

TÓTH BÁLINT¹Légvédelmi rakéták működése²

Operational of Surface-to-air Missiles

Absztrakt

A cikkben a szerző ismerteti a légvédelmi rakéták működését. A könnyebb feldolgozhatóság érdekében a bonyolult fizikai és matematikai összefüggésektől eltekintve, a lehető legegyszerűbb módon mutatja be a reaktív hajtás elméletét, ismerteti az általános rakétahajtómű konstrukciókat, illetve végigvezeti az olvasót a rakéta kilövésétől kezdve a megsemmisítés pillanatáig.

Kulcsszavak: rakéta hajtómű, légvédelmi rakéta, légi cél megsemmisítési módjai, rakéta irányítási rendszerek

Abstract

In the article the author explains the operational of surface-to-air missiles. In order to understand these systems easier, during the explanation there are no complicated physical or mathematical formulas. The author explains the principles of reactive propulsion, the basic rocket engine constructions, and explains what happens from the launch of the rocket until the destruction of the target.

Keywords: rocket engine, surface-to-air missile, destruction methods, SAM guidance systems

BEVEZETÉS

Ahhoz, hogy megértsük a légvédelmi rakéták működését, meg kell értenünk, hogy mi mozgatja a rakétát. A fizikai jelenség, ami magyarázza a rakéta mozgásának okát, Newton harmadik axiómája, a hatás ellenhatás törvénye, ami kimondja, hogy két test kölcsönhatásakor a két test egymásra azonos nagyságú ellentétes irányú erőhatást fejt ki.³ Hogyan

¹ MH Ludovika Zászlóalj, 4. évfolyamos honvédtisztjelölt, E-mail: 1310balint@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7755-893X

² A publikáció az Emberi Erőforrások Minisztériuma Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

³ Newton harmadik törvénye

HADTUDOMÁNYI SZEMLE

2018. XI. évfolyam 3. szám

működik ez a jelenség a rakéták esetében? Vegyünk egy zárt tartályt, melyben nagynyomású gázok kapnak helyet. A gázok a tartály falára nyomóerőt fejtenek ki, illetve a tartály fala is ugyanekkor mértékben nyomóerőt fejt ki a gázzészecskékre. Amennyiben a tartályra nem hat más külső erő, abban az esetben nyugalomban van. Nyissuk meg a tartály falát. A nagy nyomású gáz a megnyitott oldalon nagy sebességgel el fogja hagyni a tartályunkat, melynek hatására a tartály az ellenkező irányban elmozdul. Ezt a jelenséget jól megfigyelhetjük egy felfújt léggömb segítségével. A tartály elmozdulásának sebességét kiszámolhatjuk a kiáramló gázok tömegének, illetve sebességének ismeretével.

$$V = \frac{mw}{M}$$

Az összefüggésben az „m” a kiáramló gázok tömegét, „w” a gázok sebességét az „M” pedig a tartály tömegét jelöli.

A léggömb és a rakéta repülésének okát tehát ugyanaz a fizikai jelenség magyarázza, azonban a nagy különbség a kettő között, hogy a rakéta hajtóművének működése során az a cél, hogy a kiáramló gázok nagy sebessége és nyomása végig fennmaradjon, ezért folyamatosan üzemanyagot kell égetni, hogy a felszabaduló égéstermékek biztosítsák a fent említett követelményeket. Ez a tény azt fogja eredményezni, hogy a rakéta fedélzetén szállított hajtóanyag, égése során veszít tömegéből, így az egész mozgó test tömege változik majd a működés során, ezért a valós sebesség kiszámolásához a változó tömegű testek mozgásegyenletét kell alkalmaznunk, mely összefüggés megalkotása Meshcherskiy nevéhez fűzhető. Meshcherskiy által kidolgozott törvény segítségével Ciolkovszkij létrehozta a többlépcsős rakéták által elérhető vége sebesség kiszámítására alkalmas összefüggést.⁴

A reaktív hajtás elvén működő hajtóműveket két nagy csoportba sorolhatjuk. Az első nagy csoport a levegőt felhasználó sugárhajtóművek csoportja. Ahogy a megnevezés is mutatja, a fedélzetükön szállított hajtóanyag égésének táplálásra a levegő oxigénjét használják fel, mely azt a korlátot állítja eléjük, hogy kizárólag a légkörben alkalmazhatóak. Ilyen típusú hajtóműveket használnak a sugárhajtású repülőgépeknél, illetve néhány régebbi típusú légvédelmi rakétáknál, de mivel nem ez a legjellemzőbb meghajtási mód légvédelmi rakéták számára, ezért e típusú hajtóművek további ismertetését nem végzem el.

A másik nagy csoport a rakétahajtóművek csoportja. A rakétahajtóműveket az különbözteti meg, a levegőt felhasználó sugárhajtóművektől, hogy a fedélzetükön szállítják mind a tüzelőanyagot, mind az oxidáló anyagot, ami lehetővé teszi, hogy környezettől függetlenül végbemehessen az égés, vákuumban is képes tolóerőt biztosítani. A rakétahajtóműveket további kisebb csoportokba soroljuk, a hajtóanyaguk halmazállapota

(<http://www.viszki.sulinet.hu/tananyagtar/fizika/gorbem/Newton%20harmadik%20t%C3%B6rv%C3%A9ny.pdf>) (megtekintés 2017.09.18.)

⁴ Fizika fogalomtár http://ilias.gdf.hu/goto.php?target=file_34875_download&client_id=ilias-ha (letöltés 2018.04.09.)

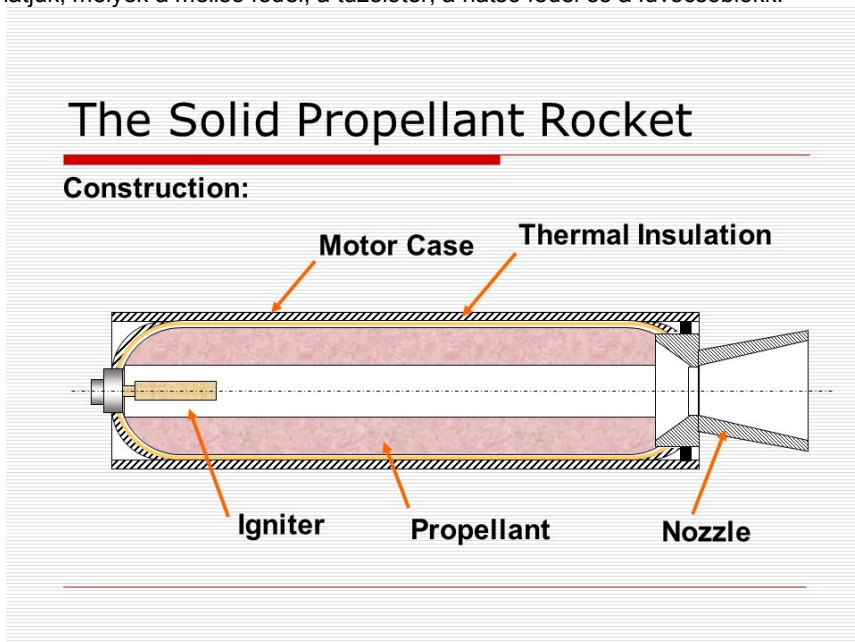
szerint, szilárd-, és folyékony hajtóanyagú rakétahajtóművek. A hajtóanyag halmazállapota alapvetően meghatározza a rakéta felépítését.⁵

1. RAKÉTAHAJTÓMŰVEK ÁLTALÁNOS FELÉPÍTÉSE

A szilárd hajtóanyagú rakéták felépítése a legegyszerűbb reaktív hajtóművek között. Ebből kifolyólag az első szilárd hajtóanyaggal működő rakéták egyidősek a lőporral. Kínában a lőport lezárt végű bambusz rudakba töltötték és gyakorlatilag ezzel létrehoztak egy rakétát. Kezdetben csak szórakoztatásra, tűzijátékként használták őket, de katonai alkalmazhatóságukra is hamar fény derült. Ezek a kezdetleges eszközök pontatlanok voltak, kis hatótávolsággal rendelkeztek, de jó alapként szolgáltak a ma használt rakéták számára.

Szerkezeti felépítésének fő részei a hajtóműház, a hajtóanyag töltet illetve az indító töltet. (1. ábra)

A hajtóműház gyakorlatilag a rakétatestet jelenti ebben az esetben, és egy fő egységre bonthatjuk, melyek a mellső fedél, a tüzelőtér, a hátsó fedél és a fúvócsőblokk.



1. ábra: Szilárd hajtóanyagú rakéta felépítése

(Forrás: <http://slideplayer.com/slide/4379574/14/images/17/The+Solid+Propellant+Rocket.jpg> letöltés:

2018.05.18)

⁵ D.P Mishra: *Fundamentals of Rocket Propulsion*. Taylor & Francis Group, Abingdon, 2017. p.7.

HADTUDOMÁNYI SZEMLE

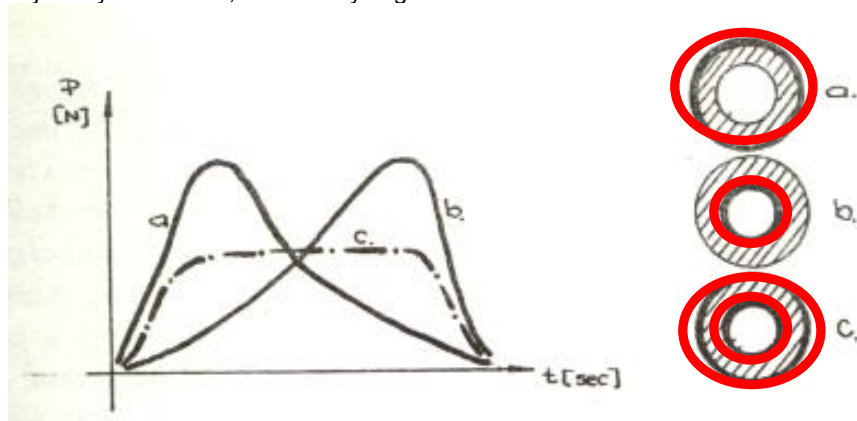
2018. XI. évfolyam 3. szám

A tüzelőtérben kap helyet a szilárd hajtóanyag töltet, így a tüzelőtér az üzemanyag tartály feladatát is ellátja, ebből kifolyólag a tüzelőtér méretét a hajtóanyag töltet mérete határozza meg. A tüzelőtér belső felületét olyan hővédő réteggel látják el, mely biztosítja, hogy a hajtómű működése során a hajtóműházat nem éri olyan mértékű hőhatás, ami az átégéséhez, megromlásához vezetne, ezzel biztosítva a hajtómű biztonságos működését. A hajtóanyag töltetet egy iniciáló töltet segítségével gyújtják be. A gyújtás helye, illetve a töltet formai kialakítása meghatározza, hogy a hajtómű milyen égési karakterisztikával rendelkezik majd égése során. Az égési felület mérete meghatározza, hogy időegység alatt mekkora tömegű hajtóanyag töltet ég el, ami egyenesen arányos lesz a tolóerő nagyságával is. Ebből kifolyólag a szilárd hajtóanyagú rakétahajtóművek tolóerejének szabályozására a gyújtás helyének megválasztását, és a töltet formai kialakítását használják (2. ábra).

A hajtóanyagot gyújthatjuk a töltet felületén. Az ilyen típusú égés során kezdetben a legnagyobb az égési felület. A hajtóanyag elégésének következtében az égés felülete egyre csökkenni fog, míg az égéstér térfogata nőni. Ez azt eredményezi, hogy a tüzelőtérben létrejövő nyomás az égési idő során folyamatosan csökken, tehát a hajtómű az égési idő elején biztosítja a maximális tolóerejét, majd ez a tolóerő folyamatosan csökkeni fog. Ezt az égési módot degresszív égésnek nevezzük.

Amennyiben a hajtóművet a hajtóanyag töltet belsejében gyújtjuk, az égési folyamat karakterisztikája ellentétesen alakul, mint az előző esetben. Kezdetben kis felületen megy végbe az égés, azonban a hajtóanyag elégésének következtében az égés felülete folyamatosan nő, ebből következően több, nagy nyomású gáz termelődik, ami a tolóerő folyamatos növekedését fogja maga után vonni. Ezt az égési módot progresszív égésnek nevezzük.

Semleges égés esetén, a hajtóanyagot vagy homlokfelületéről gyújtjuk, vagy a külső és belső felületén egyszerre. Ennél az égési módnál az égési felület állandónak tekinthető a teljes folyamat során, ebből kifolyólag a tolóerő állandó szinten marad.



2. ábra Hajtómű tolóereje a gyújtási helytől függően

HADTUDOMÁNYI SZEMLE

2018. XI. évfolyam 3. szám

A szilárd hajtóanyagú rakéták egyszerű felépítésük következtében viszonylag alacsony gyártási költséggel rendelkeznek. Mivel a hajtóanyag töltet szilárd halmazállapotú, a töltet hosszú ideig tárolható a rakéta tüzelőterében, amit légmentesen lezárnak, ami azt eredményezi, hogy a rakéta üzemkész állapotban tárolható. Környezetkárosító hatása viszonylag alacsony, nincs meg a veszélye annak, hogy a hajtóanyag kifolyik, és roncsolja a környezetet. Ezek a tulajdonságai miatt, a katonai célra felhasznált rakéták többsége szilárd hajtóanyaggal rendelkezik.

1926. március 16. nagy mérőföldkövet jelentett a rakéták fejlődésének történelmében. Dr. Robert Hutchings Goddard ezen a napon hajtotta végre az első sikeres indítását egy folyékony hajtóanyaggal rendelkező rakétának.⁶ Felépítésük lényegesen bonyolultabb, mint a szilárd hajtóanyagú rakétáké. Ennek oka, hogy a hajtóanyag 2-3 komponensből áll, tüzelőanyag, oxidáló anyag illetve ballasztvíz, ezeket folyékony halmazállapotban kell a rakéta fedélzetén tárolni, keringetni illetve a tüzelőtérbe fecskendezni. A hajtóanyag komponensek tárolása külön tartályban történik, keveredésük a tüzelőtérbe való befecskendezés előtt nem megengedett, hiszen sok esetben a hajtóanyag komponensek öngyulladó elegyet képeznek.

A folyékony hajtóanyag komponensek mozgatásáért a rakéta táprendszere a felelős. A táprendszer segítségével szabályozható a tüzelőtérbe fecskendezett hajtóanyag mennyisége, így könnyen változtatható a hajtómű tolóereje. Repülés során az égés leállítható illetve könnyen újra is indítható, ami a szilárd hajtóanyag esetén nem, vagy csak nagyon nehezen megoldható. Két különböző táprendszer típust különböztetünk meg.

Kiszorításos táplálás esetén, a hajtóanyag komponenseket tároló tartályokból a folyadékot nagy nyomású gázzal szorítják ki. A rendszer nagy előnye, hogy a táprendszer nem bonyolítja tovább az amúgy is bonyolult rakétahajtóművet. A nagy nyomású gázzal a rakéta irányítását végző pneumatikus kormánymotorok működtetésére is lehetőség nyílik. Hátránya, hogy egy plusz nagy nyomású gázokat tároló tartály elhelyezése szükséges a rakéta fedélzetén, ami növeli a rakétahajtómű tömegét (3. ábra).

⁶ Dr. Robert H. Goddard: American Rocketry Pioneer
https://www.nasa.gov/centers/goddard/about/history/dr_goddard.html (megtekintés 2017.09.27.)

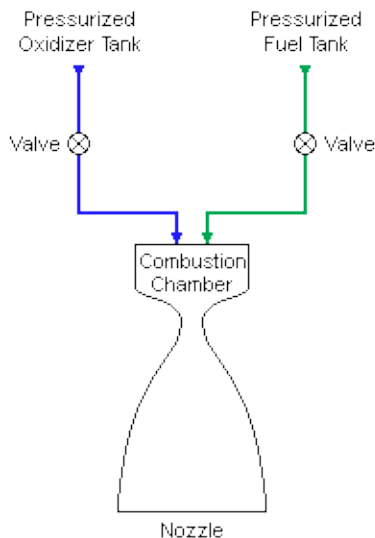


Fig. 1.11 - PRESSURE-FED

3. ábra Kiszorításos táplálás

(Forrás: <http://www.braeunig.us/space/pics/fig1-11.gif> letöltés: 2017.10.23.)

A bonyolultabb táplálási módszer a gázgenerátoros táprendszer. A rakéta fedélzetén elhelyeznek egy gázgenerátort, melyet a rakéta hajtóanyag komponenseivel működtetnek. Ez a gázgenerátor t, melynek égéstermékei meghajtának egy gázturbinát, mely egy oxidáló anyag illetve egy tüzelőanyag pumpát működtet. A gázturbina alkalmas arra is, hogy egy áramfejlesztő generátort meghajtsa, ami a rakéta működése alatt, elegendő elektromos áramot termel a fedélzeti eszközök működtetéséhez. Hátránya ennek a rendszernek, hogy a rakétahajtómű által használt üzemanyagot használja, így az üzemanyag fogyasztás kedvezőtlenebb lesz (4. ábra).

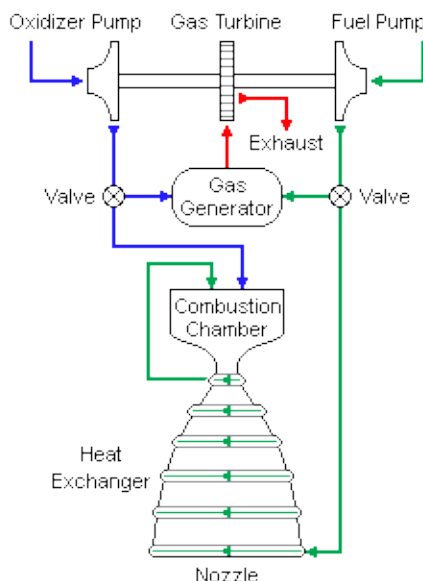


Fig. 1.8 - GAS GENERATOR

4. ábra Gázgenerátoros táplálás

(Forrás: <http://www.braeunig.us/space/pics/fig1-08.gif> letöltés: 2017.10.23.)

Ahogy a szilárd hajtóanyagú rakétáknál, úgy a folyékony hajtóanyagú rakéták esetén is gondoskodni kell a hőhatások elleni védelemről. Az egyik hűtési módszer az ábrán látható. A tüzelőanyagot egy csőrendszeren keresztül a fúvócsőblokk körül keringtetjük, ami azt eredményezi, hogy az alacsonyabb hőmérsékletű tüzelőanyag hőt von el a felforrósodott fúvókától. A fúvóka így lehűl, míg az üzemanyag felmelegszik, ami kedvezőbb feltételeket biztosít a befecskendezés után a tökéletes égéshez.

A folyékony hajtóanyagú rakétahajtóművek nagy előnye, a működés során változtatható tolóerő a légvédelmi rakéták esetén nem szükséges, viszont a hátrányai, hogy az oxidáló anyag erős maró, savas hatása, illetve a tüzelőanyag idegméreg jellege miatt nem lehet sokáig üzemkész állapotban tárolni a rakétát, kritikus hiányosságnak számít, így manapság a légvédelmi rakéták nagyobb részét szilárd hajtóanyagú rakétahajtóművel szerelik fel.

2. A LÉGVÉDELMI RAKÉTÁK MŰKÖDÉSE

A légvédelmi rakéták mindegyike irányított rakéta, ezzel megteremtve a lényeges különbséget a légvédelmi tüzér fegyverek által kilőtt, nem irányított lövedékekhez képest. Az

HADTUDOMÁNYI SZEMLE

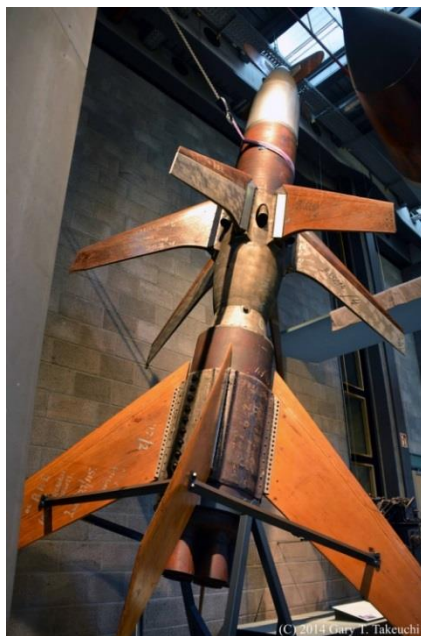
2018. XI. évfolyam 3. szám

irányítottságának köszönhetően egy kilőtt légvédelmi rakéta nagyobb megsemmisítési valószínűséggel rendelkezik, mint egy légvédelmi tüzezerszköz által kilőtt lövedék.

Az irányítás megvalósításához szükség van egy irányítási rendszerre. Az irányítási rendszerek közül három nagy csoportot különböztetünk meg:

- távirányítást;
- önirányítást;
- kombinált irányítást.

Az első légvédelmi rakétafegyverek a Második Világháború Németországában jelentek meg. (5. ábra) Ezek az eszközök sosem kerültek a tömeggyártás fázisába, de több sikeres indítást és tesztcél megsemmisítést hajtottak végre velük, és megteremtették a légvédelem egy új fajtáját, a légvédelmi rakétákat.⁷



5. ábra: Rheintochter légvédelmi rakéta

(Forrás: https://farm6.static.flickr.com/5608/15798680935_5018fe730b_b.jpg letöltés: 2018.04.17)

A légvédelmi rakéták első generációját távirányítású rendszerek vezették a célhoz. A távirányítás a következő módon valósul meg. A földön elhelyezett lokátor felderíti és követésbe veszi a megsemmisítendő légi célt. A cél repülési paramétereinek alapján – magasság,

⁷ Missile, Surface-To-Air, Rheinmetall-Borsig Rheintochter R I <https://airandspace.si.edu/collection-objects/missile-surface-air-rheinmetall-borsig-rheintochter-r-i-0> (megtekintés 2018.01.03.)

HADTUDOMÁNYI SZEMLE

2018. XI. évfolyam 3. szám

sebesség, paramétertávolság – illetve a rávezetési módnak megfelelően a parancskidolgozó berendezés számít egy ideális, elméleti röppályát a rakéta számára. A rakéta indítását követően egy másik lokátor követésbe veszi magát a rakétát. Repülés során folyamatosan méri a cél, illetve a rakéta egymáshoz viszonyított helyzetét, és ezen adatok alapján a parancskidolgozó berendezés korrigáló parancsokat határoz meg a rakéta számára, melyek úgy módosítják a röppályáját, hogy megfelelő valószínűséggel megtörténhessen a megsemmisítés. Ezeket a parancsokat a parancsközlő berendezés juttatja a rakéta fedélzetére. Fontos megjegyezni, hogy ennél az irányítási módnál a rakéta úgymond nem látja a célt, tehát a rakétára közvetlenül a cél irányából nem érkezik információ, repülés közben a földi berendezésektől kapott parancsokat hajtja végre, és éri el a földi berendezés által meghatározott térrészt. Nagy előnye ennek az irányítási módnak, hogy a rakéta ebben az esetben a cél által nem zavarható, hiszen kettejük között nincs közvetlen információáramlás. Másik nagy előnye, hogy repülés közben a rakéta teljesen mértékben a földi irányítás kezében van, tehát bármikor új célra irányítható, vagy repülése során bármikor megsemmisíthető. A rendszer nagy hátránya viszont a nagyfokú mobilitás hiánya, hiszen minden, az irányításhoz szükséges eszköz a földön helyezkedik el. Szintén hátránya a rendszernek a hatótávolság korlátossága. A földről történő mérés miatt a távolság növekedésével a rakéta pontossága csökken, így a megsemmisítési valószínűség is csökken.

Önirányítás esetén,⁸ a rakéta saját maga gyűjti a szükséges információkat a célról, illetve a rakéta fedélzetén elhelyezett parancskidolgozó berendezés végzi a vezérlőparancsok előállítását. Önirányítású rakétáknál lehetséges a fire-and-forget elv alkalmazása, vagyis a rakéta indítása után a megsemmisítés pillanatáig nincs szükség földi beavatkozásra. Az önirányítású rendszerekre általánosan elmondhatjuk, hogy nagyobb mobilitás jellemzi őket, mint a távirányítású rendszereket, hiszen a parancskidolgozó berendezés a rakéta fedélzetén kap helyet, ebből kifolyólag parancsközlő berendezésre sincs szükség a földön. Az is általános ténynek tekinthető, hogy a rakéta célhoz való közeledése során egyre pontosabb adatokat fog a célról gyűjteni, hiszen ebben az esetben a mérőberendezés és a mért objektum közötti távolság csökken, ami nagyobb mérési pontosságot biztosít. Az önirányítású rakétákat három csoportba sorolhatjuk:

- passzív önirányítás;
- aktív önirányítás;
- fél aktív önirányítás.

Passzív önirányítású fejjel ellátott rakéták esetében a rakéta célmérő berendezése a cél által generált valamely fizikai mennyiséget méri. Ez legtöbb esetben a cél keltette hőmennyiség infravörös tartományban történő érzékelése, de lehet akusztikus vagy elektromágnesen érzékelő is. Az ilyen típusú rakéták semmilyen jelet nem sugároznak ki, kizárólag egy vevőberendezés kap helyet a rakéta orrkúpja alatt. Ez azt eredményezi, hogy magát a rakétát nehéz érzékelni, hiszen a repülőgépen elhelyezett besugárzás érzékelők nem jelzik egy passzív önirányítású rakéta közeledését. Hátránya, hogy az ilyen típusú rakéták

⁸ Lamper László: *Mistral 2 légvédelmi rakéta stabilitásának és irányíthatóságának szabályozástechnikai kérdései*. PhD értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2011. p.44-52.

HADTUDOMÁNYI SZEMLE

2018. XI. évfolyam 3. szám

hatótávolsága szintén erősen korlátozottnak tekinthető, hiszen a fedélzeti célmérő berendezésnek még indítás előtt detektálnia kell a megsemmisítendő cél által generált jeleket.

Passzív önirányítással ellentétben az aktív önirányítású rakéták nem a cél által generált mérhető mennyiségeket használják fel, hanem saját fedélzeti felderítő lokátorokkal besugározzák a megsemmisítendő légi célt, és a célról visszavert elektromágneses hullámok szolgáltatnak információt a rakéta számára. Ez a tulajdonsága jelenti a legnagyobb előnyét és hátrányát is ennek az irányítási rendszernek. Hátránya, hogy az adó által kisugárzott elektromágneses hullámokat a repülőgépeken elhelyezett besugárzás érzékelők képesek érzékelni a rakéta közeledését, így több lehetőséget biztosít a pilóta számára az ellentévesemények végrehajtására. Előnye viszont, hogy ennek az irányítási rendszernek a legnagyobb a hatótávolsága, illetve kombinált irányítási rendszereknél a rakétán elhelyezett irányítófej aktív önirányítású. Kombinált irányítás esetén a rakétát egy elfogási körzetbe vezérik, ahol a rakéta bekapcsolja saját célmérő lokátorát és onnantól saját jelét követve jut el a cél közelébe.

Fél aktív önirányítás irányítás esetén, a rakéta fedélzetén csak egy vevő berendezés kap helyet. A földön elhelyezett rávezető lokátor folyamatosan megvilágítja elektromágneses hullámokkal a megsemmisítendő célt. A földi lokátor által kisugárzott jelek célról visszavert hullámait érzékeli a rakéta fejében elhelyezett célmérő berendezés. Mivel a rakéta számára szükséges, hogy a rávezetés teljes ideje alatt be legyen sugározva a légi cél, ezért a földi berendezést ez az irányítási módszer nagyon sebezhetővé, könnyen felderíthetővé teszi.

Az irányítási rendszerek mellett a légvédelmi rakéták rendelkeznek egy rávezetési módszerrel is. A rávezetési módszer gyakorlatilag egy matematikai számítás, aminek alapján megtörténik a vezérlőparancsok képzése. A rávezetési módszer meghatározza a rakéta röppályáját a célíg. A rávezetési módszer azonban csak egy elméleti röppályát fog meghatározni a rakéta számára, amire a rakéta, indítás után, folyamatosan csökkenő amplitúdóval igyekszik rásimulni. Indítás után, a cél által végzett bármilyen manőver egy új elméleti röppályát fog jelenteni a rakéta számára, amire szintén először nagyobb majd folyamatosan egyre kisebb lengésekkel rá fog állni a rakéta.⁹

A légvédelmi rakéták működésének utolsó lépcsője a megsemmisítés módja. A megsemmisítési mód meghatározza, hogy a légvédelmi rakéta milyen módon fejt ki hatását a megsemmisítendő célon. A megsemmisítésnek két módja lehet:

- repesz romboló hatással történő megsemmisítés;
- közvetlen találattal történő megsemmisítés.

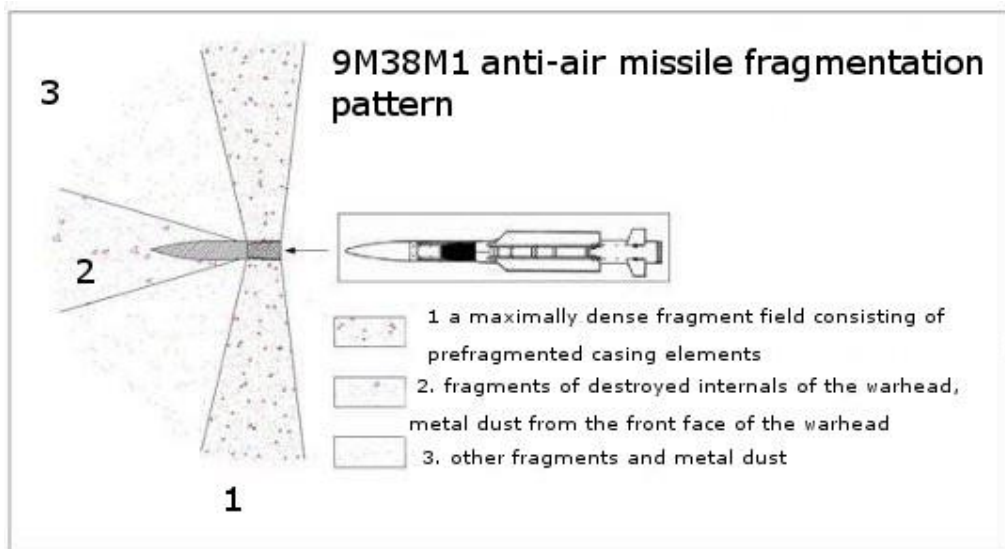
Repez-romboló hatással történő megsemmisítés (6. ábra) esetén, a rakéta fedélzetén szükség van egy robbanó harci részre. A robbanás következtében történő megsemmisítésre a rávezetés során keletkező rávezetési hibák miatt van szükség. Tehát abban az esetben, ha a rávezetés nem elég pontos ahhoz, hogy a rakéta pontosan eltalálja a célt, akkor szükség van arra, hogy a rakéta megsemmisítési sugarát egy repesz felhővel megnöveljék.

⁹ Lamper László: *Mistral 2 légvédelmi rakéta stabilitásának és irányíthatóságának szabályozástechnikai kérdései. PhD értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2011. p.44-52.*

HADTUDOMÁNYI SZEMLE

2018. XI. évfolyam 3. szám

A repeszfelhő létrehozására a fedélzeten elhelyezett robbanó töltetet egy fém köpennyel veszik körül, amely a robbanóanyag berobbanása után apró repeszekre szakad, ami a rakétától mért adott távolságban meghatározott repeszűrűséget hoz létre.



6. ábra: 9M38M1 légvédelmi rakéta harci töltete által létrehozott repeszfelhő

(Forrás: <http://www.whathappenedtoflightmh17.com/wp-content/uploads/2014/11/distribution-sharpnel-english.jpg> letöltés: 2018. 04.17.)

A repesz-romboló hatással történő megsemmisítés a keményebben páncélozott célok esetén nem minden esetben hajtható végre. Ekkor válik szükségessé a közvetlen találattal történő megsemmisítés. Ezt a megsemmisítési módszert főként a ballisztikus rakéták ellen alkalmazzák. A közvetlen találat eléréséhez, azonban nagyon pontos rávezetésre van szükség, illetve a rakétának elegendő manővertartalékkal kell rendelkeznie ahhoz, hogy a közvetlen találat létrejöhessen. A manővertartalék biztosítása érdekében a rakétákat felszerelhetik, a hagyományos aerodinamikai kormányzást kiegészítő gázdinamikai kormányzással. A gázdinamikai kormányzás lényege, hogy nem a rakéta sebességvektorának irányát változtatja, hanem irányát megtartva, a pillanatnyi röppályával párhuzamos röppályára löki a rakétát nagyon rövid időn belül. Ennek megvalósítását a rakéta fedélzetén elhelyezett miniatűr rakétahajtóművek végzik (7. ábra).



7. ábra: S-400 légvédelmi rakétakomplexum kisméretű rakétái, és a rajtuk elhelyezett miniatűr rakétahajtóművek

(Forrás: <http://oursogo.com/thread-1957053-1-1.html> letöltés:2018.03.26.)

A rakéta fedélzetén, radiális irányban elhelyezett rakétahajtóművek megfelelő pillanatban történő begyűjtása rövid időn belül, nagymértékű manővert biztosít a rakéta számára, így képessé válik akár egy ballisztikus rakéta harci részének az eltalálására is. Közvetlen találat során a megsemmisítést a rakéta kinematikus energiája biztosítja. A nagy sebességű, viszonylag nagy tömegű rakéta becsapódása a célba legtöbb esetben elegendő annak harcképtelenné tételére, de néhány típusú, közvetlen találat elérésére alkalmas rakéta fedélzetén is elhelyeznek robbanó töltetet, ezzel is növelve a megsemmisítés valószínűségét.

ÖSSZEGZÉS

A cikkben egy rövid ismertetőt adok arról, hogyan működnek a légvédelmi rakéták. A kidolgozás során kiszűrtem azon információkat, melyek komolyabb matematikai, fizikai ismereteket igényelnének, annak érdekében, hogy mindenki számára feldolgozható és megérthető ismeretanyagot biztosítsak. Az ismertető alkalmas egy kiindulási alpnak azok számára, akik meg szeretnék ismerni a légvédelmi rakéták működését, de nem tudják, hol kezdjenek bele a tudásanyag megszerzéséhez.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. AMCP 706-282, Ordnance Engineering Design Handbook, Ballistic Missile Series, Propulsion and Propellants. Office of The Chief of Ordnance, Washington, 1960.
2. Anton H.J. De Ruiter, Christopher J. Damaren, James R. Forbes: Spacecraft Dynamics and Control – An Introduction, John Wiley & Sons, Hoboken, 2013.

HADTUDOMÁNYI SZEMLE

2018. XI. évfolyam 3. szám

3. D.P. Mishra: Fundamentals of Rocket Propulsion. Taylor & Francis Group, Abbingdon, 2017.
4. George P. Sutton, Oscar Biblarz: Rocket Propulsion Elements. John Wiley & Sons, Hoboken, 2010.
5. Lamper László: Mistral 2 légvédelmi rakéta stabilitásának és irányíthatóságának szabályozástechnikai kérdései. PhD értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2011.
6. Michael D. Griffin, James R. French: Space Vehicle Design. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston, 2004.
7. Stachó Tamás: Légvédelmi Rakéták Rendszertana I. Bolyai János Katonai Műszaki Főiskola, Budapest, 1992.