

Hnací hmoty, trhavin, munice a vnitřní balistika

Příspěvek stručně uvádí některé z předpokládaných vývojových trendů a perspektivních směrů rozvoje v oblasti hnacích hmot, trhavin a munice a návazných technických oborech, jakými jsou vnitřní balistika a další technické disciplíny, bez nichž nelze efektivně výzkum a vývoj nových výbušnin realizovat. Předpoklady vývojových trendů jsou zpracovány na základě publikovaných rozborů perspektivních směrů a technických informací, získaných v rámci marketingové a obchodní činnosti VOJ EXPLOSIA.

* * *

Při hodnocení perspektivních směrů rozvoje v oblasti výbušnin a munice je třeba si uvědomit, že tento obor má typicky multidisciplinární charakter a integruje poznatky řady vědních oborů, především chemie, fyziky a matematiky, ale i řady dalších technických vědních oborů. Rozvoj v těchto primárních oborech je nezbytnou podmínkou dalšího rozvoje technických aplikací, ke kterým nesporně oblast výbušnin, munice a zbraní patří. Předložený příspěvek si neklade za cíl zpracování vyčerpávajícího přehledu o perspektivách daného oboru v nejbližších letech. Cílem je vytipovat a odhadnout směry dalšího vývoje, které lze považovat za perspektivní v horizontu například deseti let a které mohou být vzhledem k předchozí tradici rozvíjeny na specializovaných pracovištích v ČR.

Při hodnocení střednědobých a dlouhodobých perspektiv v oblasti výzkumu a vývoje výbušnin a munice v ČR je třeba vycházet z již dosažené úrovně a potenciálních možností uplatnění výsledků, tj. reálných výrobních možností obranného průmyslu a předpokládaného zájmu AČR. V oblasti výbušnin je situace výzkumného a vývojového pracoviště do jisté míry komplikována skutečností, že výbušniny obvykle nejsou finálním výrobkem, ale komponentou pro další finalizaci. Typickým příkladem jsou hnací hmoty a většina trhavin, používaných pro laboraci munice.

Výzkum a vývoj výbušnin velmi úzce souvisí s vývojem zbraní a munice, takže úvahy o dlouhodobých perspektivách musí zahrnout předpokládaný rozvoj v těchto souvisejících oborech. Preferovaný rozvoj v jedné oblasti a útlum v jiné zákonitě vede ke stagnaci celku. Tyto zákonitosti se dosud plně projevují v rámci obranného průmyslu ČR. Po rozdělení společného státu zůstaly významné vývojové a výrobní kapacity zbrojního průmyslu na Slovensku, což nyní do jisté míry limituje možnosti např. efektivního vývoje nových hnacích náplní pro velkorážovou municí. I když lze tento limitující faktor považovat za časově omezený vzhledem k potenciálním možnostem navázání spolupráce s dalšími zahraničními partnery, objektivně došlo k zpomalení, případně k přerušení výzkumných a vývojových prací.

Situaci navíc v ČR nepříznivě ovlivnila určitá diskreditace oboru v minulých letech, narušení kooperačních vazeb mezi výrobními podniky v důsledku privatizace.

Významným faktorem, který negativně ovlivnil situaci, je neexistence komplexních vývojových zakázek, které by umožnily vznik větších mezioborových řešitelských týmů. Do popředí tak z hlediska střednědobé perspektivy oboru vystupuje potřeba nalézt integrované směry výzkumu a vývoje v oboru výbušnin a munice, které by měly mezioborový charakter a do jisté míry navozovaly rozvoj integračních vztahů mezi řešitelskými a výrobními organizacemi.

Na druhé straně je třeba zvažovat realnost řešení výzkumných a vývojových úkolů vzhledem k celkové úrovni a technickým možnostem vědecko-výzkumné základny oboru. Z tohoto pohledu je nezbytné zmapování reálného stavu jak výzkumné, tak průmyslové základny obranného průmyslu a stanovení reálných cílů v oblasti výzkumu a vývoje, vycházejících z rozboru perspektivních směrů a s ohledem na možnosti návazné průmyslové výroby. Před několika lety zvažovaná, nepochybně ambiciózní představa vlastního vývoje „české Zuzany“ (zbraň ráže 155 mm) zůstala našťastí jen na papíře.

Přes dosud spíše negativní vývoj i v současné době existuje v ČR určitý potenciál v oblasti jak výzkumu a vývoje, tak průmyslové výroby výbušnin a munice, který je schopný pro potřeby AČR a následně i export zajistit vývoj a výrobu některých skupin výbušnin a munice na technické úrovni, kvalitativně srovnatelné se zahraničními výrobci. V následujícím přehledu je uveden stručný výčet těchto perspektivních směrů rozvoje oboru hnacích náplní, trhavin a munice.

Vývojové trendy - hnací náplně

Výzkum, vývoj a výroba hnacích náplní - zejména bezdýmných prachů, ale i moderních spalitelných systémů, má v ČR dlouhou tradici, v případě výroby bezdýmných prachů více než 80 let. Výzkumné práce, zaměřené na rozvoj oboru, jsou však v posledních letech nesystematické, některé speciální skupiny hnacích hmot, jako např. tuhé pohonné hmoty pro rakety, nejsou výzkumně rozvíjeny vůbec. Tato nepříznivá situace je ovlivňována především absencí následných vývojových programů v oblasti zbraní a munice. Přesto se po roce 1990 podařilo realizovat řadu inovačních kroků v oblasti hnacích náplní jak pro oblast malorážové munice (hnací náplně pro náboje ráží 5,56 mm a 7,62 mm NATO), tak pro oblast středorážové a velkorážové munice.

Správný odhad vývojových trendů v oblasti hnacích náplní a reálná možnost navázat na předchozí výsledky, získané v rámci základního výzkumu hnacích náplní, který byl do roku 1990 financován plně ze státních prostředků, umožnily v relativně krátké době vyvinout a zavést alespoň poloprodukt výroby řady nových bezdýmných prachů, vhodných pro laboraci moderní munice.

Vývojové trendy v oblasti hnacích náplní lze stručně uvést následujícím způsobem:

- Vývoj tzv. trojsložkových hnacích náplní, určených pro laboraci výkonných nábojek velkorážových zbraní, například dálkových nábojek ráže 155 mm, případně nábojek pro tankové kanóny. Ve světě nebyl po druhé světové válce vývoj těchto hnacích náplní přerušen, u nás byla výroba nitroguanidinových prachů ukončena v padesátých letech. Důvodem byla unifikace velkorážové munice a přejímání licenčních nábojek pro zaváděné zbraně včetně zavedení výroby licenčních prachových náplní. (Zavádění licenčních výrobních zbraní a munice z bývalého SSSR však na druhé straně umožňovalo zvyšovat technickou úroveň v některých oborech. Jako příklad je možné uvést zavádění licenčních TPH, včetně jejich kontinuální výroby. Jiným příkladem je

licenční výroba munice ráže 30 mm pro kanón 2A42. Tyto, byť licenční výroby, vždy vyvolaly určitý rozvoj. V současné době se ukazuje na případech kooperačních vazeb se zahraničními partnery, že získané poznatky jsou velmi cenným vkladem při spolupráci s renomovanými zahraničními firmami např. při modernizaci munice ráže 30 mm.)

- V současné době jsou ve světě výkumně řešeny tzv. nitraminové hnací náplně (např. matrice nitrocelulóza - nitroglycerin, případně polymerní pojivo s krystalickým hexogenem). Kromě použití krystalických nitraminů jsou hledány i další energetické přísady vhodné pro vývoj výkonných hnacích náplní.

- Tzv. LOVA hnací náplně a trhaviny, tj. výbušniny s nízkou zranitelností. Jsou určeny perspektivně především pro tankovou munici a munici používanou v samohybných dělostřeleckých zbraňových systémech, rozšíření je však předpokládáno i pro další munici. Výzkum se týká především nových typů poživ, schopných nahradit nitrocelulózu, ale i dalších výbušnin. Problematika munice se sníženou zranitelností však je mnohem širší a musí být řešena komplexně (otázka zranitelnosti se týká i konstrukce munice, balení a skladování, povrchových ochranných a řady dalších parametrů munice).

- Flegmatizované hnací náplně (povrch zrn hnací náplně je opatřen speciálním, obvykle inertním povlakem) pro laboraci výkonné středorážové munice. Příkladem mohou být hnací náplně, určené např. pro munici ráže 12,7 až 35 mm, především pro moderní typy nábojů, jako jsou průbojné náboje.

- „Impregnované propelenty“, tj. hnací náplně na bázi nitrocelulózy, které jsou dodatečně upraveny pomocí kapalného nitroesteru pro dosažení vyššího energetického obsahu. Tyto hnací náplně jsou určeny pro výkonné malorážové, středorážové nebo minometné náboje. Tyto hnací náplně umožňují řešit např. modernizované výkonné náboje pro zavedené zbraně.

- V oblasti hnacích náplní pro rakety jsou v zahraničí předmětem vývoje především heterogenní TPH s vysokým výkonem. Intenzivně jsou hledány především možnosti náhrady chloristanu amonného jinými energetickými látkami. Výzkum se zaměřuje i na vývoj energetických polymerů jako potenciálních poživ.

- Spalitelné systémy používané pro konstrukci moderní munice, především pro tankové náboje (především ráží 105, 120 a 125 mm) a celospalitelné nábojky pro munici ráže 155 mm. Z hlediska dlouhodobé perspektivy se jedná především o konstrukci celospalitelných malorážových nábojů a tzv. teleskopickou munici pro zbraně středních ráží.

S perspektivními směry rozvoje hnacích náplní souvisí samozřejmě i následující oblasti výzkumu a vývoje:

1. Metody hodnocení kvality. Představují rozmanitý obor, zaměřený např. na modelové a simulační zkoušky, nezbytné pro posuzování kvality, vnitrobalistických vlastností a odhad reálné chemické a vnitrobalistické životnosti. Předmětem výzkumných prací jsou reálné odhady a eliminace bezpečnostních rizik při skladování, dopravě a použití výbušnin a munice.
2. Významnou oblastí výzkumu jsou metody pro sledování chemické stability výbušnin, hledání nových stabilizátorů a stanovení kritérií pro stanovení reálné životnosti hnacích náplní. S uvedenou problematikou však souvisí i ekologické otázky dalšího používání některých látek, dosud běžně používaných jako komponenty hnacích náplní, které jsou však v některých případech prokázány karcinogeny. V oblasti homogenních TPH je předmětem výzkumu např. nahrazení katalyzátorů hoření na bázi těžkých kovů.
3. Rozvoj v oblasti měření, zpracování a hodnocení vnitrobalistických veličin, včetně využití výsledků pro modelování vnitrobalistických procesů a simulace vnitrobalistických dějů matematickými metodami.

Vývojové trendy - trhavin

Perspektivní směry v oblasti výzkumu a vývoje trhavin lze v současné době charakterizovat následujícím způsobem:

- Výzkum nových energetických látek, splňujících požadavky vysokého energetického obsahu a nízké citlivosti a zranitelnosti. Z rozsáhlého souboru nových látek však pro reálné použití vyhovuje pouze několik látek. Rozhodujícím kritériem pro použití je stále cena a technologická schůdnost výroby. Za perspektivní lze považovat například nitrotriazolon (NTO) a některé další látky. Vývojově je řešena syntéza dosud nejvýkonnější známé trhavin označované zkratkou HNIW, v literatuře označované CL 20.
- Vývoj energetických polymerů, jejichž použití jako pojiv je předpokládáno jak pro trhavin, tak pro hnací náplně. Z řady energetických polymerů lze uvést GAP (polyglycidylazid), polyvinylazid (PVAZ) a řadu dalších. Ve světě jsou některé z těchto polymerů poloprovozně vyráběny a probíhá aplikovaný výzkum hnacích náplní a trhavin na této bázi. Příkladem může být vývoj nových typů plastických trhavin a raketových TPH.
- Výzkumné práce v oblasti teorie iniciace, detonace a šíření výbuchu. Předmětem zájmu je hledání vztahu mezi výbušinářskými charakteristikami individuálních látek a účinkem výsledných trhavinových směsí při aplikaci v konkrétní munici (kumulativní, termobarické).
- Výzkum v oblasti tzv. LOVA výbušnin. Hlavním cílem je snížit nebezpečí při skladování a exploataci munice. Jedná se však, jak již bylo uvedeno, o komplexní pojetí, protože podmínku nízké zranitelnosti musí splňovat všechny komponenty používané při konstrukci munice (zapalovač, zažehovač, spalitelné díly, obal a další).

Vývojové trendy - munice

V návaznosti na výše uvedené perspektivní směry vývoje hnacích náplní a trhavin lze uvést následující perspektivní vývojové směry v oboru munice:

- ▲ V oblasti středorážové munice je z našeho pohledu perspektivním směrem především zvyšování výkonu a přesnosti. Jsou např. konstruovány nové průbojné náboje, které vyžadují především výkonné hnací náplně. Vývojové práce jsou zaměřeny rovněž na modernizaci zavedených zbraňových systémů a zvýšení výkonu munice při zachování základních konstrukčních parametrů zbraně. Tyto snahy jsou zřejmě zejména u rozšířených zbraňových systémů, kde vývoj modernizované munice je ekonomicky efektivní. Příkladem může být průbojná munice ráže 30 mm pro kanón 2A42.
- ▲ Obdobné tendence jsou patrné i při řešení nové nebo modernizované munice ráže 125 mm. Rovněž zde dochází především k uplatnění výkonných typů hnacích náplní, především při řešení průbojné munice. Obdobným způsobem je modernizována i tanková munice ráže 105 a 120 mm.
- ▲ Z hlediska velkorážové munice je již řadu let hlavním předmětem zájmu munice ráže 155 mm, zejména vývoj tzv. modulových nábojek. Vzhledem k ekonomickým nákladům na vývoj takovéto munice, která vyžaduje komplexní řešení nových spalitelných systémů, hnacích náplní a zážehu, je v současné době tato munice ve vývoji nebo je postupně zaváděna pouze u několika výrobců. Uplatnění je efektivní zejména u automatických zbraní. Systém modulových nábojek je obvykle doplněn speciální dálkovou nábojkou pro maximální dostřel.
- ▲ Výzkum a vývoj moderní munice, zejména pro velkorážové zbraně, vyžaduje samozřejmě odpovídající úroveň oboru vnitřní balistiky, zejména matematického modelování a simulací vnitřní balistických procesů.
- ▲ S perspektivami v oboru munice souvisí samozřejmě i problematika delaborace a ekologické likvidace vyřazené munice, zejména ekologická likvidace hnacích náplní a trhavin.

Situace v ČR

Uvedené vývojové trendy jsou akceptovány v rámci výzkumných a vývojových projektů, řešených na našem pracovišti, samozřejmě ve spolupráci s dalšími kooperujícími organizacemi. Výsledky jsou dnes aplikovány především ve spolupráci se zahraničními partnery, přičemž některé výsledky výzkumných a vývojových prací byly již uplatněny při vývoji konkrétní munice. Příkladem je munice ráže 20 mm (PLAMEN) nebo průbojná munice ráže 30 mm, řešená ve spolupráci s firmou OERLIKON.

V následující části je uveden stručný přehled aplikovaného výzkumu, vycházejícího z uvedených perspektivních směrů rozvoje, zejména v oblasti hnacích náplní:

- Pro zahraniční odběratele byl ukončen vývoj a zavedena výroba hnacích náplní pro malorážové zbraně dle standardu NATO, tj. náboje ráží 5,56 mm, 7,62 mm a 9 mm, včetně zavedení metod hodnocení kvality dle standardů NATO. Zavedená sériová výroba poskytuje dobrou výchozí základnu pro pokračování vývojových prací v oblasti hnacích náplní pro malorážovou munici.

- Ve spolupráci se zahraničními partnery probíhá vývoj hnacích náplní pro munici ráže 30 mm a 125 mm. Tato spolupráce ukazuje, že úroveň výzkumu a vývoje hnacích náplní a travin v ČR je na odpovídající úrovni, která umožňuje společné řešení moderní munice se zahraničními partnery. Za významnou lze považovat spolupráci při řešení munice s využitím prvků, které u nás v minulosti nebyly technologicky dostupné. Příkladem jsou materiály pro jádra podkaliberních střel.

- Vývojově jsou řešeny prachové náplně, určené pro laboraci nábojek ráže 155 mm a v současné době je dokončován vývoj modulových nábojek určených pro zbraňový komplet ZUZANA ráže 155 mm. Pro tuto zbraň byla navržena vlastní sestava modulových nábojek, které jsou v současné době poloproduktově vyráběny. Byly ukončeny vývojové zkoušky a je vyráběna ověřovací série.

- Kromě modulových nábojek pro zbraň ráže 155 mm pokračuje vývoj speciálních celospalitelných dálkových nábojek pro maximální dostřel, s využitím trojsložkových hnacích náplní.

Výzkumné a vývojové práce, zaměřené na oblast hnacích náplní a munice, vyvolaly i požadavky rozvoj technologických procesů. Jako příklady lze uvést:

- Modernizace technologie výroby sférických prachů s využitím tzv. „lakově řezacím způsobem“. Tyto hnací náplně jsou určeny především pro laboraci výkonných nábojů ráží 12,7 - 30 mm.

- Uplatnění technologie „nasakování“ nitrocelulóзовých prachů kapalným nitroesterem (nitroglycerinem).

- V rámci vývoje hnacích náplní určených pro laboraci velkorážové munice byla ověřena výroba speciálních nitrocelulóзовých prachů (tzv. 19-ti děrové prachy) a trojsložkových nitroguanidinových (NQ) prachů.

- Pro laboraci velkorážové munice byly vyvinuty speciální zážehové prachy (CBI, BENIT), včetně vnitrobalistického řešení kompletních zážehovačů pro nábojky ráží 125 a 155 mm.

□ Byla vyvinuta nové typy spalitelných mas s polymerními pojivy, vhodné i pro konstrukci nábojek vyžadujících dohoření spalitelného pláště při relativně nízkých tlacích (např. cvičná munice ráže 155 mm).

Závěry

Jak vyplývá z předchozího stručného výčtu perspektivních směrů rozvoje v oblasti výbušnin a munice, z určité části se daří tyto směry sledovat i v ČR. Z hlediska našeho pracoviště považujeme za špičkové a světovým trendům odpovídající např. úspěšné výzkumné a vývojové řešení modulových nábojek pro zbraně ráže 155 mm, které představuje komplexní využití výsledků dlouholetého výzkumu hnacích náplní, spalitelných mas, metod vnitrobalistického projektování a rozvoje pyrostatických zkušebních metod.

Dalšími úspěšnými příklady uplatnění výsledků výzkumu může být řešení hnacích náplní pro moderní munici ráže 30 mm nebo výzkumné práce v oblasti syntézy nových energetických materiálů.

Rozvoj v uvedených perspektivních oblastech výzkumu a vývoje hnacích náplní, trhavin a munice považujeme v každém případě za důležitý, stejně tak jako rozvoj teoretických základů oboru, jakými jsou teorie výbušnin, teorie hoření, vnitřní balistika a teorie detonace. Pokračování tohoto nesporně zajímavého oboru je mimo jiné závislé na generační výměně odborníků, tzn. na rozvoji specializovaného školství.

Literatura:

- Lehký, L.: Perspektivní směry rozvoje - Výbušniny a munice. VÚPCH 1998.
- Hanus M.: Trendy ve vývoji vojenských trhavin. Sborník: Pyrotechnická konference, Luhačovice 1998.
- Těšitel, J.: Trhavin pro moderní munici. Sborník: Pyrotechnická konference, Luhačovice 1999.

Rozvinutelnost a mobilita sil mohou být považovány za funkci připravenosti sil, jejich vycvičenosti, organizační struktury a vybavenosti. Právní překážky ve vztahu k rozmíslování konštruktivních sil mimo národní hranice ve spojitosti s požadavkem na vysoce kvalifikované, a proto dělesloužící vojáky znamenají, že rozvinutelnosti sil lze snáze dosáhnout u profesionálních armád.

*Elinor Sloanová
(Správa pro strategické analýzy, velitelství národní obrany, Kanada)
„Zvyšování mobility“, NATO Revue, jaro 2001*