpontosított és belés nélküli kumulatív töltet esetén. Jelmagyarázat: 1. töltet; 2. robbanási gáztermékek; 3. lökhullám [1; 70–71.]

⁴ Átmérője 3,5 inch (8,89 cm), vastagsága 2,0 inch (5,08 cm).

⁵ Egyes irodalmakban Monroe néven szerepel.

⁶ Fizikai értelemben: két vagy több hatás (például erő, hullámok) együttes hatása megegyezik a hatások vektoriális összegével.

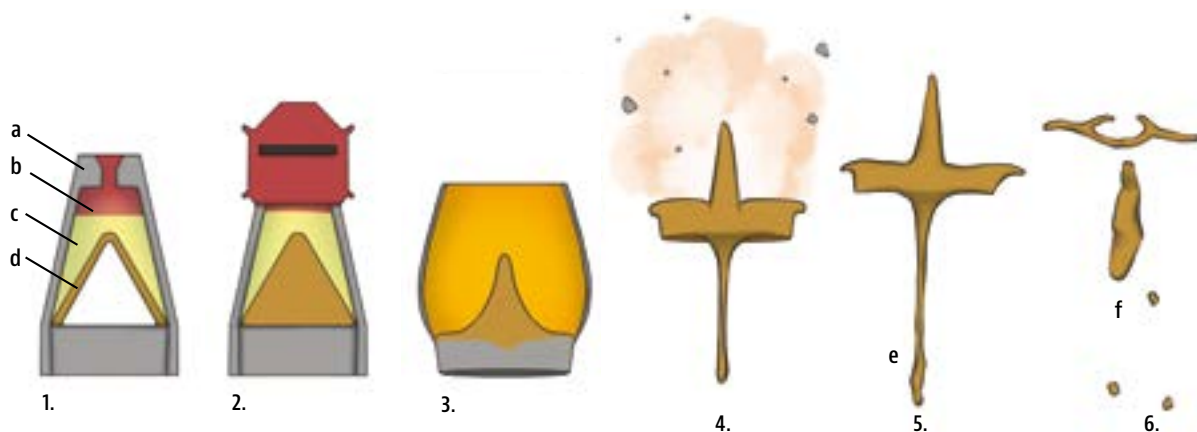
⁷ A közös vezetéknek csak a véletlen műve, nem rokoni kapcsolatról van szó.

⁸ PzKpfw III és IV közepes harckocsik – a csapatoknál 1937–1938-ban jelentek meg.

⁹ Az elnevezést egy akkoriban népszerű amerikai komikus, Bob Burns házi készítésű (azonos nevű) rézfúvós hangszeréről kapta, mely tölcsér alakú végződésekkel ellátott csődarabokból állt, és valóban hasonlított a rakétavető szerkezetre.

¹⁰ Nitropenta-trotil keverék robbanóanyag.

4. ÁBRA. Kúpos üregű kumulatív töltet robbanásának fázisai a röntgenimpulzus-felvételek alapján [1; 75. 3.2.1. ábra]



1. a töltet metszete (a. fémburkolat; b. indítótöltet; c. öntött robbanóanyag-főtöltet; d. réz béléskúp); 2. a robbanás pillanata; 3. a töltet a robbanás után 6 μ s, 4. 12,5 μ s, 5. 17 μ s, 6. 120 μ s utáni állapotban (e. a béléskúpból képződött mag; f. jet)

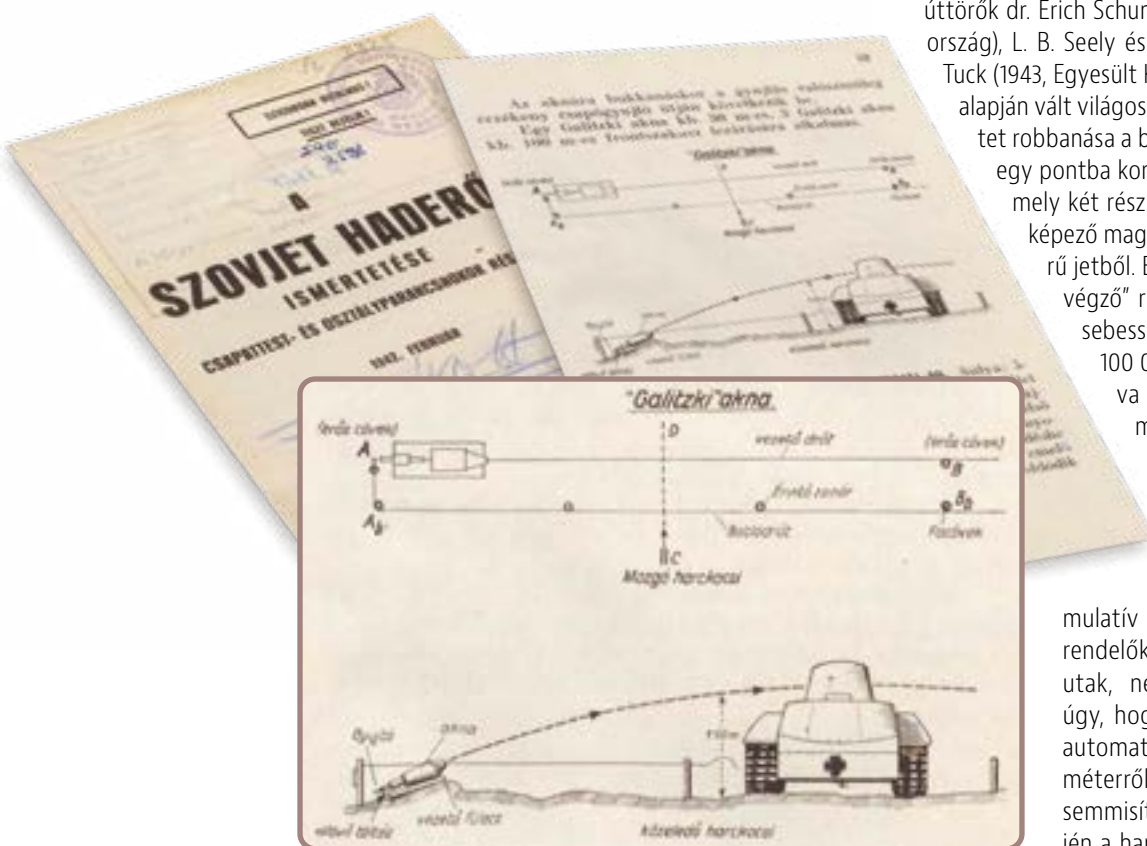
ideje alatt az amerikai hadiipar 441 ezer Bazooka kilövőt és hozzá 15 millió harci töltetet gyártott. [22] Az eszköz maga egyszerű volt: azt a katona a válláról indította a harckocsi irányába egy lőportöltetű rakéta segítségével. A fejrészben volt a kumulatív töltet, mely egy egyszerű, pillanathatású csapódógyújtóval szerelve, a céltárggyal való ütközés pillanatában iniciálta a töltetet.

Németországban a Hubert Schardin professzor által vezetett tervezőcsapat megalkotta a hasonló elven működő Panzerfaust-családot és a Panzerschreck kézi páncéltörőt.

A kumulatív hatás felfedezését követően a fejlesztők erőfeszítéseket tettek az irányított hatású robbanás energiájának direkt felhasználására a harcjármű egyik legsebezhetőbb része, az oldalpáncél ellen is. A kísérletek azonban ebben a formában nem vezettek eredményre: a kumulatív jet, amennyiben néhány tíz centiméteren belül nem találkozott a céltárggyal, darabjaira szakadt (4. ábra).¹¹ A kumulatív tölteteket sokáig csak empirikus úton, vagyis kísérleti tapasztalatok alapján tervezték. Nagy áttörést jelentett, amikor röntgen-impulzusos felvételeket¹² kezdtek készíteni erről a nagy sebességű robbanási folyamatról. (4. ábra) Az első úttörők dr. Erich Schumann, Hubert Schardin (1941, Németország), L. B. Seely és J. C. Clark (1941, USA), illetve James Tuck (1943, Egyesült Királyság) voltak. [23; 12.] A felvételek alapján vált világossá, hogy amikor a robbanóanyag-töltet robbanása a béléskúp anyagát, annak falai mentén egy pontba koncentrálja, akkor létrejön egy alakzat, mely két részből áll: a bélésanyag nagyobb részét képező magból, és az abból kialakuló lándzsaszzerű jetből. Ez utóbbi a tulajdonképpeni „munkavégző” része a töltetnek, mely több 10 km/s sebességgel becsapódva a céltárggya, akár 100 000 atmoszférás nyomást gyakorolva rá áthatol azon. A nagyobb tömegű mag sebessége ennél jóval kisebb, ez az oka annak, hogy amennyiben a jet néhány 10 cm-en belül nem találkozik céltárggyal, úgy darabokra szakad.

Ebben a formában tehát a kumulatív töltetek nem feleltek meg a megrendelők által támasztott új igényeknek: utak, nehezen járható irányok lezárására úgy, hogy az oldal elleni (megfigyelt, vagy automata működésű) akna, akár néhány tíz méterrel is képes legyen a harcjármű megsemmisítésére. Aztán az 1970-es évek elején a harckocsi elleni aknák teljesen új fajtái

5. ÁBRA. A szovjet „Galitzki”-féle oldal elleni harckocsiakna [2; 53.]



¹¹ Bővebben lásd [5; 158–167. és 222–227.]

¹² A röntgenimpulzus-felvétel (Flash X-ray photograph) során nagyon rövid, nagy intenzitású röntgenimpulzusokat használnak extrém gyors folyamatok lefényképezésére. Az expozíció időtartama nem folyamatos, hanem mikro- vagy nanomásodperces villanásokból áll, amely által például robbanásokról, anyagdeformációkról stb. készíthetők a gyorsan változó jelenségek egymás utáni részleteiről éles felvételek.

jelentek meg, méghozzá két különböző működési elvvel: ezek az oldal elleni aknák.

Az első ötlet még a fent említett II. világháborús kézi páncéltörő fegyverekből származott, és tulajdonképpen nagyon egyszerű volt: ha a kumulatív töltet nem képes több tíz méterről elpusztítani a harckocsit, akkor először ezt a töltetet „oda kell vinni” annak oldalához.

A Vörös Hadseregben jelent meg először egy ilyen oldal elleni akna, az ún. Galickij-féle akna (5. ábra).¹³ A 9,5 kg össztömegű, 3,0 kg robbanóanyag-töltetű harci fejet feketelőpor-töltetű rakétával lötték ki. A szerkezet automata működésű volt, az 5. számú ábrán látható G-irányból érkező harckocsi az Ab-Bb vékony botlódórótba beleakadva indítja a kilövőszerkezet gyújtóját. A harci rész a botlódórótól 0,5 m-re kifeszített vastag A-B huzalon végigcsúszva támadja a harckocsi oldalát. A huzal biztosítja azt, hogy a lövedék röppályája ne haladja meg az 1,5 m-t, a huzalok közötti 0,5 m-es távolságot pedig olyan számítás alapján határozták meg, hogy a páncélos eszköz átlagos haladási sebességének figyelembevételével, azt pont középen találja el. Egy aknával egy 30 m-es szakaszt zártak le, általában 3 aknát telepítettek egy 100 m-es rész védelmére.

Természetesen ennek az „aknának” a hatékonysága még meglehetősen alacsony volt, ennek ellenére mintaként szolgált az oldal elleni aknák egyik nagy családjának, a hagyományos, kézi, reaktív, kumulatív töltetű páncéltörő fegyverek oldal elleni aknaként való alkalmazásának. Az úttörők az amerikaiak voltak, akik 1965-ben az M7A2 páncéltörő fegyvert alkalmazva kifejlesztették az M24 (6. ábra) és az M66 típusjelű, reaktív töltettel célba juttatott, kumulatív, oldal elleni aknákat.

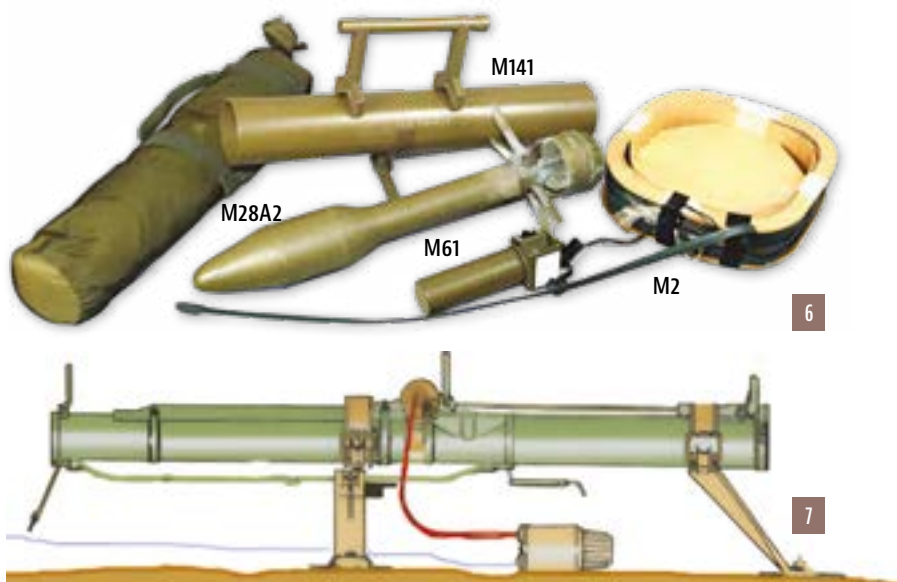
1974-től alkalmazták az 1972-ben rendszeresített RPG-18 reaktív hajtású hátrasiklás nélküli gránátvető bázisán kifejlesztett TM-73 jelű szovjet aknát.¹⁴ (7. ábra)

A későbbiek során más államok is megjelentették hasonló elven működő, oldal elleni aknáikat, hogy csak a német PARM-1 és PARM-2, valamint a brit LAW-80 páncéltörő fegyverből fejlesztett Addermine-t említsük.

A MISNAY-SCHARDIN-EFFEKTUS ELVÉN MŰKÖDŐ, OLDAL ELLENI HARCKOCSIÁKNÁK

Az oldal elleni aknák másik nagy családja a Misnay-Schardin-effektus elvén működő, robbanással formált lövedéken (EFP)¹⁵ alapul. Itt a lényegesen vastagabb betéttányérból, a szintén irányított hatású robbanás következtében egy, a kumulatív tölteténél lényegesen alacsonyabb sebességű (kb. 2000 m/s), de masszív, lövedék formájú alakzat képződik, (8. ábra) mely több tíz méter megtétele után is képes viszonylag nagy vastagságban és átmérőben átütni a páncélozott eszköz falát.

A cikksorozat 4. részében bemutatottuk a világ első, robbanással formált lövedék elvű, oldal elleni aknáját, a Misnay József által fejlesztett LÖTAK-ot. [7; 4–5.] A gyalogság elleni repeszaknák fejlődésének bemutatásakor, az előző,

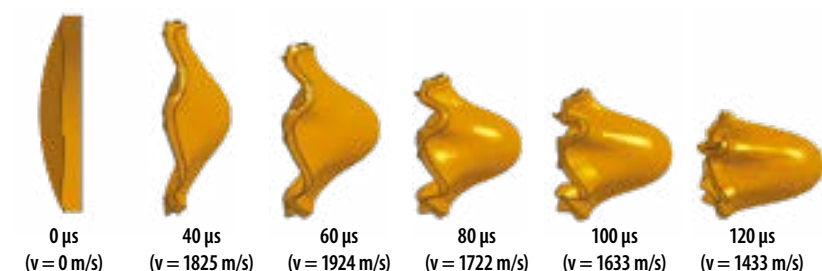


6. ÁBRA. Amerikai M24 reaktív, kumulatív, oldal elleni akna [4]

5. részben már írtunk arról, hogy 1946-tól a német Schardin professzor egy ideig Franciaországban dolgozott a kutatócsoportjával, és a korábban általa csak elméleti formában megfogalmazott robbanással formált lövedékek is kísérletezett. Ebben az időszakban az angolok is engedélyt kaptak a párizsi nagykövetség katonai attaséján keresztül, hogy meglátogassák az intézményt a Misnay-Schardin-töltetek tervezésével kapcsolatban további információgyűjtés céljából. A látogatás a jelentés szerint nem volt teljesen sikeres: a francia katonai ellenőrző hatóság nem nézte jó szemmel, hogy a britek kikérdezik a német tudományos személyzetet. 1952-ben aztán a szerzett információk alapján készült egy titkos minősítésű anyag Angliában, amely három oldalon foglalta össze egy ábramelléklettel a tapasztalatokat.¹⁶ [8] Nem véletlen tehát, hogy a Misnay-Schardin-elven működő töltetek tervezését Franciaországban élesztették fel, először 1969-ben, a MI AC AH F1 oldal elleni aknával, amelyet a brit haderőben L14A1 néven rendszeresítettek (9. ábra). A GIAT Industries által gyártott 185 mm átmérőjű, 6,5 kg hexotol¹⁷ robbanóanyag-töltetű akna hatásos távolsága 40–80 méter (optimális kb. 40 m), páncélatütő képessége 70 mm volt.

A Szovjetunióban 1984–1985-ben jelent meg a hasonló elven működő TM-83 akna. Ez azonban már a bevezetőben említett 2. generációs akna volt, mivel nem egy operátor hozta működésbe, hanem a letelepítés után önműködően védte a kijelölt területet a harcjárművektől. A 20,4 kg

7. ÁBRA. Szovjet TM-73 reaktív, kumulatív, oldal elleni akna [5; 223. 60. ábra]



8. ÁBRA. A robbanással formált lövedék kialakulása egy mai számítógépes szimuláció alapján [6; 10.]

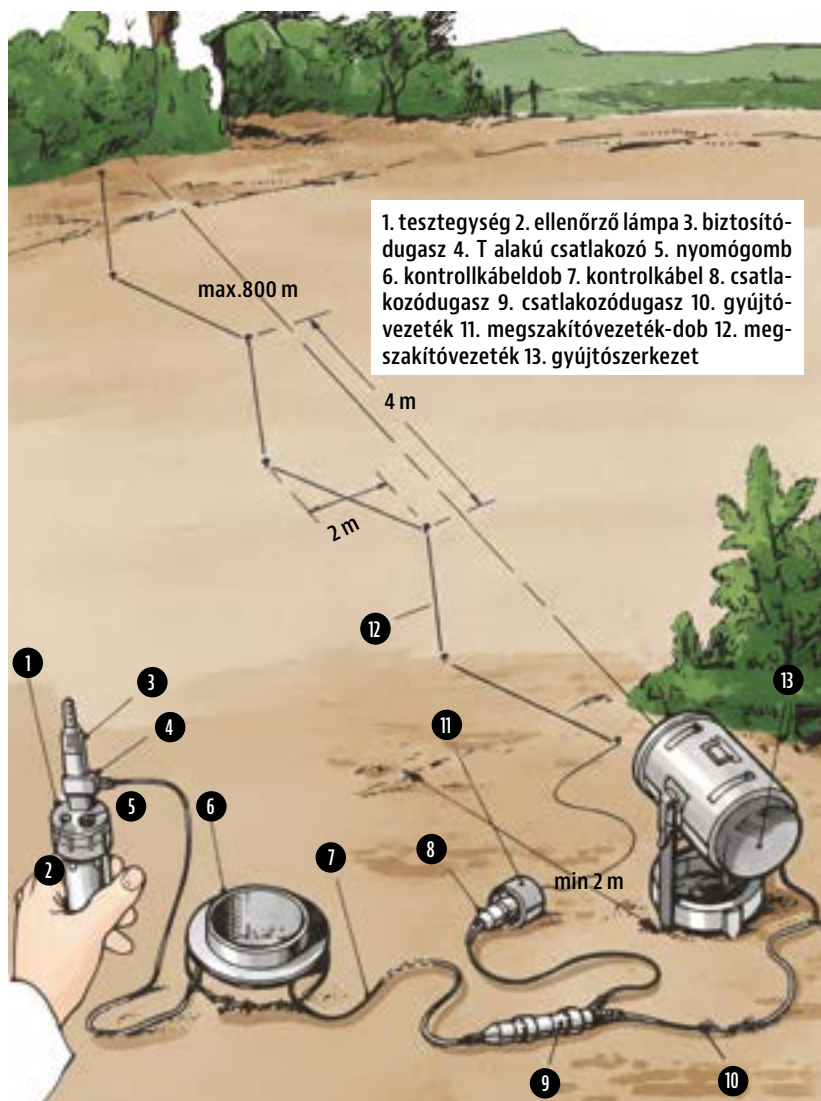
¹³ A [3; 43–46.] anyagában „Galiczky” aknaként szerepel a Galickij vezérőrnagy által feltalált LMG akna (Летающая Мина Галицкого).

¹⁴ 1999-ig titkosan kezelték az eszközt.

¹⁵ Angolul EFP, vagyis Explosively Formed Penetrator (Projectile).

¹⁶ Bővebben lásd [5; 220–222.]

¹⁷ Hexogén és trotil keverékéből készült robbanóanyag.



9. ÁBRA. Brit L14A1 oldal elleni akna [9; C/13. ábra, C-4-4.]



10. ÁBRA. MPB-ZN lengyel oldal elleni harckocsiakna [14]

11. ÁBRA. MPB-ZK lengyel oldal elleni harckocsiakna [13]

össztömegű akna célérzékelővel rendelkezik. Mivel a működtető elektronikához áramforrás szükséges, ezért az élesztés után csak egy szeizmikus érzékelő tartja készenléti (figyelő-) helyzetben. Ennek működése kevesebb energiát emészt fel, ugyanakkor biztosítja azt is, hogy élő személyek vagy állatok mozgására ne robbanjon fel az akna.

¹⁸ Composition B, vagy hexotol.

¹⁹ Wojskowy Instytut Techniki Inżynierijnej – WITI.



12. ÁBRA. Szovjet TM-83 oldal elleni harckocsiakna [10]

A 200–250 m távolságra érkező harcjármű keltette rezgés hatására viszont teljes harckészültségbe helyezi az eszközt, melynek második, infravörös szenzora 90–120 m távolságból várja a látómezejébe kerülő harcjárművet. Amennyiben az a maximális 50 m-es hatótávolságon belül érkezik, felrobbantja az aknát. A 9,6 kg tömegű, 40/60 arányú trotil-hexogén¹⁸ robbanóanyag-töltet robbanással formált lövedékének maximális páncélatütő képessége 100 mm, a keletkező nyílás átmérője 80 mm. Amennyiben a közeledő páncélos eszköz nem kerül az infravörös érzékelő látómezejében a hatásos távolságon belülre, az akna 3 perc elteltével automatikusan visszaáll „figyelő” üzemmódba.

OLDAL ELLENI HARCKOCSIÁKNÁK ÉS AZ OROSZ-UKRÁN HÁBORÚ

A cikk befejezéseként az orosz–ukrán háborúhoz kapcsolódóan három lengyel és egy észt fejlesztésű, oldal elleni harckocsiaknát mutatunk be. Ez is bizonyítja azt, hogy még ma is jelentős szerepet játszanak az ilyen műszaki harcanyagok a páncélos eszközök elleni harcban.

A lengyel MPB aknát a BELMA vállalat fejlesztette ki, a József Kosacki professzorról elnevezett Katonai Műszaki Technológiai Intézet¹⁹ közösen. A hadseregben 1986-ban rendszeresítették. A 45 kg össztömegű akna a 22 kg-os TNT-töltete segítségével képzett robbanással formált lövedékkel 50 m-es hatótávolságon belül 100 mm-es homogén páncélatütésre képes. A további fejlesztések eredményeként ma két típusa van szolgálatban, melyek már harmadik generációs aknáknak számítanak. Az MPB-ZK akna indítása az erdei utakon, de akár a kemény felületű városi területeken is, az ott elhelyezett nyomásérzékelőkkel történik. Amikor a jármű lánctalpa vagy kereke rágurul a kihelyezett 10 darab elektromechanikus nyomásérzékelő valamelyikére, az érintkezős gyújtószerkezet robbantja az eszközt. Ha nem észlel célpontot, az akna a beállított 1, 10 vagy 30 nap elteltével automatikusan megsemmisíti magát.

Az MPB-ZN akkumulátorról működő akna érintésmentes gyújtószerkezete akusztikus (érzékelés és akusztikus elemzés) és hőérzékelőkkel (érzékelés és hő-jel elemzés) párosítva robbantja fel az aknát, amikor a jármű átlépi az utóbbi érzékelő optikai látómezejét. A fent közölt beállított idő leteltével ez az akna is felrobbantja magát. Mindkét típus képes hatékonyan megsemmisíteni a reaktív páncélatütő járműveket is. [14]

Ugyancsak a BELMA S.A. fejlesztette ki a legújabb oldal elleni aknáját „Tulipán” fantázianévvel. A robbanó harc-

anyag járművek, könnyű páncélozott szállítójárművek és teherautók/terepjárók elleni harcra készült. Az alkalmazott EFP harci fej Composition B robbanóanyagával képes 2–50 m távolságból hatékonyan eltalálni a célpontokat, és 60 mm-es páncélátütő képességével megállítani az akna robbanási tengelyében haladó járműveket. Felhasználható a nemzeti határok védelmére, védelmi műveletek késleltetésére, a saját csapatok visszavonulásának fedezésére, objektumok, például vezetési pontok védelmére a csapatok felelősségi területein, valamint diverziós tevékenységekre. Kis mérete és tömege (7 kg) miatt két akna szállítható egy hátizsákban, és egy személy által 5–6 perc alatt elhelyezhető a harctéren. Az akna automatikusan vagy egy kezelő felügyelete mellett működhet. Gyújtószerkezete az MPB-ZN-hez hasonlóan működik. A típus különlegessége, hogy lehetőség van 1-től 9-ig terjedő sorszámú, menetoszlopban egymást követő, vagy kiválasztott célok támadására is. [15; 185.]

Az utolsó bemutatásra kerülő oldal elleni, harcjármű elleni aknát Észtországban fejlesztették ki. A PK-14 (máshol M14) parancsvezérelt oldal elleni akna (13. ábra) is robbanással formált lövedékkel támadja a harcjárműveket. Gyorsan és egyszerűen telepíthető és üzemeltethető bármilyen időjárási és harci körülmény között. Egyszerűségében rejlik a nagyszerűsége, bizonyítva, hogy napjainkban is helye van a robbanózárak rendszerében egy, funkcionális kialakítása alapján tulajdonképpen első generációs tekintetű aknának.

Főbb műszaki-technikai adatai:

- átmérő: 160 mm;
- magasság: 110 mm;
- nettó robbanóanyag mennyisége: 1,5 kg;
- robbanóanyag típusa: PBX;²⁰
- páncélátütő képesség: minimum 50 mm acél, 50 m távolságon belül; (13. ábra)
- egy hordládában (43 kg) 8 darab akna található, a gyújtóberendezésekkel és a rögzítőelemekkel;
- minden aknához tartozik egy dioptriás célzóberendezés, és egy 130 m-es NONEL-vezeték indítószervezettel;
- egy NONEL-indító lehetővé teszi 4 db akna egyidejű robbantását is.

Készítettek hozzá egy PK-14TE típusú kiképző aknát is, melynél 4G-csatlakozású modemen lehet továbbítani a lézerral megjelölt találatokat a megadott e-mail-címre. [16]

A cikkben bemutatott robbanó műszaki harcanyagok mindegyike részét képezheti ma is egy komplex műszakizár-rendszernek. A sorozat befejező részében a 3. és 4. generációs aknákkal foglalkozunk, bemutatva előnyeiket és esetleges hátrányaikat is.

(Folytatjuk)



13. ÁBRA. A képeken az észtt gyártmányú PK-14 parancsvezérelt oldal elleni akna, valamint EFP-töltetének hatása látható. Az eszközről részletesebb információ a mellékelt QR-kód beolvasásával érhető el [17]

HIVATKOZÁSOK

- [1] Саламахин, Т. М.: Основы моделирования и боевая эффективность зарядов разрушения – Часть 1. Москва: Военно-инженерная Академия имени В. В. Куйбышева, 1984.
- [2] A szovjet haderő ismertetése csapattest- és osztályparancsnokok részére (1942). M. kir. Honvédelmi Minisztérium, 1942. február. Attila-nyomda részvénytársaság, Budapest, 1942.
- [3] A folyó háború tapasztalatainak összefoglaló ismertetése (Zárult 1942.XII.31.). 18. szám. A K-i harctér terepviszonyai és az ellenség méltatása. (1943). M. kir. Honvéd Vezérkar főnöke. Attila-nyomda részvénytársaság, Budapest. 52.300/18. szám, eln. 4. vkf. 1943.
- [4] Веремеев, Юрий Георгиевич: Мины вчера, сегодня, завтра. Противотанковые мины М24, М66 (Anti-tank mines M24, M66). <http://saper.isnet.ru/mines/m24.html> (Letöltve: 2023.01.06.)
- [5] Lukács László: Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban az 1800-as évek végétől napjainkig. Ludovika Kiadó, Budapest, 2023.
- [6] Wang, Weizhan et al: Formation of an Explosively Formed Penetrator Warhead Using a Step-Shaped Charge. Hindawi Shock and Vibration Volume 2022, Article ID 9694576, 17. <https://doi.org/10.1155/2022/9694576>
- [7] Lukács László: A kőszóró aknáktól az intelligens szárazföldi aknáig IV. rész. Aknafejlesztés Magyarországon és a robbanó műszaki záruk hatékonysága. Haditechnika 2025/6, 2–8. DOI: 10.23713/HT.59.6.01
- [8] Bethell, Peter, Cdr.: The Design of Misnay-Schardin Charges, Report No. A. D. E. 6/52. (Restricted) Armament Design Establishment. Ministry of Supply, Fort Halstead, Kent, 1952.
- [9] Military Engineering. Volume II. Field Engineering. Pamphlet No 5. – Minelaying (1982). United Kingdom, Ministry of Defence. C/13. ábra, C-4-4.
- [10] Противотанковая противобортовая мина ТМ-83. https://vimpel-v.com/main_shooting/ammunition/4203-tm-83.html (Letöltve: 2025.10.20.)
- [11] Kovács Zoltán: Az oldal elleni aknák. Haditechnika. 2001/4, 36–42.
- [12] Kovács Zoltán: Az oldal elleni aknák. Műszaki Katonai Közlöny 2001/K, 36–53.
- [13] <https://www.belma.pl/en/products/special-products/mining-systems-mines/off-road-mines/mpb-zk-off-route-anti-tank-mine-with-a-contact-fuze> (Letöltve: 2025.10.10.)
- [14] <https://www.belma.pl/en/products/special-products/mining-systems-mines/off-road-mines/mpb-zn-off-route-anti-tank-mine-with-an-influence-fuze> (Letöltve: 2025.10.10)
- [15] Polish Defence and Security Equipment Catalogue 2024. National Security Bureau, Warszawa 2024.
- [16] PK-14 Directional Mines In Ukraine. <https://armourersbench.com/2022/10/02/pk-14-directional-mines-in-ukraine/> (Letöltve: 2025.10.21.)
- [17] EESTI ARSENAL honlapja. <https://ears.ee/#sidemines> (Letöltve: 2025.10.21.)
- [18] Daruka Norbert: Érzéketlen robbanóanyagok I. Célkeresztben a TNT és a Composit B kiváltása. Műszaki Katonai Közlöny, 2023/2, 5–21. DOI: 10.32562/mkk.2023.2.1
- [19] Daruka Norbert: Érzéketlen robbanóanyagok II. Vizsgálati módszerek és alkalmazási lehetőségek. Műszaki Katonai Közlöny, 2024/1, 47–65. DOI: 10.32562/mkk.2024.1.4
- [20] Munroe, Charles Edward: Modern explosives. Scribner's Magazine. Charles Scribner's Sons, New York, III. 1888, 563–576.
- [21] Kennedy, Donald R.: History of the shaped charge effect – The First 100 Years. Originally prepared for presentation at the 100th Anniversary of the Discovery of the Shaped Charge Effect By Max Von Foerster, observed at MBRR Schrobenehausen, West Germany, 20–22 September 1983.
- [22] Chiles, James R.: From Bazookas to RPGs. AmericanHeritage.com History's Homepage, Monday April 27, 2009. <https://www.inventionandtech.com/content/bazookas-rpgs-0> (Letöltve: 2025.10.21.)
- [23] Valters, William: A Brief History of Shaped Charges, 24th International Symposium on Ballistics, vol. 1, 3–10, New Orleans, LA, 22–26 September 2008.

²⁰ A Polymer-Bonded Explosive olyan típusú nagy hatóerejű robbanóanyag, amelyben az alkotóelemek polimer kötőanyaggal vannak összekötve. Ezek az anyagok a hagyományos robbanóanyagokhoz, például a TNT-hez képest kevésbé érzékenyek a rázkódásra és az ütésekre, valamint jobb hő-stabilitással és hosszabb eltarthatósággal rendelkeznek. Az érzéketlen robbanóanyagokról bővebben lásd [18][19].