

A FÖLD AKNA-PROBLÉMÁJA ÉS A MEGOLDÁS LEHETŐSÉGEI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A MAGYAR HONVÉDSÉG KÖZREMŰKÖDÉSÉNEK JAVASOLHATÓ IRÁNYAIRA¹ II.

Dr. Lukács László mk. alezredes, egyetemi docens
a hadtudomány kandidátusa

3. Az aknamentesítő módszerek és eszközök bemutatása és elemzése

Az aknás löszeres területek megtisztítására a világon számos módszert kísérleteztek ki. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a hatalmas költségráfordítással létrehozott eszközök, véráldozatok árán kikísérletezett módszerek arányaikat tekintve töredéknyi összegekbe kerülő módosítások vagy új aknáító eszközök bevezetésével, szinte teljesen vagy (szerencsésebb esetben csak) részlegesen hatástalanná tehetők.

A mentesítésre alapvetően két - egymástól jól elhatárolható - esetben kerül sor:

- a harccselekmények során a védelemben lévő ellenség ellen indított támadáskor az állások előtt lévő robbanó műszaki zárukon történő átjárónyitás során, majd - a sikeres támadást követően - a visszamaradt záruk teljes felszámolásakor;
- a harccselekményeket követően a visszamaradt, aknákkal és löszerekkel szennyezett területek tűzszerész mentesítésekor.

Az aknamentesítés történhet:

- kézzel való felszedéssel;
- mechanikus (gépi) módszerrel;
- a robbantás különféle módjaival (tengelybe fektetett nyújtott töltet, mellé helyezett összpontosított töltet; irányított hatású töltet stb.);
- az említett módszerek kombinációjával (pl. mechanikus + robbantásos; mechanikus + kézi stb.).

Az alábbiakban ezek a módszerek kerülnek bemutatásra.

3.1. Kézi módszerek

A felszedéssel történő átjárónyitás során az aknákat kézi aknakereső eszközökkel (aknakutató műszer, szűrőbot stb.) felkutatják, majd kézzel vagy aknahoroggal az aknaágyból kiemelik és az átjáró határain kívülre helyezik (ott álcázva azt!). Az átjárónyításnak ezt a módját elsősorban a peremvonal előtt lévő, főleg saját telepítésű harckocsiakna-mezők leküzdésekor alkalmazzák.

A területmentesítéskor az alkalmazott módszer hasonló csak ott a területet felosztják kb. két méter széles sávokra, és ennek a részletes átvizsgálása történik meg hasonló módon (rendszerint páronként dolgoznak a mentesítők).

Az alkalmazott eszközök fajtáját a letelepített műszaki harcanyagok jellemzői

¹ A MH Műszaki Főnöke által a MHTT Műszaki szakosztálya részére 1997 évre kiírt pályázatán I. díjat nyert pályamunka

határozzák meg. Sokáig nagy hatékonysággal működtek a hagyományos szűrőbotokat felváltó vas-, majd fémdetektorok. A műanyag testű, kimondottan a detektálhatóságot megnehezítő, vagy egyenesen lehetetlenné tevő - főleg gyalogság elleni - aknák megjelenésével, a kutatás más, közel 100 %-os felderítési biztonságot adó eljárások kimunkálása felé fordult.

A kísérleti technológiák a gázérzékelő szenzoroktól a lokátorokig terjednek. A legnagyobb előrehaladást a talaj-lokátorokkal érték el, de a tudományos műhelyekben foglalkoznak a járműre szerelt multiszenzoros eszközökkel, gáz- és gőzelemző spektrométerekkel, nukleáris rezonancia mérőkkel, részecskedetektorokkal, a rendszerben álló járműre szerelt és hordozható rádiófrekvenciás eszközök továbbfejlesztési lehetőségeivel, stb. Az ez irányú kutatások jelenlegi helyzete részletesebben az irodalomjegyzék 76. fasz-ú anyagában tanulmányozható).

A kézi aknamentesítő módszer hátrányai:

- a leginkább időigényes mentesítő módszer;
- az átvizsgált terület biztonságossága viszonylagos, mert:
 - ◆ harc helyzetben az átjárónyitás az esetek többségében éjszaka kerül végrehajtásra, így az utász is nagyobb hibaszázalékkal dolgozik, hiszen az aknatelepítés - nappal nyilvánvaló - jelei éjszaka nem láthatóak;
 - ◆ a hagyományos aknakutató műszerek alkalmazhatósága az új, fémeket szinte alig, vagy egyáltalán nem tartalmazó aknák esetében kétséges;
 - ◆ a legbiztosabb szűrőbot ellen az ellenség egyszerű eszközök alkalmazásával készíthet olyan csapdákat, melyek az utászt harcképtelenné teszik.

Erre az utóbbira jó példa az a Vietnamban, majd a délszláv válságban is alkalmazott módszer, hogy két réteg, külön-külön plasztik zsákba csomagolt fém szúnyoghálót ástak be a talajba úgy, hogy egy elektromos áramkör két pólusát a hálókra kötötték. A hálókön áthatoló szűrőbot rövidre zárta az áramkört és felrobbantotta az áramkörhöz kapcsolt aknát, vagy egyéb robbanó töltetet.

3.2. Gépi (mechanikus) átjárónyitó eszközök

A gépi átjárónyitó eszközök közé tartoznak az aknakifordító ekék, az aknataposó hengerek és a speciális, a talajra ütő hatást kifejtő átjárónyítók. Itt kell elosztatni egy tévhitet, amely szerint gépi átjárónyítás során "trálok" és ekék használhatók. Az orosz eredeti szerint görgős trálok és ekés (késes) trálok léteznek, tehát maga az átjárónyító berendezés a "trál", mely működése szerint többféle is lehet. Ennek alátámasztásául említhető a közelségi gyújtós aknák felrobbantására készített "elektromágneses trál".

3.2.1. Aknataposó hengerek:

Az első aknataposó hengereket a II. világháború során a britek alkalmazták, az Észak-Afrikában folytatott hadműveletek során. (2)

A mai aknataposó hengerek alapvetően a szovjet PT-54 és KMT-5 berendezések mintájára kerültek fejlesztésre több országban is. Működési alapelvük, hogy a harckocsik által maguk előtt tolt görgők nyomása robbantja fel az aknákat. A görgőcsoportok tömege 5-25 t között változik. A "trálozási" sebesség ezen berendezésekkel 5-10 km/h, szállítási sebességük (a harckocsi maximális mozgási sebessége az eszközzel) 10-20 km/h. A mentesített sáv szélessége 3,5-4 m (de ez nyomsávos átjárót jelent, vagyis a nyomsáv közti hézag

mentesítetlen!). Mivel a mozgást jelentősen nehezítik, ezért rendszerint valamilyen szállítóeszközön (tehergépkocsi, tréler, stb.) kerülnek előrevonásra, és csak közvetlenül a támadás előtt kerülnek felszerelésre a harckocsikra, a roham terepszakaszához legközelebbi fedett helyen (ha ilyen nincs, a peremvonalban lévő páncéltörő tüzerszközök hatásos lőtávolságán kívül kijelölt körletben vagy terepszakaszon). Az aknamező leküzdése után, lehetőség van, a görgőcsoportok piropatronokkal történő leválasztására. Az aknakifordító ekék megjelenésével - főleg a mélységben - aknafelderítő funkciója is lett a görgős trálnak, így a peremvonal áttörése után is fennmaradhat a harckocsikon (amennyiben nem csökkenti a támadási ütemet).

Az aknataposó hengerek értékelése:

Előnyeik:

- a nyomásra működő aknákat nagy biztonsággal semmisítik meg,
- a bázisjármű páncélvédeltsége folytán akár közvetlen (nem páncéltörő) tűzhatás alatt is alkalmazhatók,
- harc helyzetben aknakereső funkciókat is elláthatnak, mert menet közben - így az ellenség mélységében, vagy a csapatok előrevonása során, az élen menetelve - sikeresen láthatja el kettős funkcióját (aknakeresés és mentesítés).

Hátrányaik:

- * csak nyomsávós átjárót képesek nyitni, ennek következtében:
 - ◆ a nyomsávok közötti hézag külön mentesítésre szorul, magának a harceszköznek a védelmében is (pld. elektromágneses gyújtójú aknák ellen),
 - ◆ a csapatok átbocsátása érdekében a műszaki erőknek összefüggő átjáróvá kell szélesítenie az átjárók egy részét,
 - ◆ a nyomsávokon a BMP-k igen, de a PSZH-k már nem tudnak áthaladni.
- * hatástalan érintkezés nélküli gyújtók esetén,
 - * a hordozó harcjármű mozgását nagyban akadályozzák, ezért harcban külön szállító eszközt igényel előrevonásuk az alkalmazás helyére,
- * csak harckocsira szerelhetők fel.
 - * mint átjárónyitó eszközök, csak a gépjárművel járható utak, terepszakaszok mentesítésére alkalmasak (!).

3.2.2. Aknakifordító ekék

Átjárónyításra alkalmazhatóak ekés-földgyalus aknamentesítő eszközök is, melyek harckocsikra, páncélozott műszaki gépekre erősíthetőek. Az aknakifordító eke, működése közben az aknákat két oldalra kiszórja (kitolja), illetve ha azok felszedés ellen biztosítottak - felrobbantja. Alkalmazásának korlátjai a köves, sziklás talaj és viszonylag rövid élettartamuk. Ezért főleg individuális átjárónyitó eszközként kerültek rendszerbe állításra, továbbá a görgős trálok kiegészítőjeként (nem nyomásra működő aknák eltávolítására). Mint individuális átjárónyitó eszközt, harc helyzetben együtt alkalmazzák a görgős trálokkal: pl. a harckocsi század szétbontakozásakor a görgős harckocsi 25-30 m-re megelőzi a többieket; mikor az első akna robban a görgők alatt, a harckocsi parancsnok rádión adja az "akna" jelét, egyidejűleg pedig jelzőrakétával is megjelölheti az aknamező határát. Ebben a vonalban engedi le a többi harckocsi az ekéket, melyeket az aknamező leküzdés után (vagy 200-300 méter megtételét követően) újból menethelyzetbe emelnek.

A kimondottan katonai járművek, harckocsik számára kifejlesztett ekés aknamentesítő berendezéseken kívül, megjelentek a különféle tologépekhez, bulldózerekhez kifejlesztett speciális aknamentesítő munkaszervek is. Ilyen eszközt fejlesztettek ki pl. Izraelben, mely egy bulldózer tololapjára szerelhető fel (az egyben a repeszhatás ellen is védi a kezelőt). Az aknakifordító eke tömege 5500 kg. Mentésített sáv szélesség (összefüggő átjáró) 5 m. A szerkezet 40 cm mélységig, min. 20 cm átmérőjű aknákat képes kifordítani a talajból. Trálozási sebessége 8 km/h.

Az aknakifordító ekék értékelése:

Előnyeik:

- minden típusú akna nyomsávból történő eltávolítására alkalmasak (a mentesíthető akna mérete, a kések egymástól való távolságának függvénye),
- a bázisjármű páncélvédettsége folytán akár a peremvonal előtt is alkalmazhatók,
- könnyű és viszonylag olcsó eszközök,
- létezik BMP-re szerelhető változatuk is, akár minden páncélozott eszköz felszerelhető velük

Hátrányaik:

- a legtöbb csak nyomsávost átjárót képes nyitni, ennek következtében:
 - ◆ a nyomsávok közötti hézag külön mentesítésre szorul, magának a harceszköznek a védelmében is (pld. elektromágneses gyújtójú aknák ellen),
 - ◆ a csapatok átbocsátása érdekében a műszaki erőknek összefüggő átjáróvá kell szélesítenie az átjárók egy részét,
 - ◆ a nyomsávokon a BMP-k igen, de a PSZH-k már nem tudnak áthaladni.
- mindenképpen szükséges aknataposó henger alkalmazása az aknafelderítéshez,
- köves, sziklás talajon egyáltalán nem, vagy csak nehezen alkalmazhatók,
- a teljes szélességben működő ekés szerkezetek (pld. COV páncélozott akadályelhárító műszaki gép, P= 663.3kW) csak olyan teljesítményű bázisgépre szerelhető, mellyel jelenleg a MH nem rendelkezik .

3.2.3. Ütő hatású aknamentesítő eszközök

Az új, mechanikus hatással (pl. robbanás lökőhulláma) szemben egyre kevésbé érzékeny aknák és aknagyújtók kifejlesztése igényként vetette fel olyan átjárónyitó eszköz létrehozását, mellyel nagy biztonsággal küzdhetők le az ilyen aknákból készült aknamezők is. A közelségi gyújtók megjelenése ugyanakkor a nyomsávost átjárók biztonságosságát is megkérdőjelezte. Aknakifordító ekék teljes szélességű kifejlesztésének eleinte az alapjárművek nem megfelelő motorteljesítménye vetett gátat. Ekkor vetődött fel az ötlet, hogy nem "felásni" kell a talajt, hanem a harcjármű elé helyezett tengely körül nagy sebességgel, láncon megforgatva, speciálisan erre a célra tervezett formájú "kalapácsokkal", vasgolyókkal stb. kell a talaj felső rétegét (és ezzel együtt a telepített aknákat is) eltávolítani, félresodorni, egyben meg is semmisítve azokat. A megoldás egyébként egyáltalán nem tekinthető újdonságnak, inkább újra felfedezéséről beszélhetünk: akárcsak az aknataposó hengerek esetén, a britek voltak itt is az úttörők, akik a számlálóval ellátott aknagyújtókat

ellensúlyozandó, egy átalakított Matilda típusú harckocsira, a Scorpionra egy vastag láncokkal ellátott forgó tengelyt szereltek. A földet csépelő láncok több ütést is mértek a talajnak egyazon pontjára, ezáltal felrobbantották a számlálóval ellátott gyújtószerkezetű aknákat is (a tengely ekkor még a jármű haladási irányában forgott). Az első járműveknél a tengelyt még külső motor hajtotta, ezért a kezelőnek is a harckocsin kívül kellett tartózkodnia. A továbbfejlesztett Sherman Crab járműnél viszont a kezelő már a harckocsiban ült, a munkaszerv emelését és süllyesztését hidraulika végezte, automatikus magasságtartás mellett. Mivel a nagy porfelhőben semmit nem lehetett látni, egy giroszkópos iránytűt is rendszeresítettek az eszközhöz.(2)

Az ütő hatású aknamegesztő eszközök értékelése

Előnyeik:

- minden típusú akna mentesítésére alkalmasak,
- a munkaszerv alkalmazásra kész helyzetben sem akadályozza a hordozó (működtető) gép mozgását,
- összefüggő átjáró készítésére alkalmasak 3-4 m szélességben),
- nagyon magas (98%) az aknamegesztés biztonsága,
- a hordozó jármű páncélvédett,
- magas az eszközök életképessége (a KEILER-rel 20 km-t mentesítettek különböző talajokban, meghibásodás, vagy üzemzavar nélkül).

Hátrányaik:

- a csapatoknál külön eszköz rendszeresítését igénylik, így aránylag kevés átjáró nyitható ilyen módon,
- a nálunk rendszerben levő harckocsikra nem szerelhetők fel,
- sűrűbb aljnövényzet esetén már nem alkalmazhatók,
- mivel a felső talajréteget (vagyis a humuszt) a növényzettel együtt eltávolítják, talaj-eróziót idézhetnek elő.

3.3. Robbantásos átjárónyitó eszközök

Az aknataposó harckocsik mellett növekvő szerepe van a különböző nyújtott töltetekkel való átjárónyításnak a peremvonal előtt létrehozott aknamezők leküzdésekor éppúgy, mint a mélységben folytatott harctevékenységek során.

A nyújtott töltet robbanásakor a robbanási vonal alatti, és a közelében lévő aknák megsemmisítésére lehet számítani (az alkalmazott aknagyújtóktól függő mértékben).

A töltetnek az aknamezőre való bejuttatása történhet:

- csörlőzéssel (nagyon elavult módszer);
- harckocsival történő rátolással vagy behúzással;
- rakétahajtóművek segítségével.

Az aeroszol robbanóanyagok megjelenésével az ún. "térhatású" robbanás elvét alkalmazva még hatékonyabb átjárónyitó eszközök kerültek kifejlesztésre.

3.3.1. Harckocsival az aknamezőre juttatott nyújtott töltetek

A töltetek betolhatók (merev burkolatú töltet), vagy behúzhatók (rugalmas, hajlékony burkolatú töltet) az aknamezőre. A betolható töltetknél a harckocsi - a művelet elvégzése után - biztonságos távolságra távolodik a töltettől, és a speciálisan kialakított gyújtószerkezetet rálövessel hozza működésbe. A vontatható nyújtott töltetek hasonló elven működnek az általunk fejlesztetthez, és aknataposó hengerrel szerelt harckocsival kerülnek bejuttatásra az aknamezőre. Indításuk a harckocsi elektromos hálózatán keresztül történik. Az ilyen típusú eszközök hátránya, hogy aránylag kismennyiségű robbanóanyag (általában 4 kg/fm) kerül be az aknamezőre, aminek következtében sokszor a nyomsáv közti hézag mentesítése sem tökéletes.

3.3.2. Reaktív töltetekkel az aknamezőre juttatott nyújtott töltetek

Rakéta hajtóműves nyújtott töltetek alkalmazásakor, a hajtott (vagy húzott) töltet lapos röppályán repülve jut az aknamezőre. Az önjáró eszközökre telepített reaktív töltetek esetén a jármű a lecsapódás után hátrafelé meghúzza ("kiegyenesíti") a töltetet, majd a kezelő személyzet az indító kábel segítségével végrehajtja a robbantást. Fix telepítési eszközök esetén, a kilövő berendezésnél lehorgonyzott feszítő kábellel összekötött (késleltetővel ellátott) gyújtóberendezés, önműködően váltja ki a robbanást a célba érést követően.

Reaktív töltetes átjárónyitó eszközök kerültek kifejlesztésre úgy a gyalogságiakna-, mint a harckocsiakna-mezőkön való átjárónyításra. A harckocsiaknák ellen alkalmazott reaktív nyújtott töltetek általában 8-12 kg/fm robbanóanyagot tartalmaznak. Ennek következtében egy 100 m hosszú nyújtott töltet tömege 800-1200 kg; ha merev csőben került elhelyezésre, az össztömeg (rakétákkal együtt) 1,5-2 tonna is lehet. A hajlékony kábelburkolat tömege is eléri a 200-400 kg-t.

A (hagyományos) robbantásos aknamentesítés értékelése

A módszer előnyei:

- korszerű, rakétahajtóműves töltetek esetén, az előkészítést követően gyorsan bejuttatható az aknamezőre,
- egy időben nagy mélységben nyitható átjáró (hagyományos gyújtójú aknák esetében)

Hátrányai:

- a MH nem rendelkezik reaktív hajtású átjárónyitó eszközzel, a rövid vagy kerek nyújtott töltetes eljárás alkalmazása nehézkes, hosszadalmas, az ellenség részéről könnyen felderíthető,
- a fenti módszerekkel csak 4 kg/fm robbanóanyag bejuttatása lehetséges, szemben a külföldi eszközök által alkalmazott 8-12 kg/fm-rel,
- a módszer az egyszerű, nyomásra működő gyújtók esetén (EBG-68 kategóriájú) hatékony csak, egy AOG-69 gyújtó esetén pl. (a Kossuth Lajos Katonai Főiskola Műszaki tanszékén a 70-es években végzett kísérletek alapján) 4 m szélességű átjáróhoz 16-18 kg/fm, a 6-8 m szélességű átjáróhoz pedig 36 kg/fm TNT robbanóanyagra volt szükség,

- a fenti módszert alapul véve viszont a $C=7 \cdot K \cdot r^2$ képletből visszaszámolva (egy kedvező $K=1$ talajtényezőt figyelembe véve) a 36 kg/fm robbanóanyag $r = (36/7) \cdot 0.5 = 2.26\text{m}$ sugarú árkot robbantott ki, melyben a PSZH-k már nem tudtak mozogni,
- az új, korszerű aknagyújtók, melyek az indukciós, szeizmikus, mágneses, infra és akusztikus hatások közül valamely két vagy három hatás kombinációjára működnek újabb gondokat vetnek fel: megsemmisítésükhöz a külföldi szakirodalom szerint 10^7 Pa (100kg/cm^2) túlnyomásra volna szükség, ezzel szemben trotilal csak mintegy $6 \times 10^5 \text{ Pa}$ (6kg/cm^2) nyomást tudtak létrehozni az átjárónyítás sávjában,
- a pneumatikus vagy hidropneumatikus aknagyújtók többsége 0.2-1.0 s késleltetéssel került kialakításra, hogy a mechanikus átjárónyító eszközökkel felszerelt harckocsik páncéltestének közepe táján robbanjanak, a trotil robbanási nyomáshullámának hatásideje ezzel szemben 0.004 s,
- a robbantó töltet hatását tovább csökkenti az a tény, hogy az esetek többségében a detonáció a talaj felszínén következik be, a lökeshullám ezáltal nem a legkedvezőbb - merőleges - irányban, hanem egy nagyon kis szög alatt hat az aknára, ezáltal hatása tovább csökken, a föld alá telepített aknák esetében az aknáknak az átjáróból való kisodrásának esélye is kevés,
- területmentesítésre a módszer nem alkalmazható nagy költségkihatásai és a környezeti hatás miatt.

3.3.3. Aeroszol robbanóanyagok átjárónyító eszközök

Az egyre ellenállóbb aknagyújtók kifejlesztése (pneumatikus, közelségi stb.) következtében a hagyományos átjárónyító töltetek hatékonysága rohamosan csökkent. Az egy folyóméterre jutó robbanóanyag értéke nem növelhető korlátlanul, hiszen egy bizonyos értéken túl olyan mélységű árok keletkezik az "átjárónyítás" során, mely leküzdhetetlen akadályt jelent a harci-technikai eszközök számára. Keresni kellett tehát olyan új robbanóanyagot, melynek hatása meghaladja a TNT, C4, stb. robbanóanyagokét, viszont mégsem fejt ki az azokéhoz hasonló méretű környezeti hatást (a talajra).

Ez az új robbanóanyag a cseppfolyósított szénhidrogén tüzelőanyag keverék. Az ezzel az anyaggal szerelt légi bombák, aknagránátok és tüzérségi lövedékek gyakorlati alkalmazása veszélytelen, tárolásuk huzamos időn át lehetséges. Előállításuk viszonylag olcsó, szerelésük azonban a hermetikusság szempontjából magas színvonalú gyártástechnológiát igényel.

A lőszer hatásmechanizmusa a következő: a folyékony robbantóanyagot szétporlasszák a levegőben, az így létrejött aeroszol átalakul gáz-levegő eleggyé, amelyet aztán felrobbantanak.

A robbanás fizikája egy ismert jelenségen - az éghető gázok és a levegő elegyének detonációján - alapul. Az ilyen elegyek robbanása, az égés termékek gyors tágulásának folyamata, a környező légkörben a hangsebességnél nagyobb sebességgel terjedő lökeshullámot, jelentős hőszugárzást kelt és egyúttal a robbanás körzetében - rövid időre - oxigén hiány lép fel. Mivel a keletkező gáz-felhő a talaj felett robban be, a talajra csaknem merőleges ütési hatását fejt ki, ugyanakkor a hagyományos töltetek kedvezőtlen kidobó (árokképző) hatása elmarad.

Az ilyen robbanóanyagokat FAE (Fuel Air Explosive = tüzelőanyag-levegő robbanóanyag) rövidítésű gyűjtőnévvel kezelik.

A kísérletek során² 1 kg etilénoxidból keletkező aeroszol felhő robbanásakor a romboló hatás 2,7-5-szörösen felülmúlta a hasonló tömegű TNT robbanásának hatását. Jelentős volt a hőhatás is, ugyanilyen tömegű etilénoxid robbanásakor annyi hőenergia képződött, mint 11 kg TNT robbanása esetén. Ez viszont maga után vonja azt is, hogy a keletkezett gázok hőtágulása is jelentősen nagyobb és az aeroszol felhő határán a robbanás pillanatában képződő túlnyomás elérte a 196 Mpa értéket.

Az aeroszol robbanóanyagok aknamentesítés értékelése:

A módszer előnyei:

- az aeroszol robbanóanyaggal szerelt bombák, aknagránátok és tűzérési lövedékek gyakorlati alkalmazása, kezelése veszélytelen (csak a levegő oxigénjével alkot robbanásképes keveréket, amelyet detonációval indítanak be),
- tárolásuk huzamos időn át lehetséges,
- merőleges irányú ütőhatást fejt ki, ugyanakkor a hagyományos töltetek kidobó (árokképző) hatása teljesen elmarad
- hatása jelentősen meghaladja a TNT hatását (nagyobb nyomás, hosszabb időn keresztül),
- elvileg területmentesítésre is alkalmas, de csak olyan helyeken, ahol a robbanás környezeti hatása (lökéshullám, szeizmikus hatás stb.) nem számít.

Hátrányai:

- a bombák, lőszerke szerelése a hermetikusság szempontjából magas gyártási követelményeket jelent,
- tűzérési eszközzel való alkalmazása speciálisan programozható belövési sorozatot igényel,
- erős szélben hatásfoka csökken,
- az új, korszerű aknagyújtók, melyek az indukciós, szeizmikus, mágneses, infra és akusztikus hatások közül valamely két vagy három hatás kombinációjára működnek újabb gondokat vetnek fel, megsemmisítésükhöz a külföldi szakirodalom szerint 10^7 Pa (100 kg/cm^2) túlnyomásra volna szükség, ezzel szemben aeroszolos robbanóanyagokkal csak mintegy 3×10^6 Pa (30 kg/cm^2) nyomást tudtak létrehozni az átjárónyitás sávjában,
- a pneumatikus vagy hidropneumatikus aknagyújtók többsége 0.2-1.0 s késleltetéssel került kialakításra, hogy a mechanikus átjárónyitó eszközökkel felszerelt harckocsik páncéltestének közepe táján robbanjanak, az aeroszol robbanóanyagok robbanási nyomáshullámának hatásideje ezzel szemben 0.02 s.

3.4. Kombinált és egyéb különleges módszerek

Ebbe a csoportba a speciális, páncélozott akadályelhárító gépek és műszaki harckocsik tartoznak, továbbá a fejlesztés legújabb eredményei az átjárónyitás és akadályelhárítás terén.

3.4.1. Speciális aknamentesítő munkaszervek és eszközök

² Az amerikai Haditengerészeti fegyverzet-fejlesztési központ adatai

Az aknásítási módszerek fejlődésével egyre speciálisabb eszközök rendszeresítésére volt szükség. A távaknásítással létrehozott, ún. szórt aknamezők képesek voltak az utakon haladó oszlopok, valamint a repülőterek bénítására. Ellenük került kifejlesztésre a német **MIPAG szórt aknamező mentesítő munkaszerv**

- tömege 1380 kg;
- szélessége 4.8 m;
- legnagyobb távolsága a harcjármű orrától 6.4 m;
- maximális sebesség az eszközzel 30 km/h.

Az izraeli fejlesztők mutatták be a **mágneses gyújtójú aknák mentesítésére szolgáló AMMAD (Anti Magnetic Mine Actuating Devices) munkaszervet**, melyet M60 MBT és AAV-n próbáltak ki. Tömege 113 kg. A hírek szerint az USA hadserege is alkalmazta az eszközt a Sivatai Vihar és a Sivatai Pajzs Hadműveletekben.

Teljesen új rendszerű aknamentesítő eszközzel jelent meg a közelmúltban a skandináv hadiipar. 1995. november 9-én 15 ország 120 képviselője előtt mutatták be a svéd Bofors Weapon Systems és DeMining cégek, valamint a norvég Tonstadv Maskinfabrik közös fejlesztésű eszközét. A **Bofors Aknamentesítő Jármű** névre keresztelt gép bázisa egy Leopard 1 harckocsi. Munkaszerve egy wolfram-karbidból készült fogazott tárcsából álló hengercs, melyet külön erőforrás hajt meg. A mentesítés során megsérült tárcsák könnyen és gyorsan újra cserélhetők. A jármű irányítása a páncélt védett kabinból, vagy távvezérléssel történhet. A munkavégzést többek között két - a kabin tetejének két oldalán elhelyezett - kamerán keresztül lehet nyomon követni és irányítani. A bemutatón az eszköz a teszt területen letelepített 12 gyalogság elleni aknából 10-et felrobbantott, vagy tönkretett. Az utólagos vizsgálat szerint a megmaradt aknák közül az egyik gyújtókészüléke működésképtelen volt, a másik akna pedig az újabb "menet" során felrobbant. A bemutatón a járművel két harckocsi elleni aknát is semlegesítettek (típusuk ismeretlen), jelentéktelen sérüléseket okozva a munkaszervként szolgáló marótárcsákban. A Bofors szakértői szerint az eszköz végső verziója képes lesz eleget tenni az ENSZ által megkövetelt 99.6 %-os hatékonyságnak. A norvég "Norks Folkhjelp" segélyszervezet, mely területmentesítési munkákat végez Kambodzsában, Észak-Irakban, Mozambikban és Angolában, máris megrendelt egy eszközt a Boforstól.

- az eszköz tömege: 45 t;
- a mentesített sáv szélessége 4 m;
- a mentesített mélység a talajban: 50 cm.
- az eszköz munkateljesítménye: 20 000 m² terület mentesítése egy óra alatt.

Ugyancsak az aknás-lőszeres területek mentesítési hatékonyságának növelésére javasolja dél-afrikai gyártója a **Dorbyl Aknafelderítő és Mentésítő Rendszert**. Rendeltetése utak és járható irányok aknamentesítése. A rendszer részei:

- 1 db aknafelderítő jármű (Mine Detection Vehicle - MDV);
- 1 db aknafelderítő és vontató jármű (Towing/Mine Detection Vehicle - T/MDV);
- 2 db aknarobbantó utánfutó (Mine Detonation Trailer - MDT);
- 1 db páncélozott parancsnoki jármű, a pótkerekeket szállító egyik utánfutóval;
- 1 db 10 t-ás, pótalkatrészeket és egyéb felszerelést szállító tehergépkocsi, a pótkerekeket szállító másik utánfutóval.

A rendszer csak a nyomásra működő aknák mentesítésére képes. Menetsebessége 35 km/h, napi menetteljesítménye 200 km

A speciális aknamentesítő eszközök értékelése:

- a **MIPAG** munkaszerv egy speciális probléma (szórt aknák eltávolítása), speciális körülmények közötti (sík, kemény felület - műút, leszállópálya stb.) megoldásának eszköze; tömeges elterjedésére véleményem szerint nem kell számítani, mivel meglévő eszközökkel (buldózerek, repülőgép hajtóműves jégtelenítő gépkocsik /a sugárhajtómű az aknák felszállópályáról való lefújására is alkalmasak/ stb.) is elhárítható az akadály;
- az **AMMAD** mágneses gyűjtőjű aknákat mentesítő görgő a meglévő nyomsávós mentesítő eszközök (főleg aknataposó hengerek) kiegészítőjeként tehet jó szolgálatot; ugyanakkor pl. az orosz görgős tralok (KMT-5M; KMT-7) ma már eleve kombináltak aknakifordító ekével is, vagyis a nyomsávból a görgőcsoportok által nem semlegesített mágneses gyűjtőjű aknák végső soron eltávolításra kerülnek; az eszköz teljes szélességű kifejlesztését a hasonló szélességű ekés tralok sokkal olcsóbban kivitelezhető volta teszi kérdésessé;
- a **Dorbyl** Aknafelderítő és Mentесítő Rendszer sok pénzért kifejlesztett, véleményem szerint túlbonyolított, ugyanakkor kevés szolgáltatást nyújtó eszköz; ma már a csak nyomásra működő aknák, csak gépjárművel járható terepszakaszokon való nyomsávós mentesítése nem elégíti ki egy új fejlesztésű eszközzel szemben elvárható követelményeket;
- a **Bofors** Aknamentesítő Jármű - valamint a hasonló elven működő más eszközök - megoldást jelenthetnek a terepen lévő aknák hatékony, gyors mentesítésére; néhány kiegészítéssel (ezekre a 4. pontban térek ki) az ilyen típusú eszköz fejlesztése komoly sikerrel kecsegtet.

3.4.2. Robotok, mint az aknamentesítés új eszközei

A technikai fejlődés a II. világháború idejére, 1942-re érte el azt a szintet, hogy rendszeresíthessék az első katonai felhasználású robotot, vagy inkább távirányítású eszközt.

Megalkotói a német hadmérnökök voltak és a Góliát nevet kapta. A háború végéig 7684 db készült el belőle. Széleskörűen alkalmazták erődök ellen, városi harcban, valamint páncéltörő eszközként.

Természetesen a robotok és távirányított eszközök fejlesztése a háborút követően is folyamatosan folyt. Eleinte szélesebb körben - költségessége miatt - csak az űrhajózásban, a rakétatechnikában és a repülőtechnikánál terjedt el.

A robotok reneszánszát a terrorizmus elleni harc és az emberi életre veszélyes munkakörülmények közötti feladat végrehajtás iránti igények idézték elő. A megvalósítás technikai lehetőségeit, ipari háttérét a mesterséges intelligencia, a távérzékelők, a vezérlések és a mechatronika soha nem látott fejlődése és csökkenő árai teremtették meg.

Bár pontos információk nincsenek de nagyon valószínű, hogy felderítésre és a harc megvívására képes robotok (távvezérelt eszközök) fejlesztésével minden hadseregnél foglalkoznak. Azt sem nehéz megjósolni, hogy az elkövetkező években az ipari háttérrel adó termékek körében további áruhanás megy végbe, ami még inkább előtérbe helyezi a robotok katonai alkalmazását éppúgy (pl. páncélelhárító fegyverek, tüzérségi távmérő és felderítő eszközök stb. távvezérelt cél-közelbe juttatása), mint a terrorizmus elleni küzdelemben való fokozott részvételüket, vagy az aknás-lőszeres területek mentesítésébe való bekapcsolódásukat. Ez utóbbival kapcsolatban megjegyzendő tény, hogy már az angol csapatok is alkalmaztak robotokat az aknamentesítésre a Falkland-háborúban, továbbá ugyancsak használták őket Szomáliában ilyen célból, a béketeremtő misszióban résztvevő

csapatok.

A robotok értékelése:

Az eszköz alkalmazásának előnyei:

- a gépek aránylag kis méretűek lehetnek, így a harckocsiakna-mezőn biztonságosan mozoghatnak,
- távirányításuk vezetékkel és rádióval is megvalósítható,
- nagy fényérzékenységű, és/vagy thermovíziós rendszerrel még rossz látási viszonyok (füst, köd, sötét) között is alkalmazhatóak,
- felszereltsége jól és egyszerűen variálható, ellátható manipulátor karral, disrupterrel, automata fegyverrel, géppuskával, páncéltörő fegyverzettel, stb.
- terhet (pl. robbanóanyagot, aknákat stb.) juttathat el rendeltetési helyére,
- megfelelő manipulátorokkal aknakiemelés, átjáró kitűzés, hátraszállítás mellett sokféle egyéb (ipari jellegű) munkavégzésre is alkalmas,
- megsemmisülése esetén a kiképzett kezelő sértetlen marad, a feladat (másik géppel) azonnal folytatható,
- terepjáró képessége kiváló,
- igény esetén páncélozható.

Hátrányai:

- a berendezés kezelőjétől nagy hozzáértést és kiképzettséget kíván,
- a végrehajtó rész, elsősorban a felszerelt korszerű mechatronikai eszközök (kamerák, vevők, vezérlők, motorok stb.) magas ára miatt, drága,
- területmentesítésre a kisméretű robotok kevésbé hatékonyak, mivel az akna felkutatása és megsemmisítése sok időt vesz igénybe (viszont a nagyméretű mentesítő gépek átalakíthatók távvezéreltekké).

3.5. Részkövetkeztetések:

Az aknamentesítő módszerek és eszközök fejlesztése hosszú időn át csak a harccselekmények során történő, úgynevezett átjárónyitási igényeket támogatta. Ennek során a harcjárművek átbocsátására nyomsávos, az egyéb eszközök és a gyalogság biztonságos áthaladásának biztosítására pedig összefüggő átjárók kerültek létrehozásra. Ezek szélessége általában 4-6-8 m között változott.

A harccselekmények során történő átjárónyitás eleve feltételezi az ellenség közvetlen tűzhatása alatt történő tevékenységet. Ennek kiküszöbölése érdekében három különböző megoldási variáns szerint gondolkodtak a katonai szakemberek:

- viszonylag hosszabb idejű cselevést tett lehetővé az éjszakai órák kihasználása; ekkor a sötétség leple alatt, kézzel derítették fel az aknamezőt, és a kívánt helyen a fenti méretű átjárót úgy készítették el, hogy ebből a sávból ugyancsak kézzel eltávolították az aknákat; mivel a letelepített aknamezők mélysége általában nem haladja meg a 100 métert, a feladat elvileg végrehajtható, még ha hatalmas véráldozatok árán is; a módszert az aknakutató műszerek megjelenése (melyek a vas, illetve később a fémek indukciós elvű felderíthetőségére alapoztak) jelentősen felgyorsította a korábban alkalmazott szűrőbotos eljáráshoz képest,

melynek során bizony a talajt 2-5 cm-ként át kellett szurkálni; a nem detektálható műanyagtestű aknák megjelenésével viszont ez az "öskorinak" tekintett módszer számít még mindig a legbiztonságosabbnak - hiába fordítanak hatalmas összegeket az új generációs aknakutató műszerek kifejlesztésére, a csaknem 100 %-os felderítési biztonságot egyik sem képes ma még garantálni;

- közvetlenül a támadás előtt, rendszerint a tüzérségi tüzelőkészítés alatt (ennek ideje 20-30 perctől max. egy óráig tarthat) az aknamezőn robbantással is megkísérelhető az átjárónyitás; a töltetek bejuttatása történhet reaktív eszközökkel (rakétákkal), vagy a támadó harcjárművek által (betolással vagy behúzással); a módszert az aknamezők fent említett - állandónak tekinthető - mélységi kiterjedése támogatta; a gondot azon új aknagyűjtők megjelenése okozta, melyek az átjárónyító töltet alatt közvetlenül esetleg, de attól már 1-2 m távolságra alig, vagy egyáltalán nem robbantak fel; az aeroszol robbanóanyagok megjelenésével felcsillant ugyan a remény e probléma orvoslására, de a kísérletek eredményei nem igazán nyugtattak meg senkit;

- leginkább az az irányzat tűnik sikeresnek, mely az aknákat a kívánt sávból mechanikus eszközök segítségével távolítja el; a nyomásra működő harcjármű elleni aknák általános elterjedése az aknataposó hengerek sikerét hozta: ezek az eszközök képesek voltak már az előrevonás során is aknafelderítést végezni az oszlop elején haladva úgy, hogy a menetsebességet nem csökkentették; a számítások szerint aknamezőnként 1-2 akna robbanására lehetett számítani, az alkalmazott görgők viszont általában 5-6 robbanást is "kibírnak", így 2-3 aknamezőn is átsegíthették a támadókat (majd a sérült görgők cseréje után újból használni lehetett őket); a gondot a harcjárművek teljes szélességében ható aknák megjelenése, illetve az egyszerűen (akár "házilagosan" is elkészíthető) "aknataposó harckocsi gyilkos" kiegészítő gyűjtőberendezések jelentették, valamint az a tény, hogy az ellenség megfelelő felderítési adatok birtokában páncéltörő tüzesszökezt az aknataposó harckocsira összpontosítva képes volt azt megsemmisíteni, lehetetlenné téve ezáltal az egész alegység támadását; a széles fronton történő támadás biztosítására egyre több helyen kezdték rendszeresíteni az aknakifordító ekéket, melyek felderítésre ugyan alkalmatlanok voltak, de a görgős harckocsival kiegészítve, az aknamező határán leeresztve munkaszervüket biztosították az aknák eltávolítását a lánctalpas sávjából - a „minden támadó harcjárműre individuális aknakifordító ekét” elve ma is jó, de sajnos - kellő számú eszköz hiányában - a Magyar Honvédség ennek a kívánalomnak jelenleg nem tud megfelelni, pedig orosz példa alapján nem csak a harckocsik, hanem a lánctalpas gyalogsági harcjárművek is védhetők velük; az oroszok a KMT-5 aknataposó hengerüknél, a speciális aknák elleni védekezésésként az ekét is rendszeresítették kiegészítő berendezésként; ennek ellenére további gond maradt a kövesebb talajon való mozgás, valamint a teljes szélességű aknamentesítés megoldatlansága.

Összességében kijelenthető tehát a fentiek alapján, hogy az aknamentesítést még az átjárónyitás szintjén sem sikerült megnyugtatóan orvosolnia senkinek: a hatalmas szellemi és anyagi ráfordításokkal létrehozott eszközök, kikísérletezett eljárások csak bizonyos - az adott módszer számára kedvező - feltételek mellett voltak nagy biztonsággal alkalmazhatók.

Az elmúlt évek nagy kihívása csak még inkább rontott a helyzeten: megjelent a felelőtlenül, ellenőrizetlenül és főleg nyilvántartások nélkül letelepített aknák millióinak mentesítési igénye. Az aknás-lőszeres területek mentesítése - sajnos - nem volt ismeretlen a katonai szakemberek előtt, hiszen a II. világháborúból visszamaradt ilyen eszközök még ma is munkát adnak a tüzérszereknek szerte a világon. De a kialakult, vérrel szerzett tapasztalatokon alapuló kézi területmentesítési módszer kizárólagos alkalmazásával, az elmúlt

időszakban fegyveres konfliktusok által sújtott területeken még évtizedekig szednék áldozataikat az aknák.

Az újabb - mind az átjárónyitás, mind a gyors és biztonságos területmentesítés problematikáját megoldani kívánó - fejlesztések az alábbi irányokba mutatnak:

- mivel még az aknakifordító ekék bizonyultak a régi eszközök közül a leghatékonyabbaknak, megjelentek a harcjármű teljes szélességében ható ekék; ehhez viszont megfelelő motorteljesítményre van szükség a jármű részéről, a Magyar Honvédség jelenleg alkalmazott eszközei csak átalakítás után felelhetnének meg a szükséges követelményeknek; a gond az, hogy a gyalogság elleni aknák méretei kisebbek, mint az alkalmazott ekék fogainak egymástól való távolsága (elvégre ezek az eszközök továbbra is a harcselekmények műszaki biztosítását szolgálják, és alapfeladatuk a harckocsiakna-mezőkön való átjuttatása a támadó köteléknek), így a területmentesítési igényeknek nem igazán felelnek meg; a fogak közötti távolság további csökkentése viszont még erősebb gépet, és még erősebb munkaszervet követelne meg; nehezen elképzelhető, hogy ez a jelenlegi (csaknem az optimumra megtervezett) rendszer ilyen irányban tovább finomítható lenne;

- a fejlesztés egy új (vagy inkább egy régebben már alkalmazott, de elfelejtett) irányát jelentik az ütő hatású átjárónyitó és aknamentesítő eszközök; működésük alapelve, hogy egy tengely körül nagy sebességgel megforgatott, egymás mellé megfelelő távolságra felhelyezett láncok végére felerősített kalapácsok, a talaj felső rétegét szinte lehántják, felrobbantva vagy szétverve az aknákat, méghozzá a jármű előtt teljes szélességben; a kísérletek alapján a jármű nagy biztonsággal képes a legkülönbözőbb aknák semlegesítésére, ráadásul nagyon nagy hatékonysággal (ami az egy nap alatt mentesíthető terület nagyságát illeti); a fejlesztésben a legtovább a német KEILER aknamentesítő jármű jutott, melyet jelenleg a volt Jugoszlávia területén is alkalmaznak aknamentesítési feladatra; ugyanakkor az eszköz kettős rendeltetésű, harcselekmények során éppúgy alkalmazható tűzhatás alatti átjárónyitásra, mint tűzhatáson kívül aknás-lőszeres területek mentesítésére;

- teljesen új elvet követ a BOFORS új eszköze, mely a talajmarók működési elvét kölcsönzi az aknamentesítés érdekében; a fogazott tárcsasor szintén a jármű teljes szélességében marja fel a talajt, hatástalanítva a viszonylag kis méretű gyalogság elleni taposóaknákat is; ez az eszköz már kimondottan az ENSZ által megfogalmazott területmentesítő eszközzel szembeni igényeket figyelembe véve került kifejlesztésre, és - szemben a KEILER-rel - harcászati alkalmazásra láthatólag nem is gondoltak a gyártók; a speciális anyagból készült marótárcsák - rongálódás esetén - könnyen és gyorsan cserélhetők, a jármű közvetlenül vagy távvezérelve egyaránt irányítható;

- egyre nagyobb érdeklődés fordul a robotok felé úgy a terrorcselekmények megelőzését célzó rendőri munka során, mint a katonai felhasználás terén, vagy a katasztrófa elhárítás veszélyes körülmények között végzett feladataiban (pl. atomerőművi, vagy vegyi üzemi baleseteknél); a katonai felhasználásban egyre több országban jelennek meg a fegyvereket hordozó, valamint az aknamentesítő robotok; a méretek erősen eltérőek, a felhasználói igénytől függenek: a személygépkocsi csomagtartójában elhelyezhető eszköztől a távvezérelhető aknataposó harckocsiig terjed a skála - mégis a legjellemzőbb a kisméretű, egy jármű rakterében elhelyezhető, viszonylag nagy teherbírású (30-50 kg), kis célfelületet mutató lánctalpas vagy kerekes járművek alkalmazása.

Az aknamentesítő és átjárónyitó eszközök régebbi és új generációját áttekintve szembetűnő egy sajátosság: talán a BOFORS járművét kivéve, az összes többi arra készült, hogy járművel járható terepszakaszon végezzen munkát - ugyanakkor a legnagyobb problémát

jelentő gyalogsági aknák erdős-bozótos területen található (lásd a 2. fejezetben). Egy igazán hatékony aknamentesítő eszközt tehát, mely a konfliktusövezetek aknáktól való nagy hatékonyságú megtisztítására hivatott, mindenképpen el kell látni olyan kiegészítő (szükség szerint fel-, vagy leszerelhető) munkaszervvel, mely a gép munkasávjából legalább az aljnövényzetet (esetleg a kisebb átmérőjű fákat, vagy a bambuszt) eltávolítja!

(befejező rész a következő számban)

