

z kapitalistických armád

Podplukovník Ing. Miroslav Štágl, CSc.

Perspektivy a možnosti využití paprskových zbraní

Název paprskové zbraně se vžil pro skupinu zbraňových systémů působících lineárními útvary soustředěné elementární energie, tj. paprsky.

O reálnosti konstrukce paprskových zbraňových systémů nejsou již v současné době pochyby. Jejich principy se nevymykají poznatkům z oblasti kvantové mechaniky, fyziky vysokých energií, optiky ani dalších vědních disciplín. Požadavky na ně kladené jsou však často na hranici možností vymezených přírodními zákony. To činí zatím výzkum, vývoj a výrobu konkrétních zbraňových systémů neúměrně nákladnými a vyvolává řadu diskusí o jejich místě a úloze ve výzbroji vojsk v blízké budoucnosti. Cílem článku je zhodnotit především technické ukazatele a vyvodit některé podstatné závěry o pravděpodobných směrech vývoje v této oblasti.

Hlavní výhoda, která se od využití lineární energie uspořádané soustředěné elementární energie jako ničivého prostředku očekává, pramení z nízké účasti klidové hmotnosti na přenosu ničivé energie a představuje přímočarý přenos energie na velkou vzdálenost s vysokou, až světelnou rychlostí. To umožňuje zasáhnout cíl prakticky v okamžiku výstřelu i při velké vzdálenosti, odpadájí balistické korekce a únikový manévr cíle je prakticky vyloučen.

Ničivá energie uspořádaná v lineárním útvaru (paprsku) může mít charakter koherentního elektromagnetického záření (kvantového paprsku) nebo vektorově uspořádané kinetické energie elementárních částic (korpuskulárního paprsku). Základními požadavky, limitujícími výběr jednotlivých druhů soustředěné elementární energie pro zbraňové systémy, jsou:

— schopnost přímočarého šíření v příslušném prostředí s co nejnižšími ztrátami,

— dostatečný destrukční účinek na cíl,
— dostupnost produkce v potřebné výkonové hustotě a z toho vyplývající nároky na generátor a jeho takticko-technické vlastnosti.

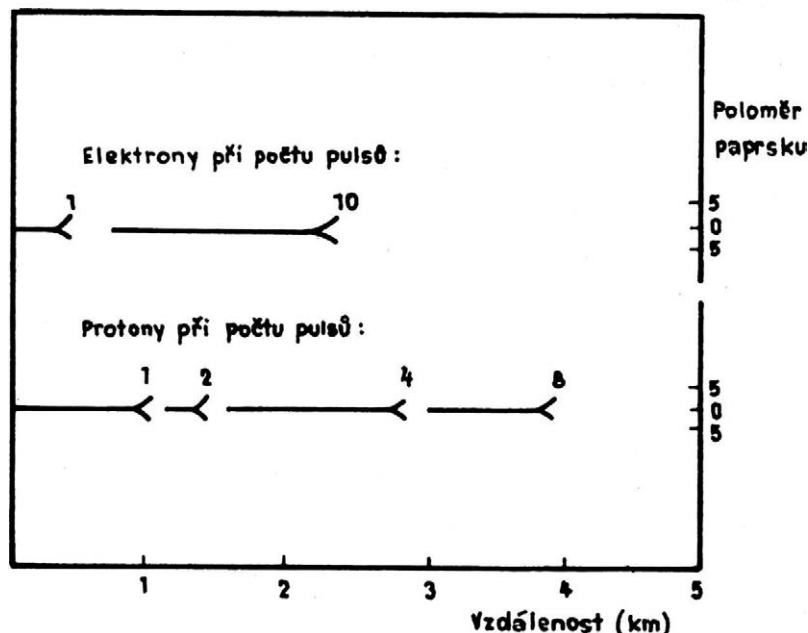
Závažnost těchto požadavků, reálnost jejich řešení a náklady s ním spojené budou v první řadě záviset na určení zbraňového systému a jeho umístění. V současné době se uplatnění paprskových zbraní nejvíce spojuje s vojenským využitím kosmického prostoru. Mají především umožňovat rychlé a spolehlivé ničení kosmických prostředků, zejména však strategických řízených střel na vzestupné a střední fázi letu. Při tomto způsobu použití vystupují pochopitelně všechny uvedené požadavky velmi kriticky a přibývají k nim další: nízká hmotnost, malé rozměry, odolnost

proti kosmickým vlivům, nenáročnost napájení a jiné, mnohdy protichůdné. Méně se již hovoří o pozemních a námořních operačně taktických zbraňových systémech. Požadavky však mohou být v tomto případě nižší a jejich řešení jednodušší.

Oba druhy uplatnění mají svou specifikou, danou v první řadě přírodními zákony. Ne každý druh lineárně uspořádané soustředěné elementární energie lze uplatnit v kosmu, ne každý právě tak v atmosféře. Hlavním omezujícím faktorem bude vždy šíření paprsku v příslušném prostředí, dané zvláštnostmi jednotlivých druhů elektromagnetického a korpuskulárního záření. Mezi nejdůležitější, často vzájemně podmíněné jevy, které toto šíření ovlivňují, patří:

— **Absorpce v prostředí**, způsobená molekulární absorpcí součástmi atmosféry, absorpcí tuhými a kapalnými částicemi v ní (prachem, vodními srážkami) a ně-

kterými dalšími jevy. Absorpce výrazně roste v případě ionizujících účinků paprsku, tj. fotoefektu, Comptonova rozptylu a tvorby leptonových párů. Všeobecně má za následek energetické ztráty. Omezuje obsah zejména infračerveného záření a prakticky vylučuje použití svazků rentgenového a gama záření v atmosféře. Absorpční ohřev a ionizace atmosféry způsobuje změnu její optické hustoty a vyvolává tzv. kvetení paprsku, které má v případě elektromagnetického záření za následek jeho rozostření, změnu směru a snižuje tak přesnost i výkonovou hustotu. Částečně pozitivní vliv však mají tyto jevy na šíření paprsků nabitých částic. Při rychlé za sebou následujících pulzech se v atmosféře postupně vytváří vodivý kanál, který snižuje další ztráty a kompenzuje i jiné nepříznivé vlivy. Tato důležitá okolnost umožňuje uplatnit paprsky nabitých částic v atmosféře. Tvorbu vodivého kanálu znázorňuje **obr. 1**.



Tvorba vodivého kanálu paprskem nabitých částic v atmosféře. Platí pro pulsy trvající 10 ns a následující po sobě v intervalu 30 ns, o intenzitě 10^4 A a energii částic 10 GeV

Obr. 1

— **Rozptyl v prostředí**, který má obdobný vliv jako absorpce a podstatně zvyšuje vliv povětrnostních podmínek — Huygensův ohyb, kterému podléhají všechny druhy elektromagnetického záření. Způsobuje vždy divergenci paprsku, kterou nelze technickými opatřeními omezit. Činí značné potíže zejména při přenosu energie na velkou vzdálenost. Ohyb závisí na vlnové délce, u záření kratších vlnových délek se projevuje méně.

— **Excitace prostředí**, působící pozitivně. Při dostatečné výkonové hustotě může přerůst v tzv. bělící efekt, projevují se výrazným poklesem absorpce. Excitaci atmosféry způsobuje nejvíce optické pásmo elektromagnetického záření.

— **Elektromagnetické vlivy**, které v případě svazků nabitých částic způsobují jejich divergenci vzájemnými odpuzivými silami a ohyb zemským magnetickým polem. To silně omezuje až vylučuje použití tohoto druhu paprsků v kosmickém prostoru na větší vzdálenosti.

Ze shrnutí uvedených jevů vyplývá vhodnost použití jednotlivých druhů paprsků v kosmu a atmosféře, která je přibližně uvedena v **tabulce 1**. Pro podmínky kosmického prostoru budou vhodné svazky elektromagnetického záření, spíše kratších vlnových délek, popřípadě svazky neutrálních částic. Pro atmosférické podmínky mohou být kromě optických pásem elektromagnetického záření vhodné také svazky nabitých částic.

Tabulka 1

Druh záření			Vhodnost použití ¹⁾	
			v kosmu	v atmosféře
Elektromagnetické	optické	infračervené	2	1
		světelné	2	2
		ultrafialové	2	1
	ionizující	rentgenové gama	0 0	3 3
Korpuskulární	nabité	elektrony	0	2
		protony	0	3
		ionty	0	2
	neutrální	neutrony atomy	2 2	0 0

¹⁾ Symboly 0 až 3 značí stupně vhodnosti uplatnění:
0 — nejméně vhodné, 3 — nejvhodnější

Zkušenosti z řady pokusů v USA i jiných západních zemích prokazují, že většina lineárních útvarů soustředěné elementární energie může mít dostatečný ničivý účinek na cíl. Buďto termomechanický, způsobující destrukci, nebo ionizující, ničící optiku, elektroniku, živou sílu, nebo i jiný. Podmínkou je dosažení potřebné výkonové hustoty, to znamená použití dostatečně výkonného **generátoru**.

Lineární útvary koherentního elektromagnetického záření se dnes tvoří výhradně kvantovými generátory. Z nich připadají pro paprskové zbraně v úvahu nejvíce:

— Chemické lasery, které již v současné době dosahují výkonu potřebného pro využití v některých zbraňových systémech. Zvyšování jejich výkonu je pouze technickou záležitostí a není omezeno přírodními zákony. Napájení je relativně jednoduché

a vyžaduje pouze dostatečné množství chemického reagentu. Nižší dosah může v kosmickém prostoru představovat několik tisíc km. Chemické lasery jsou hlavním kandidátem pro kosmické využití.

— Rentgenové lasery (xasery), určené pro jednorázové použití a aktivované výbuchem jaderné náplně. Jejich nižší dosah (kolem 500 km) má být vyvážen jejich velkým množstvím a možností vypouštění dalších v případě potřeby. Využití xaserů však naráží na některé technické a také politické překážky.

— Lasery s volnými elektrony, jejichž širokopásmový charakter umožňuje působit za různých povětrnostních podmínek v at-

mosféře i z atmosféry do kosmu. Jejich vysoká hmotnost, velké rozměry a složité napájení však bude pravděpodobně překážkou umístění v kosmickém prostoru.

— Lasery s výměnou elektrického náboje a jejich kaskádové exciméry, které mohou mít také některé podstatné výhody. Zatím však nedosahují potřebných výkonů.

— Plynodynamické lasery s poněkud nižším výkonem, ale také levnější, menší, lehčí, které lze umístit na pozemní bojové technice i na letounech.

Požadavky na výkon kvantových generátorů a jejich současné možnosti porovnává **tabulka 2**.

Tabulka 2

		Výkon	Další vlastnosti (poznámka)
Požadavky na zbraňový systém	pozemní	2 MW	[stacionární] nízká hmotnost, malé rozměry velkorozměrné reflektory
	kosmický	20 MW	
	kombinovaný	1000 MW	
Současné kvantové generátory	chemické lasery	2 MW	spotřeba kg paliva za sekundu
	lasery s volnými elektrony	5 kW	vyžadují urychlovač elektronů
	plynodynamické lasery	400 KW	zvyšování výkonu obtížné
	exciméry	1 kW	vyžadují výkonný elektrický zdroj

Podstatně složitější je situace u generátorů korpuskulárních paprsků. Současné urychlovače zatím nedosahují potřebného výkonu, jsou příliš rozměrné a umožňují uplatnění pouze na stacionárních zbraňových systémech, nanejvýš na velkých námořních plavidlech. Vůbec nejsložitější otázkou je generace úzkých svazků neutrálních částic, která zatím není a pravděpodobně ani v blízké budoucnosti nebude technologicky zvládnuta (**tabulka 3**). Nehovoříme pochopitelně o spekulacích s částicemi s krátkou životností (mezonech, hyperonech, mionech) nebo s antičásticemi, neutrinami a podobně, které mají zatím blízko k utopii.

Konstrukce paprskových zbraňových systémů však vyžaduje řešit celou řadu dalších náročných problémů. Patří mezi ně např. výrobní technologie obřích reflektů-

rů a všechny otázky, související s řízením palby v kosmickém prostoru na velké vzdálenosti, tj. identifikace cíle, přesné zamíření a stabilizace paprsku, zjištění, zda skutečně došlo k zasažení a zničení cíle apod. Tím vzniká otázka, zda vojenský přínos těchto zbraňových systémů bude skutečně úměrný vloženým nákladům. Zvláště uvážíme-li možná protipatření, která při své vysoké účinnosti nemusejí být příliš nákladná.

Důležitou slabou stránkou paprskových zbraňových systémů bude pravděpodobně jejich vysoká zranitelnost jinými zbraněmi včetně konvenčních. Aktivní prvky (objektivy, reflektory aj.) budou zpravidla rozměrné, tvarově charakteristické a snadno identifikovatelné objekty na válčišti, na teritoriu i v kosmu. Zodolnění, maskování i pasivní ochrana těchto součástí je pro-

Tabulka 3

Parametr	Požadavek na generátor paprsku		Současné možnosti generátorů	
	nabitých	neutrálních	nabitých	neutrálních
Energie částic	500 MeV	500 MeV	50 MeV	5 MeV
Intenzita paprsku	10^4 A	5 A	10^4 A	0,15 A
Četnost pulsů	10^4 s ⁻¹	spojitý	10 s ⁻¹	spojitý

blematická. Jejich ničení nemusí být příliš náročné na účinnost použité zbraně a má za následek zneschopnění celého zbraňového systému.

Šíření paprsků lze také omezit nebo jinak negativně ovlivnit zásahem do optických vlastností prostředí. Např. použitím aerosolů, dipolových odrážeců, vhodně volenými výbuchy jaderné nebo i konvenční munice v troposféře, stratosféře i exosféře, různými požárními zátarasy apod. Význam může mít i pasivní ochrana cílů (reflexní povrch, ochranná vrstva, rotace) a také promyšlená aplikace maskování, klamných opatření a radioelektronického boje.

Jaké závěry lze tedy v celé záležitosti paprskových zbraní učinit?

Předně, konstrukce paprskových zbraňových systémů není v rozporu s přírodními zákony. Je reálná, i když po technologické a ekonomické stránce zatím značně náročná. Technologická a ekonomická náročnost je v současné době v západních zemích, zejména v USA, vyvažována obrovskými vynakládanými prostředky, neúměrnými jejich bojové hodnotě, které umožňují ve výzkumu a vývoji pokračovat i přes časté neúspěchy. Značnou roli hrají často iluzorní představy západních politiků a také komerční zájmy podnikatelů.

Za druhé, hlavní úsilí, které v současné době směřuje na vývoj kosmických zbra-

ňových systémů, může v budoucnosti narazit na řadu technologických, ekonomických i politických překážek a nemusí vyvrcholit příliš výrazným úspěchem. Není také vyloučeno nalezení a uplatnění jiných, levnějších a účinnějších prostředků. Zkušenosti a poznatky z výzkumu a vývoje kosmických zbraňových systémů mohou však být uplatněny při konstrukci obdobných zbraní operačně taktického charakteru, na které jsou kladeny daleko nižší požadavky. Ty mohou být proto zavedeny do výzbroje i podstatně dříve než kosmické. Částečně mohou zvýšit úroveň protivzdušné a protiraketové obrany v taktickém měřítku, mohou také zvýšit aktivní obranu letadel a plavidel proti řízeným střelám. Jejich postavení mezi ostatními zbraňovými systémy však nemusí být nikterak výlučné. Výhody vyniknou pouze v úzce specifických operačně taktických podmínkách a jejich použití bude omezeno řadou okolností.

A konečně, hlavním nebezpečím, které v současné době vývoj paprskových zbraňových systémů s sebou přináší, je usilovný výzkum v široké oblasti přírodních věd, který může v kterékoli době vyústit v některá podstatná technická překvapení. Proto, nehlédě ke skutečnému významu těchto zbraňových systémů, je nutné tyto trendy trvale sledovat.