

**NÉHÁNY PERSPEKTIVIKUS LEHETŐSÉG A HAGYOMÁNYOS ROBBANÓ
HARCANYAGOK/HARCIRÉSZEK HATÉKONYSÁGÁNAK NÖVELÉSÉRE, A
JELEN KOR TUDOMÁNYOS ISMERETEINEK ALAPJÁN**

Dr. Molnár László

hadtudomány (haditechnika) kandidátusa

3. Rész

**A HATÉKONYSÁGNÖVELÉS MEGVALÓSÍTHATÓSÁGA. FELTÉTELEK ÉS
LEHETŐSÉGEK**

A jelen közlemény, a NÉHÁNY PERSPEKTIVIKUS LEHETŐSÉG A HAGYOMÁNYOS ROBBANÓ HARCANYAGOK/HARCIRÉSZEK HATÉKONYSÁGÁNAK NÖVELÉSÉRE, A JELEN KOR TUDOMÁNYOS ISMERETEINEK ALAPJÁN c. publikáció 1. és 2. Rész-einek folytatása, és azon Szerzők kutatómunkáinak¹ eredményeit tartalmazza, amelyek perspektivikus alkalmazása néhány vonatkozásban hozzájárulhat a fenti harcanyagok lényeges hatékonyságnövelésének² gyakorlati megvalósításához.

A jelen közlemény 3 főpontból és a hozzájuk tartozó alpontokból áll.

Az első pontban a saját kutatások keretéként – röviden és kizárólag szakirodalmi hivatkozások alapján – ismertetésre kerülnek a kémiai tudományágak kutatóinak azon (főbb) kutatási eredményei, amelyek egyúttal meghatározó (és nem nélkülözhető) feltételei is a detonációra képes robbanóanyag-főttöltetekkel szerelt harcanyagok kémiai módszerekkel történhető hatékonyságnöveléseinek.

Itt kerülnek bemutatásra azok az eredmények (is), amelyek lehetővé teszik a hivatkozott 1. és 2. Rész-ekben kifejtettek érvényességeinek szemléltetését és igazolását.

A második pontban vázlatosan ismertetésre kerülnek a szerző azon kutatásai, amelyek eredményei igazolják azt, hogy a robbanó harcanyagok 1. Rész TÁRGY, A TÉMA INDOKLÁSA pontja szerinti lényeges hatékonyságnövelése eredményesen megvalósítható (nem ütközik elvi akadályba), részben a fizikai-kémiai, döntően a fizikai lehetőségek

¹ 1.) Idegen és saját. Ezek mindegyikének jelölését a hivatkozás első helyén tartalmazza a jelen közlemény.

2.) Az **1.** és a **2. Rész** jelölései a jelen közleményben változatlanul érvényesek. Forráshelyük megjelölésére lábjegyzetben kerül sor (magyarázatuk szükségessége esetén.).

² 1.) Lényeges hatékonyságnövelés/növekedés (fogalom), lásd **1. Rész** 4. lábjegyzet.

2.) A jelen publikáció **1-2. Rész**-eiben foglaltakkal egyezően, a **hatékonyság-növelés/növekedés fogalom vonatkozik a (külön fel nem sorolt) hatásnövelésre is** – ugyanis az előbbi, az utóbbi (fogalom) tartalmát implicite magába foglalja.

sokféleségei közül elsősorban a főtöltet-robbanóanyagára vonatkozó detonációs hullámfront-tartomány energia-imissziójának, továbbá a detonációs- és/vagy az ütőhullám-front(ok) célszerű irányításának együttesével.

A 3. pont összegzése szerint a jelen 3. Rész-ben foglaltak a CÉLKITŰZÉS 3. pontjának részleges kifejtését tartalmazzák.

1. ELŐZETES MEGJEGYZÉSEK. Megállapítások

A szerző a további kifejtések érdekében – a jelen publikáció 1.-2. Rész-eiben foglaltak felhasználásával – hivatkozik a következőkre.

1.1. A harcanyagok relatív³ hatékonyságainak lényeges növekedéséhez szükséges főtöltet-robbanóanyagok belső energia-változásainak⁴ mértéke

A fenti mértékek (mérőszámok) számítással meghatározhatók a 2. Rész (1.3.1.-1.) és (1.3.2.-1.) összefüggéseinek felhasználásával.⁵ A részletezéseket az 1. melléklet 1. pontja tartalmazza, amelynek eredményei a következők.

³ (Itt) a relatív vonatkoztatás alapja; préselt TNT-robbanóanyag.

A további szükséges ismérveket lásd, 1. Rész 4.2.2. pont.

⁴ Értelmezését lásd, 2. Rész 1.1.1. pont.

$$H_{hg,a,rg}(D_{rg};v_{rg,g};I_{rg,g})_i = \frac{P_{(D_{rg};v_{rg,g};I_{rg,g})_i} + Q_{(D_{rg};v_{rg,g};I_{rg,g})_i}^* \Delta U_{rg,g,A}^{[0 < m^*(D_{rg,g};v_{rg,g};I_{rg,g}) \leq 1]}}{P_{(D_{rg,o};v_{rg,o,g};I_{rg,o,g})_i} + Q_{(D_{rg,o};v_{rg,o,g};I_{rg,o,g})_i}^* \Delta U_{rg,o,g,A}^{[0 < m^*(D_{rg,o};v_{rg,o,g};I_{rg,o,g}) \leq 1]}}$$

[2. Rész (1.3.1.-1.)]

és

$$H_{hg,a,rg}(p_{rg};T_{rg,g};\rho_{rg,g})_i = \frac{P_{(p_{rg,g};T_{rg,g};\rho_{rg,g})_i} + Q_{(p_{rg,g};T_{rg,g};\rho_{rg,g})_i}^* \Delta U_{rg,g,A}^{[0 < m^*(p_{rg,g};T_{rg,g};\rho_{rg,g}) \leq 2]}}{P_{(p_{rg,o,g};T_{rg,o,g};\rho_{rg,o,g})_i} + Q_{(p_{rg,o,g};T_{rg,o,g};\rho_{rg,o,g})_i}^* \Delta U_{rg,o,g,A}^{[0 < m^*(p_{rg,o,g};T_{rg,o,g};\rho_{rg,o,g}) \leq 2]}}$$

[2. Rész (1.3. 2.-1.)]

Ahol,

$$H_{hg,a,rg}(D_{rg};v_{rg,g};I_{rg,g})_i$$

$H_{hg,a,rg}(p_{rg};T_{rg,g};\rho_{rg,g})_i$: H -hatékonysági függvények, amelyek a hg,a (index-)jelű harcanyag rg -index jelű

főtöltet-robbanóanyagának – sorrendben – $D_{rg};v_{rg,g};I_{rg,g}$, illetve $p_{rg};T_{rg,g};\rho_{rg,g}$ (index-)jelű hullámfrontjellemzőire vonatkoznak valamely i -edik függvénykapcsolatban, ahol,

hg,a ; A valamely harcanyag és a -jelű (harcanyag) azonosítója,

$D_{rg};v_{rg,g};I_{rg,g}$; **Először**, a robbanóanyag detonációsebesség-függvényét,

másodsor, a robbanóanyag g -index jelű detonációs végtermékének

áramlási sebességfüggvényét jelöli a detonációs hullámfront felületén – a felületre merőleges irányba,

harmadszor, a robbanóanyag fenti detonációs végtermékének fajlagos impulzusfüggvényét jelöli a fenti helyen és irányba. És,

1.) Először a keresett mérőszámokat külön a $(D_{rg} \div I_{rg,g})$ - és külön a $(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})$ hullámfrontjellemzők vonatkozásaiban az – 1. mellékletből ide átemelt – alábbi relatív hatékonyság és relatív belsőenergia-változás közötti egyenlőtlenségek fejezik ki.

$$K_2 + 1 < H_{hg,a,rg,l(D_{rg} \div I_{rg,g}),i} \leq K_1 \Delta U_{rg,o,g,A} (n_{rg,l,g,A} - 1) + 1 \quad (\text{M-1.-19.})$$

ahol,

K_1, K_2 : Külön-külön, kísérleti vizsgálatokkal meghatározható állandók.

$n_{rg,g,A}$: A relatív belsőenergia-változás, az (M-1.-5.) összefüggés szerint – természetes szám.

l -index : A valamely rg, l -indexű robbanóanyaggal szerelt hg, a -indexű harcanyagot jelöli. Vagy,

0 -index : Vagy,

- a valamely $rg, 0$ -indexű robbanóanyaggal szerelt hg, a -indexű etalon harcanyagot,

$p_{rg}, T_{rg,g}, \rho_{rg,g}$; Sorrendben, a robbanóanyag g -index jelű detonációs végtermékének, nyomás-, hőmérséklet-, sűrűség-függvényét jelöli. Továbbá, lásd, **2. Rész** 1.1. pont. És,
 i ; Pozitív egész szám. Továbbá, lásd, **2. Rész** (1.1.-2.-1.) összefüggés.

$P_{(D_{rg}, v_{rg,g}, I_{rg,g}),i}$ és $P_{(p_{rg,g}, T_{rg,g}, \rho_{rg,g}),i}$,

$Q_{(D_{rg}, v_{rg,g}, I_{rg,g}),i}^*$ és $Q_{(p_{rg,g}, T_{rg,g}, \rho_{rg,g}),i}^*$; Külön-külön állandók, amelyek (sorrendben) a hg, a -index jelű harcanyag rg -index jelű hullámfrontjellemzőire vonatkoznak, a valamely i -edik függvénykapcsolatban.

$P_{(D_{rg}, v_{rg,g}, I_{rg,g}),i}$ és $P_{(p_{rg,o,g}, T_{rg,g}, \rho_{rg,g}),i}$,

$Q_{(D_{rg}, v_{rg,g}, I_{rg,g}),i}^*$ és $Q_{(p_{rg,o,g}, T_{rg,g}, \rho_{rg,g}),i}^*$;

A fenti állandók a 0 -index szerinti – valamely – vonatkoztatási alapnál. Továbbá lásd **2. Rész** 3. lábjegyzet és **2. Rész** 1.2. pont.

$\Delta U_{rg,g,A}$: A robbanóanyag és a g (index-)jelű detonációs végtermék közötti fajlagos (tömegegységre vonatkoztatott) belsőenergia-változás függvénye, a detonációs hullámfront A (index-)jelű felületén.

Továbbá lásd **1. Rész** 29. és 31. lábjegyzetek.

$\Delta U_{rg,o,g,A}$: A fenti belsőenergia-változás függvénye a 0 -index szerinti – valamely – vonatkoztatási alapnál.

Továbbá lásd **2. Rész** 1.2. pont.

$m_{(D_{rg}, v_{rg,g}, I_{rg,g}),i}^*$,

$m_{(p_{rg,g}, T_{rg,g}, \rho_{rg,g}),i}^*$: Külön-külön valamely természetes számok, amelyek (sorrendben) az rg -index jelű hullámfrontjellemzőkre vonatkoznak.

Továbbá lásd **2. Rész** 1.1.3. pont.

$m_{(D_{rg,o}, v_{rg,o,g}, I_{rg,o,g}),i}^*$,

$m_{(p_{rg,o,g}, T_{rg,o,g}, \rho_{rg,o,g}),i}^*$: Természetes számok a 0 -index szerinti – valamely – (fent) hivatkozott vonatkoztatási alapnál.

A továbbiakban az indexek összevont jelölései a következők,

$$(D_{rg}; v_{rg,g}; I_{rg,g}) \equiv (D_{rg} \div I_{rg,g}) \quad (1.1.-1.)$$

$$(p_{rg}; T_{rg,g}; \rho_{rg,g}) \equiv (p_{rg} \div \rho_{rg,g}) \quad (1.1.-2.)$$

A 0 -(kiegészítő) indexet tartalmazó indexek összevont jelölései (értelemszerűen) a fentiek.

Továbbá a fenti összefüggések valamennyi taga, tényezője és kitevője – kísérleti úton meghatározható.

- vagy a valamely rg -indexű robbanóanyaggal szerelt $hg,a,0$ -indexű etalon harcanyagot jelöli⁶.

Továbbá,

$$K_{22} + 1 < H_{hg,a,rg,1(p_{rg,g} \neq \rho_{rg,g}),i} \leq K_{11} (\Delta U_{rg,o,g,A})^2 \left[(n_{rg,g,1,g,A})^2 - 1 \right] + 1 \quad (\text{M-1.-32.})$$

ahol,

K_{11}, K_{22} : Külön-külön, kísérleti vizsgálatokkal meghatározható állandók.

A fenti egyenlőtlenségek értelmezési tartományai alulról is és felülről is korlátozottak.

Az alsó korlátok annak a következményei, hogy az egyenlőtlenségek baloldali tagjainak **határértékei az alábbiak,**

$$\lim(K_2 + 1) \longrightarrow 1 \quad (1.1.-3.)$$

$$\Delta L_{hg,a/cél} \longrightarrow \infty$$

és

$$\lim(K_{22} + 1) \longrightarrow 1 \quad (1.1.-4.)$$

$$\Delta L_{hg,a/cél} \longrightarrow \infty$$

ahol,

$\Delta L_{hg,a/cél}$: A valamely hg,a -indexjelű harcanyag és a valamely $cél$ -indexjelű cél (céltárgy) távolsága

A fenti összefüggések fizikai tartalma abban nyilvánul meg, hogy a valamely harcanyag relatív hatékonysága a harcanyag és a cél (céltárgy) távolságának függvényében aszimptotikusan közelíti a határértéket.⁷

A fenti megállapítások egyenértékűek azzal, hogy a kidolgozott egyenlőtlenségek ellentmondásmentesen illeszkednek **ZELDOVICS, Ja., B.** (hivatkozott⁸) hidrodinamikai modelljéhez.

A felső korlátok magyarázata az, hogy a detonációs folyamatokra alkalmazott – fenti – fizikai (hidrodinamikai) modell korlátozott tartományban érvényes – ugyanolyan módon, mint a valóság jellemzésére alkalmas modellek bármelyike.

Jelen esetben **a korlátozott** – ugyanakkor az igen széles – **tartomány⁹ határa ott van, amelyen túl** a detonációs folyamatok szabatos leírásához (kiemelten a hullámfrontjellemzők meghatározásához) **figyelembe kell venni a detonációs végterméket alkotó plazma**

⁶ Lásd: **1. Rész**, 4.-5. pontok.

⁷ Lásd továbbá, **1. Rész**; (4.2.2.-1.) és (4.2.2.-2.) összefüggések

⁸ 1.) Lásd; [1.]

2.) Lásd; 1. Rész, 4.2.2. pont

⁹ A kémiai reakciókkal jellemezhető átalakulások helye. A tartomány határai – pl. – a fajlagos belsőenergia-változás (KJ/kg) matematikai nagyságrendjével jellemezhetők, amelyek a szerző számításai szerint az alábbiak

$$3 < \Delta U_{rg,1,g,A} < 4 \quad [1.] \quad (1.1.-4.)$$

(Megfelel a 2000 ÷ 20.000 K hőmérsékletű tartománynak.)

magneto-hidrodinamikai (-gázdinamikai) tulajdonságait is (a hidro- és a gázdinamikai jellemzőkön kívül) – ezek közül is elsősorban a plazmahullámok [2.,3.] hatásait.¹⁰

2.) Másodsor, a továbbiakban a harcanyagok lényeges – 1. Rész TÁRGY, A TÉMA INDOKLÁSA pont szerinti – **mértékű hatékonyságnöveléseihez szükséges $n_{rg,g,1,g,A}$ paraméterek meghatározásaihoz az (M-1.-19.) és az (M-1.-32.) egyenlőtlenségek jobb oldalai együttesen kerülnek alkalmazásra.**

A fentiek megfelelnek annak, hogy az **egyenlőtlenség-részek függvényekértékei tartalmazzák a harcanyagok lényeges hatékonyságnöveléséhez szükséges $(D_{rg} \div I_{rg,g})_i$ hullámfrontjellemzők valamennyi függvényértékét is – implicit formában.**¹¹

3.) Harmadszor, a fenti 1.)-2.) pontokban foglaltaknak megfelelően, írhatók a következők.

- A valamely harcanyag relatív hatékonyságának meghatározására alkalmas függvényre igaz, hogy

$$K_1 \Delta U_{rg,o,g,A} (n_{rg,1,g,A} - 1) + 1 \geq$$

$$H_{g,a,rg,1} (D_{rg} \div \rho_{rg,g})_i \leq$$

$$K_{11} (\Delta U_{rg,o,g,A})^2 [(n_{rg,1,g,A})^2 - 1] + 1 \quad [\text{Itt}^{12}] \quad (1.1.-5.)$$

Vagyis,

- a fenti relatív hatékonyság és a relatív belsőenergia-változás függvénye (egyenlőtlensége) – az első és a másodfokú polinomok között van.

1.2. A hatékonysági függvények alkalmazhatósága. Következtetések

A megállapítások alapozásaként **a szerző hivatkozik arra, hogy a detonációra képes robbanóanyagokat** (korunk tudományos-műszaki színvonalán és időrendi csoportosításuk szerint) a XVIII. században felfedezett durranóhiganyval kezdődő¹³ és a jelen kor ún. növelt energiájú kémiai vegyületcsoportjaiba tartozó¹⁴ brizáns robbanóanyagokkal határolt

¹⁰ Tekintettel arra, hogy a **magneto-hidrodinamikai (-gázdinamikai) jellemzők és hatások a nukleáris robbanások meghatározói [4.]**, ugyanakkor a hagyományos harcanyagok főtölteteinek detonációs folyamatainál alárendelt jelentőségűek – a jelen publikáció az ide vonatkozó részletezéseket, vagy a határértékekre vonatkozó becsléseket nem tartalmazza.

¹¹ $(D_{rg} \div \rho_{rg,g}) \equiv (D_{rg,g}; v_{rg,g}; I_{rg,g}; p_{rg,g}; T_{rg,g}; \rho_{rg,g})$ (1.1.-5.-1.)

¹² Amely fordítva nem áll fenn. !

¹³ 1.) Durranóhigany felfedezés; **HOWARD**, 1799. [5.] Az elnevezés – korabeli. A precíz kémiai elnevezés (higany-fulminát) **NEF** kutatásainak eredményeként 1894-gyel kezdődően ismert [5.].

2.) **A korábban megismert feketelópor nem tartozik a felsoroltak közé, ui. kémiai átalakulásának nem jellemzője, se nem sajátja a detonáció.** (Erre kizárólag különleges feltételek mellett kerül sor [5.].

¹⁴ 1.) **Nitro-adamantánok** [6.], pl.: adamantán – 1,3,5,7-tetranitrát. [7.]

2.) **Cubánok** [8.], pl.: oktanitro-cubán. [9.]

3.) **Bis homo pentaprizmánok** [6.], pl.: tetranitro-bis-homo-pentaprizmán. [10.]

A felsorolt (konkrét) vegyületek, a vegyületcsoportok maximális energiatartalmú (ismert) vegyületei.

tartományon belül, részben az iniciáló-, döntően a brizáns-homogén¹⁵, valamint az aeroszol brizáns-keverék¹⁶ robbanóanyagok képezik.

Megállapítható, hogy a fenti robbanóanyagok mindegyikére érvényes az (1.1.-5.) összefüggés – az esetek többségében néhány százalék pontossággal.

Továbbá, a fenti összefüggések felhasználásával megállapítható, hogy a hivatkozás szerinti lényeges hatékonyságnövelés olyan robbanóanyag főtöltetek alkalmazásával valósítható meg biztosan, amelyeknél a fajlagos belsőenergia-változás (a detonációs folyamatok során) a TNT-re vonatkoztatva¹⁷ az alábbi.

$$11 \square n_{rg,1,g,A} = \frac{\Delta U_{rg,1,g,A}}{\Delta U_{rg=TNT,g,A}} \cdot 3 \quad (1.2.-4.)$$

ahol, a

TNT-index: A TN-robbanóanyagot jelöli.

Vagyis, az (1.2.-3.) összefüggés figyelembevételével,

$$46,2 \square \Delta U_{rg,1,g,A} / 12,6 \quad [10^3 \text{KJkg}^{-1}] \quad (1.2.-4.-1)$$

A fentiek a következőket jelentik.

- A hatékonyság lényeges növelése nem teljesíthető – a fenti 2.) pontban ismertetett robbanóanyag-főtöltetek egyike esetén sem¹⁸ – úgy, hogy az valamennyi hullámfrontjellemező hatásában maradék nélkül érvényesüljön.
- A (fenti) robbanóanyagok egy részénél, vagy valamely korlátozott számú hullámfrontjellemező hatása közelíti – de nem éri el – a lényeges mértéket, vagy (valamely) egyetlen hullámfrontjellemező-hatás haladja meg azt – a valamennyi többi rovására.

Az ismertetett robbanóanyagok – ide vonatkozó – hatékonysági jellemzői az alábbiak.

1.) Az aeroszol brizáns-keverék robbanóanyagok hatékonyságnövekedése közelíti meg leginkább a lényeges mértéket azoknál a hatásoknál, amelyek közvetlen függvényei a

¹⁵ A sokféleséget lásd; [11., 12.]

¹⁶ Meghatározásokat, főbb jellemzőket lásd; [13., 14.]

¹⁷ TNT; préselt és

$$\bullet \quad \rho_{TNT} = 1,65 \cdot 10^3 [\text{kgm}^{-3}] \quad (1.2.-1.)$$

$$\bullet \quad D_{TNT} = 6930 [\text{ms}^{-1}] \quad (1.2.-2.)$$

Továbbá, lásd, 1. Rész, 4.2.2. pont.

¹⁸ Uí. az ismertetett robbanóanyagok belsőenergia-változásainak mértéke kisebb a (fenti) szükségesnél,

$$\bullet \quad \Delta U_{rg=TNT,g,A} \approx 4,2 \cdot 10^3 [\text{KJkg}^{-1}] [14.] \quad (1.2.-3.)$$

fajlagos impulzus, a hőmérséklet és a sűrűség szerinti hullámfrontjellemzőknek, vagy ezek valamelyikének. [15.]¹⁹

Az ezen felsorolási sorrend egyúttal a közelítések növekvő mértékű sorrendje is.

A fenti robbanóanyagok – felsorolt sorrend szerinti – főbb hatásai az alábbiak. [16.]

- **Széles tartományú, hosszú időtartamú mechanikus rezgések²⁰ generálása** – elsősorban – építmények, műtárgyak rombolására.
- **Nagyméretű terep-felületek felett lévő levegőréteg,²¹**
 - **hőmérsékletének hosszú időtartamú, jelentős emelése** – elsősorban – élőerő megsemmisítése/harcképtelenné tétele céljából. Vagyis,

$$\Delta t = 1 \div 10 \quad [\text{s}] \quad (1.2.-8.)$$

$$\Delta T_{\text{levegő}} = 100 \div 300 \quad [\text{fok}] \quad (1.2.-9.)$$

Továbbá,

- **sűrűségének (a fenti) hosszú időtartamú jelentős csökkentése,** élőerő megsemmisítése/harcképtelenné tétele céljából. Vagyis,

$$\Delta \rho_{\text{levegő}} = -(0,1 \div 0,9) \rho_{\text{levegő}} \quad (1.2.-10.)$$

Jelen esetben, **a relatív belsőenergia-változás csökkenő, vagy csekély mértékben növekvő lehet** a következők szerint,

$$0,5 \cong n_{rg=AE,g,A} < 1,5 \quad (1.2.-11.)$$

¹⁹ 1.) Vagyis, az $I_{rg=AE,g,i}$, $T_{rg=AE,g,i}$ és a $\rho_{rg=AE,g,i}$ hullámfrontjellemzőknek, ahol,

AE -index: Az aeroszol robbanóanyagot jelöli

2.) (Matematikai) pontossággal az alábbi hullámfrontjellemző függvényeknek,

$$f_{(I_{AE,g}; T_{AE,g}; \rho_{AE,g})i} = \int_{V_{AE,max}} (I_{AE,g}; T_{AE,g}; \rho_{AE,g}) dV \quad (1.2.-5.)$$

ahol,

$V_{AE,max}$: Az aeroszol detonáció max. térfogata.

3.) A fajlagos impulzus származtatott jellemző. Lásd; **1. Rész, 5.1. pont.**

²⁰ 1.) v (rezgésszám)= $0,1 \div 10$ [Hz] (1.2.-6.)

2.) t (rezgésidő)= $1 \div 10$ [s] (1.2.-7.)

²¹ 1.) $100 \div 1000$ [m²]

2.) Vastagság: $2 \div 5$ [m]

Ennek magyarázata az, hogy az aeroszol robbanóanyagok detonációja rendkívül nagy (levegő) térfogatban megy végbe²², amelynek következményeként a hatékonysági függvények $P_{(D_{rg} \div \rho_{rg,g})}$ és $Q_{(D_{rg} \div \rho_{rg,g})}^*$ állandóinak mérőszámai²³ nagyságrenddel nagyobbak lehetnek a kondenzált robbanóanyagok ugyanezen (állandóinak) mérőszámainál.

A belsőenergia-változás a levegő – döntően az oxigén, részben a nitrogén – és a robbanóanyag azon szol komponense(i) közötti kémiai reakció(k)ból származik, amely(ek) az aeroszol robbanóanyag stabil detonációját fenntartják. [14.]

A jelen kor katonai gyakorlatának és műszaki-technikai színvonalának megfelelő maximális hatékonyságú aeroszol robbanóanyagok, részben folyékony fázisú etilénoxid-, és részben szilárd fázisú alumínium- és/vagy alumínium-magnézium (ötövet), és berillium-szol komponenseket tartalmaznak. [15.]

2.) Jelenleg (tudományos jelentőségűek azok a tények, amelyek szerint) a növelt energiájú vegyületsoportokba tartozó robbanóanyagok²⁴ detonációsebesség-, detonációs végtermék áramlási sebesség-²⁵, detonációs végtermék nyomás- (együttes) hullámfrontjellemzőinek megfelelő hatékonyságnövekedések jelentősen közelítik a lényeges mértéket, továbbá esetenként valamely fenti hullámfrontjellemző el is éri azt.

A fenti vegyületsoportokba tartozó robbanóanyagoknál **a relatív belsőenergia-változás mérőszáma a következő.** [9., 17., 18.]

$$1,5 < n_{rg=növ.hat.,g.A} \leq 2 \quad (1.2.-13.)$$

ahol, a

növ.hat. -index: a valamely növelt hatékonyságú robbanóanyagot jelöli.

A belsőenergia-növekmény, a molekulák izomériájának következménye.

Gyakorlati alkalmazásuk esetén, **katonai felhasználásukra – várhatóan – a repeszképző és a kumulatív harcanyagok főtölteteiként kerül sor.**

²² $V_{AE,max}=1000 \div 10.000$ [m³] (esetenként) (1.2.-12.)

²³ Lásd, 1.) **2. Rész**, (1.3.1.-1.) és (1.3.2.-1.) összefüggések.
2.) Jelen közlemény, 5. lábjegyzet.

²⁴ Ezek gyakorlati felhasználása, jelenleg, nem ismeretes.

²⁵ Az áramlási sebesség, származtatott jellemző. Lásd; **1. Rész**, 5.1. pont.

A robbanóanyagok közül az oktanitro-cubán hullámfrontjellemző függvényértékei kiemelkedően magasak – ennek megfelelően a robbanóanyag (potenciális) hatékonyságmutatói jelentősek (lehetnek).²⁶

3.) A katonai gyakorlatban felhasználásra kerülő brizáns (homogén és keverék) robbanóanyagok többségénél a hatékonyságnövekedés szintén közelíti – és esetenként meghaladja – a lényeges mértéket azoknál a hatásoknál, amelyek közvetlen függvénykapcsolatban vannak az alábbi valamely egyetlen hullámfrontjellemzővel, vagyis vagy a detonációsebességgel, vagy a detonációs végtermék nyomásával, vagy ennek hőmérsékletével.

A fentiek magyarázata az, hogy a belsőenergia-változás mértéke (a lényegeshez szükségesnél) kisebb, ugyanakkor a már hivatkozott hatékonysági függvények valamely állandójának/állandóinak mérőszáma(i) – esetenként – magas(ak). Ennek kizárólag gázdinamikai okai vannak, nevezetesen a detonációs végtermék kémiai összetételének megfelelő állapotváltozók, átlagos molekulatömeg és az izentrop- (esetleg a politrop-) kitevő együttese, a valamely hatékonysági függvény fenti állandóinak magas számértékeiben nyilvánulnak meg.

A robbanóanyagok – lényeges mértéket meghaladó (főbb) hatásai és hatékonyságai (a hullámfrontjellemzők felsorolási sorrendjében) az alábbiak.

- **Kumulatív hatás**, amelynél a jet-behatolására vonatkoztatott relatív hatékonyság a következő (lehet). [14., 19.]

$$H_{hg=kumm.,a,rg(D_{rg})} = 1 \div 8 \quad (1.2.-19.)$$

ahol, a

kumm. -index: A kumulatív harcanyagot jelöli.

A maximális hatékonyság a valamely flegmatizált oktogén (homogén) robbanóanyagból²⁷, illetve az oktogén bázisú valamely keverék robbanóanyagból²⁸ álló főtölteteket tartalmazó harcanyagoknál nyilvánul meg.

²⁶ 1.) $\Delta U_{rg=ocub,g,A}=7488$ [KJ/kg] [9] (1.2.-14.)

ahol,

ocub-index: Az oktanitro-cubánt jelöli.

2.) A szerző számításai szerint/mért,

$$D_{ocub,max}=10.500/10.200 (\rho_{ocub}: 2,1 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}) [\text{ms}^{-1}] \quad (1.2.-15.)$$

$$p_{ocub,max}=5,8 \cdot 10^4 \text{ MPa} \quad (1.2.-16.)$$

$$v_{ocub,max}=2625 [\text{ms}^{-1}] \quad (1.2.-17.)$$

$$1,5 < H_{rg,a,ocub} \leq 2 \quad (1.2.-18.)$$

(A hatékonyság – értelemszerűen – a fenti hullámfrontjellemzők szerinti hatásokra vonatkozik.)

- **Brizáns hatás**, amelynél a repeszképzésre vonatkoztatott relatív hatékonysága a következő határok között van. [14., 21.]

$$H_{hg=rep.,a,rg(p_{rg,g})} = 1 - 3 \quad (1.2.-23.)$$

A maximális hatékonyság a valamely flegmatizált-, nitropenta, vagy –hexogén (homogén) robbanóanyagból²⁹, illetve nitropenta vagy hexogén bázisú keverék robbanóanyagból álló főtöltettel szerelt harcanyagoknál van.

- **Hőmérsékleti hatás a detonációs hullámfrontban**, és az erre vonatkoztatott relatív hatékonyság hatásai. [14.]

$$H_{hg=hő,a,rg(T_{rg,g})} = 1 \div \max .4 \quad (1.2.-28.)$$

A maximális hatékonyság a (nagy) nyomás alatt argon-gázzal telített nitro-metán robbanóanyag detonációjánál van.³⁰ [23.]

²⁷ 1.) Pl.: • **Flegmatizátor**; paraffin, $1 \div 1,5\%$ A flegmatizált oktogén fizikai megjelenése; préstest. (1.2.-20.)

$p_{fokt,prt} = 1,91 \cdot 10^3$ [kg m⁻³]
 ahol, az indexek a következők,
fokt: A flegmatizált oktogént jelöli,
prt: A préstestet jelöli.

• **Ebben az esetben;**
 $D_{fokt,prt} = 9100$ [ms⁻¹], [12.] (1.2.-21.)

2.) **Az elnevezés a robbanóanyag magyar nyelvben meghonosított neve.**

Az oktogén NATO-terminológia szerinti elnevezése; HMX [12.]

A fenti elnevezések a valamilyen katonai szabvány/egyéb előírás szerinti minőségű robbanóanyagot (és nem a kémiai vegyületet) jelentik. Ez utóbbi alatt a spektráltiszta tartomány szerinti kémiai tisztaságú (minőségű) és a heterociklikus nitro-aminok vegyületcsoportjába tartozó 1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetraazaciklooktán értendő.

²⁸ Általában az Oktol-, vagy Okfol-robbanóanyagok.
 TNT/oktogén = $15 \div 35/85 \div 55$ [%] [20.] (1.2.-22.)

²⁹ 1.) Pl.: • **Flegmatizátor, fizikai megjelenés;** a jelen közlemény 27. lábjegyzete szerint. És (1.2.-24.)

$\rho_{fNP,prt} = 1,77 \cdot 10^3$ [kg m⁻³]
 $\rho_{fhex,prt} = 1,82 \cdot 10^3$ [kg m⁻³]
 ahol, az indexek a következők,

fNP, *fhex*: Sorrendben, a flegmatizált-, nitropentát és a -hexogént jelöli.

• **Ezekben az esetekben;**
 $D_{fNP,prt} = 8400$ [ms⁻¹], [12.] (1.2.-26.)

$D_{fhex,prt} = 8750$ [ms⁻¹], [20.] (1.2.-27.)

2.) Lásd; Jelen közlemény 27. lábjegyzet 2.) pont (értelemszerűen).

A robbanóanyagok NATO –, és néhány egyéb – terminológia szerinti elnevezései, a kémiai vegyületek nevei,

• **nitropenta; PETN** (Európa), **PTN, PT** (Amerikai Egyesült Államok), **TEN** (volt Szovjetunió, jelenleg: Oroszországi Föderáció.)
 Polinitro-észterek vegyületcsoportjába tartozó pentaeritrit-tetranitrát.

• **hexogén; RDX, Hexogén** (volt Varsói Szerződés országai, jelenleg: Oroszországi Föderáció.)
 Heterociklikus nitro-aminok vegyületcsoportjába tartozó 1,3,5-trinitro-1,3,5-triozociklohexan.

³⁰ 1.) Jelenleg a robbanóanyag kísérleti célú felhasználása ismeretes.

2.) A nitro-alkánok vegyületcsoportjába tartozó anyag. Főbb jellemzői [22.]

2. KITEKINTÉS. A relatív hatékonyság lényeges növelésének néhány lehetősége.

Vázlatos ismertetések

A fenti lehetőségek – értelemszerűen – különböző kémiai, fizikai-kémiai, vagy fizikai tartalmúak és mindezekben belül különbözően nagyszámúak (lehetnek).

A továbbiakban egyrészt, ezek töredékének áttekintése szükséges³¹, másrészt – nyilvánvalóan – a szerző ezek szintén csekély hányadának áttekintésére vállalkozhat.³² Mindezek figyelembevételével, a lehetőségek közül azok a fizikai eljárások kerülnek ismertetésre, amelyek megfelelnek az 1. Rész CÉLKITŰZÉS 3. pontjában foglaltaknak és amelyek – várható – hatékonyságnövelési hatásai (a jelen ismeretek alapján) maximálisak és gyakorlati alkalmazásuk nem ütközik elvileg ismeretlen módon leküzdhető műszaki-technikai akadályokba.³³

A fenti lehetőségeknek megfelelő, részben fizikai-kémiai, döntően fizikai részfolyamatokból álló (hivatkozott) eljárások mindegyikének közös ismérve az, hogy (eltérően ezek megvalósításának különböző műszaki-technikai módozataitól) a detonációs végtermék energiájának folytonos növelése megy végbe a detonáció (egész vagy rész)

$$D_{nm}=6350 \text{ [ms}^{-1}\text{]} \quad (1.2.-29.)$$

$$\rho_{nm}=1,13 \cdot 10^3 \text{ [kg m}^{-3}\text{]} \text{ (folyékony halmazállapot)} \quad (1.2.-30.)$$

ahol,

nm-index: a nitro-metánt jelöli.

³¹ Azoké, amelyek a további K+F-tevékenységek közvetlen alapját képezhetik.

³² Lehetőségei alapján.

³³ 1.) A szakirodalmi kutatási eredmények értékelései alapján.

2.) A jelen publikációban nem részletezett kémiai, fizikai-kémiai eljárásokat illetően kiemelendők az alábbiak: A klasszikus kémiai kötősszerkezetű, új – jelenleg nem ismeretes – szerves, vagy szerves vegyületek szintetizálása, amelyek bomlása során a fajlagos belsőenergia-változás mértéke az 1.2. pont szerinti – elméletileg (is) – kizárt.

Ennek magyarázata az, hogy a vegyületek esetleges szintetizálása esetén a szükséges energiatartalmú vegyület kémiai stabilitása nem lenne elegendő a (kémiai) szerkezet bomlás nélküli fennmaradásához. **Ugyanis, a belsőenergia hőmérsékleti ingadozásának** (szerző számításai szerinti) **mértéke** – amely mintegy $0,5 \text{ KJ kg}^{-1}$, az alkalmazási hőmérséklet gyakorlatilag szükséges felső határánál (amely mintegy, min. 470 K ($\sim 200^\circ\text{C}$) – **meghaladná az ezen vegyületek kémiai kötéseinek (vegyes – delokalizált, kovalens, ionos) felbontásához szükséges energia** (vagyis az aktiválási energia) mértékét.

Ez utóbbi pl.: (a már hivatkozott durranóhigany esetén $0,44 \text{ KJ kg}^{-1}$ [24.], amely mérőszám a gyakorlatilag felhasználható robbanóanyagok aktiválási energia-minimumának tekinthető.

Kémiai vonatkozásban, a lehetőségek egyrészt – a fentiekől eltérően – a rekombinációs nagyobb energiaváltozásokkal járó szerves és szervetlen gyökök felhasználását, másrészt és egyúttal az olyan fizikai, kémiai eljárások alkalmazását jelenti, amely utóbbiakkal a jelenleg is ismert (szerkezetű), ugyanakkor instabil (szerves és/vagy szervetlen) gyökök szükséges mértékű kémiai stabilitásai is biztosíthatók – a gyakorlati felhasználásuknak megfelelően.

Várhatóan leginkább eredményes – perspektivikus – lehetőségek a szabad gyökök (elemek és vegyületek)

sokféleségén belül \dot{H} (hidrogén-gyök) előállítás, szerkezeti stabilizálása és az ezen szerkezet robbanóanyag főtöltésként való alkalmazása. [14., 25., 26., 27.]

folyamatában, a detonációs végtermékbe irányuló³⁴ (és a valamely külső forrásból származó) energia-áramlás (folytonos) imissziójának következményeként. [14., 28., 29., 30.]

A fenti energianövelés mértékét – elméletileg – a detonációs végtermék extenzív paraméterei és a külső forrás (energia-) kapacitás jellemzőinek mérőszámai korlátozzák.

A külső forrásból származó energia fajtái – gyakorlatilag – korlátozottak és az alábbiak lehetnek.

1.) Elektromágneses sugárzási energia.

2.) Detonációs- és/vagy ütőhullám által szállított energiák.

A fentiek együttes - részletes - bemutatására, a jelen publikáció további részében kerül sor.

3. ÖSSZEGZÉS

A publikáció jelen 3. Rész-ében:

- meghatározásra került a harcanyagok – 1. Rész TÁRGY, A TÉMA INDOKLÁSA pontjában értelmezett – lényeges hatékonyságnöveléséhez szükséges (detonációs) fajlagos belsőenergia-változás minimális mértéke és
- ismertetésre kerültek a jelen kor tudományos színvonalán ismeretes robbanóanyag-csoportok hatékonyságnövelési lehetőségeinek főbb jellemzői, valamint
- felvázolásra került a haditechnikai célú gyakorlati alkalmazás szempontjából szóba jöhető, néhány perspektivikus hatékonyságnövelési eljárás lényegi ismérve.

A fentiekre vonatkozó főbb megállapítások a következők.

- A hatékonyság lényeges növeléséhez szükséges (fenti) belsőenergia-változás mértékének lehetőségével, a jelenleg ismeretes detonációra képes robbanóanyagok egyike sem rendelkezik.

Ezek a robbanóanyagok a valamely (és maximum néhány) detonációs hullámfrontjellemző szerinti hatékonyságnövelésre alkalmasak – esetenként rendkívül nagy mértékben.

A fenti hatékonyságnövelés – döntően – fizikai módszerekkel (is) megvalósítható, amelyek során a szükséges mértékű fajlagos belsőenergia-változás elérésére a detonáció folyamatában a detonációs – és/vagy ütő-hullámfront irányításával és valamely külső

³⁴ És (részben) irányított.

forrásból származó energiaáramlás felhasználásával kerül sor – nevezetesen, a (külső) energia emissziójának következményeként, a detonációs hullámfrontban.

A fentieknek megfelelően ismertetésre került néhány perspektivikus eljárás tartalma jellemzője, amelyek megvalósítása nem ütközik elméleti, vagy gyakorlati (műszaki-technikai) akadályokba.

SZÁMÍTÁSOK

1. A HARCANYAGOK RELATÍV HATÉKONYSÁGÁNAK LÉNYEGES NÖVELÉSÉHEZ SZÜKSÉGES RELATÍV BELSŐENERGIA-VÁLTOZÁSOK MEGHATÁROZÁSA

A meghatározások módszere számítás, tárgyai a jelen publikáció 2. Rész-ének (1.3.1.-1.) és (1.3.2.-1.) összefüggései.¹

Keresendők az alábbiak.

- A relatív hatékonyságváltozás függvényei.

$$\frac{\partial H_{hg,a,rg(D_{rg} \div I_{rg,g})^i}}{\partial n_{rg,g,A}} = f_{\partial H_{hg,a,rg(D_{rg} \div I_{rg,g})^i}} \quad (\text{M-1.-1.})$$

$$\frac{\partial H_{hg,a,rg(p_{rg} \div \rho_{rg,g})^i}}{\partial n_{rg,g,A}} = f_{\partial H_{hg,a,rg(p_{rg} \div \rho_{rg,g})^i}} \quad (\text{M-1.-2.})$$

ahol,

f : A valamely függvény jele.

Továbbá,

- a relatív-hatékonysági függvények szélsőérték-függvényei.

És

- a fenti függvények határértékei.

És

- a fenti függvények és határértékek felhasználásával kifejezhető alábbi – a relatív hatékonyság és a relatív belsőenergia-változás közötti – függvények.

$$H_{hg,a,rg(D_{rg} \div I_{rg,g})^i} = \lim_{m_{(D_{rg} \div I_{rg,g})}^* \rightarrow 0; \leq 1} f_{H_{hg,a,rg(D_{rg} \div I_{rg,g})^i}}(n_{rg,g,A}) \quad (\text{M-1.-3.})$$

$$H_{hg,a,rg(p_{rg} \div \rho_{rg,g})^i} = \lim_{m_{(p_{rg} \div \rho_{rg,g})}^* \rightarrow 0; \leq 2} f_{H_{hg,a,rg(p_{rg} \div \rho_{rg,g})^i}}(n_{rg,g,A}) \quad (\text{M-1.-4.})$$

ahol,

$n_{rg,g,A}$: A relatív belsőenergia-változás, amely a 2. Rész (M-2.-3.) összefüggésének² felhasználásával, a következő

$$n_{rg,g,A} \geq \frac{\Delta U_{rg,g,A}}{\Delta U_{rg,o,g,A}} \geq 1 \quad [\text{Itt}^3] \quad (\text{M-1.-5.})$$

¹ Lásd; jelen 3. Rész, 5. lábjegyzet.

² $\Delta U_{rg,o,g,A} \leq \Delta U_{rg,g,A} \leq n_{rg,g,A} \Delta U_{rg,o,g,A}$

[2. Rész (M-2.-3.)]

A számítások lépései és ezek eredményei a következők.

1.) A D_{rg} , $v_{rg,g}$ – és az $I_{rg,g}$ – hullámfrontjellemzőkre vonatkozó függvények meghatározása

1.1.) A relatív hatékonyságváltozás függvényei

Az (M-1.-1.) és a hivatkozott 2. Rész (1.3.1.-1.) összefüggésekből kapjuk,

$$H_{hg,a,rg}(D_{rg} \div I_{rg,g})_i = P_{(D_{rg} \div I_{rg,g})_i} + Q_{(D_{rg} \div I_{rg,g})_i}^* \cdot \frac{(n_{rg,g,A} \Delta U_{rg,o,g,A})^{[0 < m^*(D_{rg} \div I_{rg,g}) \leq 1]}}{P_{(D_{rg,o} \div I_{rg,o,g})_i} + Q_{(D_{rg,o} \div I_{rg,o,g})_i}^* \cdot (\Delta U_{rg,o,g,A})^{[0 < m^*(D_{rg,o} \div I_{rg,g}) \leq 1]}} \quad (\text{M-1.-7.})$$

A keresett függvények a fenti összefüggésből parciális deriválással képezhető alábbi egyenlet megoldásai.⁴

$$K_1 (\Delta U_{rg,o,g,A})^{[0 < m^*(D_{rg} \div I_{rg,g}) \leq 1]} [0 < m^*(D_{rg} \div I_{rg,g}) \leq 1] \cdot (n_{rg,g,A})^{\{[0 < m^*(D_{rg} \div I_{rg,g}) \leq 1] - 1\}} = f_{\partial H_{hg,a,rg}(D_{rg} \div I_{rg,g})_i} \quad (\text{M-1.-8.})$$

ahol,

K_1 : Állandó⁵ és

$$K_1 = Q_{(D_{rg} \div I_{rg,g})_i}^* \cdot \left\{ P_{(D_{rg,o} \div I_{rg,o,g})_i} + Q_{(D_{rg,o} \div I_{rg,o,g})_i}^* \cdot (\Delta U_{rg,o,g,A})^{[0 < m^*(D_{rg,o} \div I_{rg,g}) \leq 1]} \right\}^{-1} \quad (\text{M-1.-8.-1.})$$

1.2.) A relatív hatékonysági függvények szélsőérték-függvényei [M2.]

A keresett függvények az (M-1.-8.) összefüggésből meghatározhatók, az analízis szabályai szerint.⁶ Ezeknek megfelelően a függvények ott vannak, ahol:

$$\left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(D_{rg} \div I_{rg,g})_i} = 0 \quad [\text{Itt}^7] \quad (\text{M-1.-9.})$$

³ Ebben az esetben,

$$H_{hg,a,rg}(D_{rg}; v_{rg,g}; I_{rg,g}) \geq 1 \quad (\text{M-1.-6.})$$

[Az egyenlőtlenség/egyenlőség egyúttal a hivatkozott 2. Rész, (1.3.1.-1.) összefüggés értelmezhetőségének – egyik – feltétele is.]

⁴ Az (M-1.-1.) összefüggés figyelembevételével.

⁵ Bármely (konkrét) függvénykapcsolatban – ugyanakkor a különböző függvények állandói, különbözőek lehetnek.

⁶ Lásd; [M1.] – itt nem részletezve.

⁷ És

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial \partial} \right)_{(D_{rg} \div I_{rg,g})_i} < 0 \quad (\text{M-1.-10.})$$

ahol, a fenti szimbólum: Az (M-1.-7.) összefüggés második deriváltját jelöli.

ahol a fenti szimbólum: Az (M-1.-8.) összefüggést jelöli.

1.3.) A fenti 1.2.) pont szerinti szélsőérték-függvények határértékei

A keresendő határértékek az alábbi függvényekből határozhatók meg.

$$\lim \left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(D_{rg} \div I_{rg})_i} = f \lim \left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(D_{rg} \div I_{rg})_i} \quad (\text{M-1.-10.})$$

$$m_{(D_{rg} \div I_{rg}, g)}^* \rightarrow 0; \leq 1$$

1.3.1.) Első eset – és az ennek megfelelő keresett határérték

$$\lim \left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(D_{rg} \div I_{rg}, g)_i} > 0 \approx 0 \quad (\text{M-1.-11.})$$

$$m_{(D_{rg} \div I_{rg}, g)}^* \rightarrow 0$$

1.3.2.) Második eset – és az ennek megfelelő keresett határérték

$$\lim \left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(D_{rg} \div I_{rg}, g)_i} \leq K_1 \Delta U_{rg, o, g, A} \quad (\text{M-1.-12.})$$

$$m_{(D_{rg} \div I_{rg}, g)}^* \rightarrow 1$$

1.4.) A $D_{rg, g}$ –, $v_{rg, g}$ – és az $I_{rg, g}$ – hullámfrontjellemzőkre vonatkozó relatív hatékonyság és relatív belsőenergia-változás közötti függvények

Az:

(M-1.-1.),

(M-1.-8.),

(M-1.-9.),

továbbá az

(M-1.-11.),

(M-1.-12.) összefüggések alapján felírható az alábbi egyenlőtlenség,

$$\left[0 < \lim \left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(D_{rg} \div I_{rg}, g)_i} \right] < \quad (\text{M-1.-13.})$$

$$m_{(D_{rg} \div I_{rg}, g)}^* \rightarrow 0$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(D_{rg} \div I_{rg}, g)_i} \leq \left[\lim \left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(D_{rg} \div I_{rg}, g)_i} \leq K_1 \Delta U_{rg, o, g, A} \right]$$

$$m_{(D_{rg} \div I_{rg}, g)}^* \rightarrow 1$$

Behelyettesítve a fenti egyenlőtlenségbe – sorrendben – az (M-1.-8.), majd az (M-1.-1.) összefüggések szerinti kifejtéseket kapjuk:

$$0 < \frac{\partial H_{hg,a,rg}(D_{rg} \div I_{rg,g})_i}{\partial n_{rg,g,A}} \leq K_1 \Delta U_{rg,o,g,A} \quad (\text{M-1.-14.})$$

Elvégezve az integrálást⁸ – rendezés után – a keresett függvényekre kapjuk:

$$K_2 + 1 < H_{hg,a,rg,l}(D_{rg,l} \div I_{rg,l,g})_i \leq K_1 \Delta U_{rg,o,g,A} (n_{rg,l,g,A} - 1) + 1 \quad (\text{M-1.-19.})$$

ahol,

K_2 : Kísérleti vizsgálatokkal meghatározható állandó.

2.) A $p_{rg,g}$, $T_{rg,g}$ – és a $\rho_{rg,g}$ – hullámfrontjellemzőkre vonatkozó függvények meghatározása

A fenti 1.) pontban foglaltak analógiájára felírhatók⁹ a következő összefüggések.

2.1.) A relatív hatékonyságváltozás – analóg - függvényei

Az (M-1.-2.) és a – szintén – hivatkozott **2. Rész** (1.3.2.-1.) összefüggésekből kapjuk

$$H_{hg,a,rg}(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})_i = P_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})_i} + Q_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})_i} \cdot \frac{(n_{rg,g,A} \Delta U_{rg,o,g,A})^{[0 < m_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})_i} \leq 2]}}{P_{(p_{rg,o,g} \div \rho_{rg,o,g})_i} + Q_{(p_{rg,o,g} \div \rho_{rg,o,g})_i} \cdot (\Delta U_{rg,o,g,A})^{[0 < m_{(p_{rg,o,g} \div \rho_{rg,o,g})_i} \leq 2]}} \quad (\text{M-1.-20.})$$

A keresett – analóg – függvények a fenti összefüggésből (szintén) parciális deriválással képezhető alábbi analóg egyenlet megoldásai.¹⁰

$$K_{11} (\Delta U_{rg,o,g,A})^{[0 < m_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})_i} \leq 2]} [0 < m_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})_i} \leq 2] \cdot (n_{rg,g,A})^{\{[0 < m_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})_i} \leq 2] - 1\}} = f_{\partial H_{hg,a,rg}(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})_i} \quad (\text{M-1.-21.})$$

ahol,

⁸ Az alábbi határértékek között:

1.) Felső,

$$H_{g,a,rg,l}(D_{rg,l} \div I_{rg,l,g})_i \quad (\text{M-1.-15.})$$

és

$$n_{rg,l,g,A} \quad (\text{M-1.-16.})$$

2.) Alsó,

$$H_{g,a,rg,o}(D_{rg,o} \div I_{rg,o,g})_i \equiv 1 \quad (\text{M-1.-17.})$$

és

$$n_{g,o,g,A} \equiv 1 \quad (\text{M-1.-18.})$$

⁹ 1.) A számítások részletezése nélkül.

2.) A számítási módszer a fenti 1.) pont szerinti.

¹⁰ Az (M-1.-2.) összefüggés figyelembevételével.

K_{11} : Állandó⁽⁵⁾ és

$$K_{11} = Q_{(p_{rg,g}^* \div \rho_{rg,g}),i}$$

$$\left\{ P_{(p_{rg,o,g} \div \rho_{rg,o,g}),i} + Q_{(p_{rg,o,g} \div \rho_{rg,o,g}),i} \cdot (\Delta U_{rg,o,g,A}) \right\}^{0 < m_{(p_{rg,o,g} \div \rho_{rg,o,g})} \leq 2}^{-1}$$

(M-1.-21.-1.)

2.2.) Az analóg hatékonysági függvények szélsőérték-függvényei [M2.]

A fenti 1.2.) pontban foglaltak analógiájára, a keresett függvények az alábbi parciális differenciálegyenleg megoldásai,

$$\left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})} = 0 \quad [\text{Itt}^{11}] \quad (\text{M-1.-22.})$$

és a fenti szimbólum az (M-1.-21.) összefüggést jelöli.

2.3.) A fenti 2.2.) pont szerinti szélsőérték függvények határértékei

A meghatározás alapját képező – (M-1.-10.) összefüggésnek megfelelő – függvény az alábbi,

$$\lim \left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g}),i} = f \lim \left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g}),i} \quad (\text{M-1.-23.})$$

$$m_{(p_{rg,g}^* \div \rho_{rg,g})} \rightarrow 0; \leq 2$$

2.3.1.) Első eset – és az ennek megfelelő keresett határértékek

$$\lim \left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g}),i} > 0 \approx 0 \quad (\text{M-1.-24.})$$

$$m_{(p_{rg,g}^* \div \rho_{rg,g})} \rightarrow 0$$

2.3.2.) Második eset – és az ennek megfelelő keresett határértékek

$$\lim \left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g}),i} \leq 2K_{11} (\Delta U_{rg,o,g,A})^2 n_{rg,g,A} \quad (\text{M-1.-25.})$$

$$m_{(p_{rg,g}^* \div \rho_{rg,g})} \rightarrow 2$$

2.4.) A $p_{rg,g}$ -, $T_{rg,g}$ - és az $\rho_{rg,g}$ -hullámfrontjellemzőkre vonatkozó analóg – relatív hatékonyság és relatív belsőenergia-változás közötti – függvények

Az (M-1.-13.) összefüggés szerinti analóg egyenlőtlenségek¹² az alábbiak,

¹¹ És

$$1.) \left(\frac{\partial^2}{\partial \partial} \right)_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g}),i} < 0 \quad (\text{M-1.-22.})$$

2.) Egyéb – értelemszerűen, lásd; **jelen melléklet 7. l**ábjegyzet.

$$\left[0 < \lim \left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g}),i} \right] < m_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})}^* \rightarrow 0 \quad (\text{M-1.-26.})$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g}),i} \leq \left[\lim \left(\frac{\partial}{\partial} \right)_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g}),i} \leq 2K_{11} \Delta U_{rg,o,g,A} \right]^2 n_{rg,g,A} m_{(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})}^* \rightarrow 2$$

És¹³

$$0 < \frac{\partial H_{hg,a,rg}(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})_i}{\partial n_{rg,g,A}} \leq 2K_{11} (\Delta U_{rg,o,g,A})^2 n_{rg,g,A} \quad (\text{M-1.-27.})$$

Integrálás¹⁴ és rendezés után a keresett analóg függvényekre kapjuk,

$$K_{22} + 1 < H_{hg,a,rg,l}(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})_i \leq K_{11} (\Delta U_{rg,o,g,A})^2 \left[(n_{rg,l,g,A})^2 - 1 \right] + 1 \quad (\text{M-1.-32.})$$

ahol,

K_{22} : Kísérleti vizsgálatokkal meghatározható állandó.

¹² Az: (M-1.-2.), (M-1.-21.), (M-1.-22.) és az (M-1.-24.), (M-1.-25.) összefüggések alapján.

¹³ Behelyettesítve a fenti egyenlőtlenségbe – sorrendben – a (M-1.-21.), majd az (M-1.-2.) összefüggések szerinti kifejtéseket – kapjuk az egyenlőtlenségeket.

¹⁴ Határértékek – a **jelen melléklet 8. l**ábjegyet analógiájára;

1.) Felső

$$H_{hg,a,rg,l}(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})_i \quad (\text{M-1.-28.})$$

és

$$n_{rg,l,g,A} \quad (\text{M-1.-29.})$$

2.) Alsó,

$$H_{hg,a,rg,o}(p_{rg,g} \div \rho_{rg,g})_i \equiv 1 \quad (\text{M-1.-30.})$$

És

$$n_{g,o,g,A} \equiv 1 \quad (\text{M-1.-31.})$$

IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] **ZELDOVICS, Ja. B.:** Teorija udarnüh voln i vvedjenie v gazodinamiku, Moszkva, Izd. AN SZSZSZR, 1946.
- [2.] **KUSTOVA, E. V., NAGNIBEDA, E. A., SHEVELEV, Yu. D., SYZRANOVA, N. G.:** Comparison of different models for non-equilibrium CO₂ flows in a shock layer near a blunt body. 27th International Symposium on Shock Waves, St. Petersburg, Russia, 2009.
- [3.] **ORBÁN L.:** A hullámok világa, Bukarest, Tudományos és Enciklopédiai Könyvkiadó, 1985.
- [4.] **GRIGORJAN, SZ. SZ., SAPIRO, G. SZ.:** Djejsztvie jaderного vzrűva, Moszkva, Mir, 1971.
- [5.] **SILLING, N. A.:** Robbanóanyagok és lűszerszerelés, Budapest Műszaki Könyvkiadó, 1955.
- [6.] **YINON, J. ZITRIN, S.:** Modern methods and Applications in Analysis of Explosives, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore, 1993.
- [7.] **SOLLOTT, G. P., GILBERT, E.E.:** A facile route to 1,3,5,7-tetranitroadamantane. Synthesis of 1,3,5,7-tetranitroadamantane. J. Org. Chem., 45, pp. 5405-5408, 1980.
- [8.] **EATON, P. E., SHANKAR, B. K. R., PRICE, G. D., GILBERT, E., E.ALSTER, J., SANDUS, O.:** Synthesis of 1,4-dinitrocubane. J. Org. Chem., 49, pp. 185-186, 1984.
- [9.] **ASTAKHOV, A. M., STEPANOV, R. S., BABUSKIN, A. Yu.:** On the detonation parameters of oktanitrocubane combustion, Explosion and Shock Waves, 34 (1), pp. 85-87, 1998.
- [10.] **MARCHAND, A. P.:** Synthesis and chemistry of novel polynitropolycyclic cage molecules. Tetrahedron, 44, pp. 2377-2395.
- [11.] **ANDREJEV, K. K.-BELJAJEV, A. F.:** A robbanó anyagok elmélete, Budapest, 1965.
- [12.] **DOBRTZ, B. M., CRAWFORD, P. C.:** LLNL Explosives Handbook Properties of Chemical explosives and Explosive Simulants. LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL LABORATORY, Livermore, 1985.

- [13.] **UNGVÁR GY.:** Az 1970-es évek tüzérségi lőszerfejlesztési eredményei a nyugati államokban. Haditechnikai Szemle, 4, pp. 12-17, 1981.
- [14.] **MOLNÁR L.:** Implóziós robbantás, Kandidátusi értekezés, Budapest, 1992.
- [15.] **MOLNÁR L.:** Az aeroszol-robbanóanyagok katonai és polgári célú hasznosíthatóságának néhány vonatkozása. Fúrás-Robbantástechnika 2008. Nemzetközi Konferencia, Vác.
- [16.] **ZELDOVICS, Ja. B., KOGARKO, S. M., SZIMONOV, N. N.:** An Experimental Investigation of Spherical Detonation in Gases. Soviet Physics: Technical Physics 1. pp. 1689. 1956.
- [17.] **BRILL, T. B.:** Decomposition, combustion, and detonation chemistry of energetic materials, Boston, 1995.
- [18.] **EATON, P. E., MAO-XI ZHANG, GILARDI, R., GELBER, N., IYER, S., SURAPANENI, R.:** Octanitrocubane: A New Nitrocarbon. Propellants, Explosives, Pyrotechnics, 27, pp. 1-6., 2002.
- [19.] **LAVRENTJEV, M. A.:** Uszpeh matematicheskikh nauk. 4, pp. 41-56, 1957.
- [20.] **COOK, M. A.:** The Science of High Explosives, New York Reinhold Publishing Corp., 1958.
- [21.] **FEGYVER- ÉS LŐSZERTECHNIKAI KÉZIKÖNYV,** Budapest, 1984.
- [22.] **CAMPBELL, A. W., MALIN, M. E., BOYD, T. J., HULL, J. A.:** Rev. Sci. Instrum, 27, pp. 567-574, 1956.
- [23.] **MARKOFISKY, S. B.:** Nitro Compounds, Aliphatic. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim, 2002.
- [24.] **SIEGEL, B., SCHIELER, L.:** Energetics of Propellant Chemistry, Wiley and Sons, Lnd, New York, Sydney, 1964.
- [25.] **TAMÁSI Z.:** Rakétaüzemanyagok, Budapest, Haditechnikai Intézet, 1961.
- [26.] **SZARNER, SZ.:** Himija raketnük topliv, Moszkva, MIR, 1969.
- [27.] **BASZSZARD, R., DJE-LAUER, R.:** Raketa c atomnüm dvigatjelen, Moszkva, IL, 1960.
- [28.] **SHIMSHI, E., BEN-DOR, G., LEVY, A.:** Experimental study of the shock propagation in a micron-scale channel. 27th International Symposium on Shock Waves, St. Petersburg, Russia, 2009.
- [29.] **TEIPEL, J.:** Imploding detonation waves. Mech. Res. Commun. 3, 1, pp. 21-26, 1976.

- [30.] KJELLANDER, M., TILLMARK, N., APAZIDIS, N.:** Temperature measurements of light emission of an imploding polygonal shock. 27th International Symposium on Shock Waves, St. Petersburg, Russia, 2009.
- [M1.] KOLMOGOROV, A.N., FOMIN. S.V.:** Elements of the theory of functions and functional analysis, 1-2, Graylock (1957-1961.)
- [M2.] TURCZI GY.:** Matematika, Budapest, Tankönyvkiadó, 1964.