



ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

130025 2. vydání	ZÁSADY PRO ZAVÁDĚNÍ A HODNOCENÍ NECITLIVÉ MUNICE
-----------------------------------	---------------------------------------------------------

ZAVÁDÍ	STANAG 4439, Ed. 4 POLICY FOR INTRODUCTION AND ASSESSMENT OF INSENSITIVE MUNITIONS (IM) Zásady pro zavádění a hodnocení necitlivé munice AOP-39, Ed. D POLICY FOR INTRODUCTION AND ASSESSMENT OF INSENSITIVE MUNITIONS (IM) Zásady pro zavádění a hodnocení necitlivé munice SRD AOP-39.1, Ed. A GUIDANCE ON THE ORGANISATION, CONDUCT AND REPORTING OF FULL-SCALE TESTS Zásady organizace, provádění a dokumentace zkoušek ve skutečném měřítku
NAHRAZUJE	ČOS 130025, 1. vydání ZÁSADY PRO ZAVÁDĚNÍ A HODNOCENÍ NECITLIVÉ MUNICE

(VOLNÁ STRANA)

ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD
ZÁSADY PRO ZAVÁDĚNÍ A HODNOCENÍ NECITLIVÉ MUNICE

Základem pro tvorbu tohoto standardu byly originály následujících dokumentů:

STANAG 4439, Ed. 4	POLICY FOR INTRODUCTION AND ASSESSMENT OF INSENSITIVE MUNITIONS (IM) Zásady pro zavádění a hodnocení necitlivé munice
AOP-39, Ed. D	POLICY FOR INTRODUCTION AND ASSESSMENT OF INSENSITIVE MUNITIONS (IM) Zásady pro zavádění a hodnocení necitlivé munice
SRD AOP-39.1, Ed. A	GUIDANCE ON THE ORGANISATION, CONDUCT AND REPORTING OF FULL-SCALE TESTS Zásady organizace, provádění a dokumentace zkoušek ve skutečném měřítku

OBSAH

	Strana
1 Předmět standardu	5
2 Nahrazení standardů (norem).....	5
3 Související dokumenty.....	5
4 Zpracovatel ČOS	6
5 Použité zkratky, značky a definice.....	6
5.1 Zkratky a značky	6
5.2 Definice.....	8
6 Všeobecná ustanovení	10
6.1 Metodika hodnocení necitlivé munice	10
6.2 Informace a zpráva o hodnocení IM	13
6.3 Konstrukce a vývoj necitlivé munice	14
7 Protokoly hodnocení nebezpečí	14
7.1 Vstupní přehled a souvislosti	14
7.2 Použití protokolů	15
8 Hodnocení rychlého a pomalého ohřevu	17
8.1 Zjednodušený protokol pro rychlý/pomalý ohřev.....	20
8.2 Podrobný protokol pro rychlý/pomalý ohřev.....	20
9 Hodnocení zásahu malorážovou střelou / střepinou.....	33
9.1 Zjednodušený protokol pro zásah malorážovou střelou / střepinou	37
9.2 Podrobný protokol pro zásah malorážovou střelou / střepinou	37
10 Hodnocení sympatetické reakce.....	55
10.1 Zjednodušený protokol pro sympatetickou reakci	55
10.2 Podrobné protokoly pro sympatetickou reakci	56
10.3 Problematika hodnocení účinků sympatetické reakce	56
11 Hodnocení zásahu kumulativním paprskem	74
12 Zkoušky necitlivé munice ve skutečném měřítku.....	78
12.1 Zkouška pomalým ohřevem.....	81
12.2 Zkouška na sympatetickou reakci.....	83
13 Interpretace typů reakce munice	86
14 Charakterizační znak necitlivé munice	94
15 Zpráva o hodnocení necitlivé munice	96
16 Principy konstrukce necitlivé munice	97
16.1 Volba energetických materiálů.....	97
16.2 Konstrukční řešení munice	99
Přílohy	
Příloha A Zásady organizace, provádění a dokumentace zkoušek ve skutečném měřítku	118

1 Předmět standardu

ČOS 130025, 2. vydání, zavádí STANAG 4439, Ed. 4, společně s přejímanými standardy – spojeneckými publikacemi AOP-39, Ed. D a SRD AOP-39.1, Ed. A, do prostředí ČR. Standard stanovuje jednotné zásady pro hodnocení a zavádění necitlivé munice (IM) a poskytuje návod pro implementaci zásad a kritérií pro hodnocení necitlivosti munice.

2 Nahrazení standardů (norem)

Tento ČOS nahrazuje ČOS 130025, 1. vydání.

3 Související dokumenty

V tomto ČOS jsou normativní odkazy na následující citované dokumenty (celé nebo jejich části), které jsou nezbytné pro jeho použití. U odkazů na datované citované dokumenty platí tento dokument bez ohledu na to, zda existují novější vydání/edice tohoto dokumentu. U odkazů na nedatované dokumenty se používá pouze nejnovější vydání/edice dokumentu (včetně všech změn).

- | | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AAP-06 | – NATO GLOSSARY OF TERMS AND DEFINITIONS (ENGLISH AND FRENCH)
Slovník NATO s termíny a definicemi (anglicky a francouzsky) |
| AOP-7 | – MANUAL OF DATA REQUIREMENTS AND TESTS FOR THE QUALIFICATION OF EXPLOSIVE MATERIALS FOR MILITARY USE
Příručka pro vyžadování dat a testování jakosti výbušného materiálu pro vojenské účely |
| AOP-38 | – SPECIALIST GLOSSARY OF TERMS AND DEFINITIONS ON AMMUNITION SAFETY
Specializovaný slovník termínů a definic pro oblast bezpečnosti munice |
| AOP-4240 | – FAST HEATING MUNITION TEST PROCEDURES
Postupy zkoušení munice rychlým ohřevem |
| AOP-4241 | – BULLET IMPACT MUNITION TEST PROCEDURES
Postupy zkoušení munice zásahem malorážovou střelou |
| AOP-4382 | – SLOW HEATING TEST PROCEDURES FOR MUNITIONS
Postupy zkoušení munice pomalým ohřevem |
| AOP-4496 | – FRAGMENT IMPACT TEST PROCEDURES FOR MUNITIONS
Postupy zkoušení munice zásahem střepinou |
| AOP-4526 | – SHAPED CHARGE JET MUNITION TEST PROCEDURE
Postup zkoušení munice kumulativním paprskem |
| ČOS 130001 | – POSTUPY ZKOUŠEK MUNICE OHNĚM S POUŽITÍM KAPALNÉHO PALIVA |

ČOS 130002	– POSTUPY ZKOUŠEK ODOLNOSTI MUNICE VŮČI ZÁSAHU MALORÁŽOVOU STŘELOU
ČOS 130004	– HODNOCENÍ BEZPEČNOSTI A POUŽITELNOSTI MUNICE
ČOS 130005	– POSTUPY ZKOUŠEK MUNICE NA POMALÝ OHŘEV
ČOS 130006	– POSTUPY ZKOUŠEK MUNICE NA SYMPATETICKOU REAKCI
ČOS 130007	– POSTUPY ZKOUŠEK MUNICE KUMULATIVNÍM PAPRSKEM
ČOS 130013	– KLASIFIKACE VOJENSKÉ MUNICE A VÝBUŠNIN
ČOS 130014	– KONSTRUKČNÍ POŽADAVKY NA INICIAČNÍ SYSTÉMY
ČOS 130024	– POSTUPY ZKOUŠEK MUNICE NA ZÁSAH STŘEPINOU
ČOS 137601	– ORGANIZACE A METODY SCHVALOVÁNÍ ZPŮSOBILOSTI VÝBUŠNIN PRO VOJENSKÉ ÚČELY
STANAG 4240	– FAST HEATING MUNITION TEST PROCEDURES Postupy zkoušení munice rychlým ohřevem
STANAG 4241	– BULLET IMPACT MUNITION TEST PROCEDURES Postupy zkoušení munice zásahem malorážovou střelou
STANAG 4382	– SLOW HEATING TEST PROCEDURES FOR MUNITIONS Postupy zkoušení munice pomalým ohřevem
STANAG 4396	– SYMPATHETIC REACTION, MUNITION TEST PROCEDURES Postupy zkoušek munice na sympatetickou reakci
STANAG 4496	– FRAGMENT IMPACT TEST PROCEDURES FOR MUNITIONS Postupy zkoušení munice zásahem střepinou
STANAG 4526	– SHAPED CHARGE JET MUNITION TEST PROCEDURE Postup zkoušení munice kumulativním paprskem

4 Zpracovatel ČOS

Vojenský technický ústav, s.p., odštěpný závod VTÚVM Slavičín, Ing. Lumír Kučera.

5 Použité zkratky, značky a definice

5.1 Zkratky a značky

Zkratka	Název v originálu	Český název
AAP	Allied Administrative Publication	spojenecká administrativní publikace
AOP	Allied Ordnance Publication	spojenecká výzbrojní publikace
AP	Armour Piercing	průbojný

Zkratka	Název v originálu	Český název
BI	Bullet Impact	zásah malorážovou střelou
ČOS		český obranný standard
ČR		Česká republika
D, d		průměr
d_c		dolní mezní průměr
d_f		průměr projektilu
DDT	Deflagration to Detonation Transition	přechod deflagrace v detonaci
DIPAM		diaminohexanitrodifenyl
EIDS	Extremely Insensitive Detonating Substance	extrémně necitlivá detonující látka
EM	Energetic Material	energetický materiál
FH	Fast Heating	rychlý ohřev
FI	Fragment Impact	zásah střepinou
HC	Hazard Classification	klasifikace nebezpečnosti
HDPE	High Density Polyethylene	vysokohustotní polyetylen
HMX		oktogen
HNS		hexanitrostilben
HTPB	Hydroxyl-Terminated Polybutadiene	hydroxylem terminovaný polybutadien
IM	Insensitive Munitions	necitlivá munice
MO		Ministerstvo obrany ČR
NATO	North Atlantic Treaty Organization	Organizace Severoatlantické smlouvy
NEQ	Net Explosive Quantity	čistá hmotnost výbušniny
NIMIC	NATO Insensitive Munitions Information Centre	Informační středisko NATO pro používání necitlivé munice
NR	No Reaction	žádná reakce
NTO		3-nitro-1,2,4-triazol-5-on
P		tlak
PBX	Polymer Bonded Explosive	trhavina (výbušnina) s polymerním pojidlem

Zkratka	Název v originálu	Český název
PETN		pentrit
PU		polyuretan
RDX		hexogen
SCJI	Shaped Charge Jet Impact	zásah kumulativním paprskem
SDT	Shock to Detonation Transition	přechod rázu v detonaci
SH	Slow Heating	pomalý ohřev
SR	Sympathetic Reaction	sympatetická reakce
SRD	Standards Related Document	dokument vázaný na standard
STANAG	NATO Standardization Agreement	standardizační dohoda NATO
<i>T</i>		teplota
<i>t</i>		čas
TATB		triaminotrinitrobenzen
TTCP	The Technical Cooperation Program	program technické spolupráce
<i>V</i>		rychlost
VTÚVM		Vojenský technický ústav výzbroje a munice
<i>X, x</i>		vzdálenost
XDT	Explosion to Detonation Transition	přechod výbuchu v detonaci

5.2 Definice

Níže uvedené definice jsou specifické pro tento standard a jsou zařazeny k usnadnění jeho použití. Další lze nalézt v AAP-06, AOP-38 a ostatních souvisejících dokumentech.

energetický materiál	Látka nebo směs látek, které jsou schopny prostřednictvím chemické reakce velmi rychle uvolnit energii.
hodnocení necitlivé munice	Identifikace ohrožení munice, volba a provedení odpovídajících analýz a zkoušek příslušných konfigurací a porovnání reakcí munice s danými požadavky.
charakterizační znak necitlivé munice	Nejhorší pravděpodobná reakce munice na každé z následujících specifikovaných prostředí: rychlý ohřev, pomalý ohřev, zásah malorážovou střelou, sympatetická reakce, zásah střepinou a zásah kumulativním paprskem.

instrukce k provedení zkoušek	Dokument, který podrobně specifikuje požadavky na každou jednotlivou zkoušku ve skutečném měřítku.
necitlivá munice	Munice, která spolehlivě splňuje výkonové, pohotovostní a funkční požadavky a při vystavení vybraným nehodovým a bojovým ohrožením minimalizuje pravděpodobnost neúmyslné/nežádoucí iniciace a zmenšuje rozsah následných průvodních škod na zbraňových nosičích, logistických systémech a živé síle.
plán zkoušek	Dokument, který podrobně popisuje, jak mají být zkoušky provedeny. Poznámka: Zpravidla jej vypracovává zkušebna.
podnět (impulz)	Použitá energie nebo síla, jako je elektrický proud, napětí, mechanický náraz, tření, tepelný impulz nebo jiný fyzikální jev jako rychlost změny proudu nebo tlaku, které jsou schopny přímo nebo nepřímo iniciovat výbuchový děj.
program zkoušek	Dokument, který podrobně popisuje veškeré zkoušky, které mají být provedeny. Poznámka: Zpravidla je vypracováván projektovým nebo programovým týmem a obsahuje požadavky na všechny zkoušky bezpečnosti včetně zkoušek ve skutečném měřítku.
propulze	Označení reakce, jíž je vytvářena síla dostatečná pro vyvolání bezděčného pohybu (rozletu) zkoušeného předmětu.
protokol (řídící postup)	Uspořádaný postup ve formě postupového diagramu řídicí uživatele při hodnocení oblastí nebezpečí.
reakce munice	Pozorovaná reakce zkoušeného vzorku munice na předaný podnět. Poznámka: Příkladem reakce je rozrušení, detonace, deformace, proražení, odjištění atd. Nepřítomnost pozorované reakce se označuje jako reakce VI. typu.
výbušnost	Měřítko výbušné reakce výbušniny na daný podnět v definovaném systému. Poznámka: Výbušnost není závislá pouze na druhu výbušniny, ale také na její hmotnosti, fyzikálnímu stavu, uspořádání a utěsnění (uzavření).
vyhodnocení ohrožení a nebezpečí	Vyhodnocení profilu prostředí životního cyklu munice za účelem stanovení ohrožení a nebezpečí, kterým může být munice vystavena. Skládá se z identifikace všech ohrožení a všech nebezpečí a analýzy, jak nejlépe může být každé nebezpečí eliminováno nebo zmenšeno. Poznámka: Vyhodnocení musí v maximální možné míře vycházet z analytických nebo empirických údajů.

6 Všeobecná ustanovení

Tento standard obsahuje kritéria pro:

- a) metodiku provádění hodnocení IM;
- b) konstrukční postupy při vývoji IM;
- c) zpracování zpráv o hodnocení IM.

Tato kritéria mohou být aplikována na veškerou nejadernou municí ve všech etapách jejího vývoje, při její modernizaci či zdokonalování a doplňování zásob, po celou dobu životního cyklu od vyrobení po použití či likvidaci.

Hodnocení munice z hlediska požadavků na IM je podstatnou součástí celkového hodnocení její bezpečnosti a použitelnosti v souladu s ČOS 130004 a klasifikace nebezpečnosti (HC) podle ČOS 130013, které doplňuje, ale nenahrazuje je.

6.1 Metodika hodnocení necitlivé munice

Hodnocení IM je proces, který vyhodnocuje, jak bude munice pravděpodobně reagovat na ohrožení specifikovaná v tabulce 1 a zda vyhovuje požadavkům na necitlivou municí.

Hodnocení IM spočívá v následujících krocích:

- a) identifikace ohrožení;
- b) identifikace konfigurací munice;
- c) hodnocení reakce munice na ohrožení;
- d) vytvoření charakterizačního znaku IM pro každou konkrétní konfiguraci munice.

Při zpracování programu hodnocení IM je výhodné koordinovat požadavky na zkoušky s dalšími požadavky, týkajícími se zejména klasifikace nebezpečnosti (viz ČOS 130013) a vyplývajícími z výsledku procesu hodnocení bezpečnosti (viz ČOS 130004). Pokud mají zkoušky sloužit více účelům, pak jejich programy mají být koordinovány se všemi příslušnými národními autoritami či pověřenými orgány (dále jen „národní autorita“).

Jednotlivé státy mohou na základě úrovně necitlivosti dosažené municí v dané konfiguraci přiřadit kategorii IM a identifikovat ji např. formou nápisu nebo popisného štítku.

Národní autorita pro bezpečnost munice, specifikovaná v ČOS 130004, může schválit bezpečnost i takové nově zaváděné munice, která nespĺňuje kritéria pro IM.

Metodiky a údaje použité pro hodnocení úrovně necitlivosti munice musí být na základě žádosti předložené cestou příslušných národních orgánů postoupeny dalším členským státům NATO spolupracujícím na společném vývoji zbraní nebo munice či programu dodávek.

6.1.1 Identifikace ohrožení

Ohrožení definovaná v tabulce 1 jsou společná pro veškerou municí; další mohou vyplynout z jejího vystavení specifickým provozním nebo logistickým prostředím.

Analýza životního cyklu může identifikovat možná ohrožení, která jsou buď dodatečná k ohrožením uvedeným v tabulce 1 tohoto standardu, nebo jsou mimo rozsah specifikovaný v této tabulce. A naopak může analýza zjistit situace, u kterých nejsou rozsahy z tabulky 1 možné a mohou být zmenšeny nebo se nemusí brát

v úvahu. V obou případech musí být jakákoliv odchylka zdůvodněna a zdokumentována.

Munice je považována za necitlivou v rámci daného životního cyklu, jestliže pro každé uvažované ohrožení splňuje požadavky popsané v tabulce 1, a to pro každou příslušnou konfiguraci.

TABULKA 1 – Ohrožení a jejich základní rozsahy

Ohrožení	Požadavek	Základní rozsah ohrožení
Požár skladu/skladiště nebo požár pohonných hmot v letadle / dopravním prostředku (rychlý ohřev)	Nesmí dojít k intenzivnější reakci, než je reakce V. typu (hoření)	Průměrná teplota mezi 550 °C a 850 °C, dokud nezreaguje veškerá munice. Teploty 550 °C se musí dosáhnout během 30 s od vznícení paliva
Požár v přilehlém skladišti, skladu nebo dopravním prostředku (pomalý ohřev)	Nesmí dojít k intenzivnější reakci, než je reakce V. typu (hoření)	Rychlost zahřívání mezi 1 °C a 30 °C za hodinu
Napadení střelbou z malorážových zbraní (zásah malorážovou střelou)	Nesmí dojít k intenzivnější reakci, než je reakce V. typu (hoření)	Jedna až tři průbojné střely ráže 12,7 mm s rychlostí od 400 m/s do 850 m/s
Napadení municí vytvářející střepiny (zásah střepinou)	Nesmí dojít k intenzivnější reakci, než je reakce V. typu (hoření)	Ocelová střepina o hmotnosti od 15 g s rychlostí do 2 600 m/s a o hmotnosti 65 g s rychlostí do 2 200 m/s
Napadení kumulativní municí (zásah kumulativním paprskem)	Nesmí dojít k intenzivnější reakci, než je reakce III. typu (výbuch)	Kumulativní nálož o ráži (průměru) do 85 mm
Nejintenzivnější reakce stejné munice ve skladišti, skladu, v letadle nebo dopravním prostředku (sympatetická reakce)	Nesmí dojít k šíření intenzivnější reakce, než je reakce III. typu (výbuch)	Detonace donorové munice v příslušné konfiguraci

POZNÁMKA

Příslušná ohrožení pro účely klasifikace nebezpečnosti jsou v mezích rozsahů definovaných v tabulce 1.

6.1.2 Identifikace konfigurací munice

Munice se může během svého životního cyklu nacházet v mnoha různých konfiguracích (např. přepravní, taktická, bojová, opatřená zapalovačem nebo bez něho). Pro hodnocení IM musí být zajištěny informace o tom, jak bude munice během životního cyklu provozována a používána a jak dlouho setrvá v jednotlivých situacích (viz též ČOS 130004).

Seznam požadovaných informací pro stanovení profilu životního cyklu a pro určení souvisejících konfigurací včetně orgánů, které je mají poskytnout, je uveden v tabulce 2.

TABULKA 2 – Informace pro identifikaci konfigurací munice

Poskytovatel informací	Druh informací
Uživatel	Podrobnosti o určení (rolí) munice, jejím taktickém použití a způsobu bojového nasazení
Logistika	Podrobnosti o doplňování zásob, způsobu skladování a přepravy munice
Národní autorita	Podrobnosti o bezpečnostních pravidlech, která mohou ovlivnit manipulaci s municí, její skladování, přepravu a bojové nasazení
Manažer provozu munice	Podrobnosti o kontrole munice, cyklu údržby, likvidaci a dopravě na/ve zbraňovém nosiči
Konstruktor	Podrobnosti o konfiguraci (konstrukčním řešení) munice, rozměrech, balení a výbušných součástech

Jestliže podrobné hodnocení všech konfigurací munice není proveditelné, mají se identifikovat nejpřípadnější konfigurace na základě:

- délky doby života strávené v těchto konfiguracích;
- pravděpodobnosti vystavení specifickým ohrožením v těchto konfiguracích;
- důsledků pro okolí u každé reakce munice v těchto konfiguracích;
- zásad pro konfiguraci a požadavků stanovených v příloze A tohoto standardu a příslušných ČOS pro zkoušky ve skutečném měřítku.

6.1.3 Hodnocení reakce munice na ohrožení

Pro hodnocení úrovně reakce mají být pro každou ověřovanou konfiguraci munice vzaty v úvahu následující faktory:

- druh a velikost podnětu souvisejícího s rozsahem ohrožení;
- výbušnost a citlivost energetických materiálů (EM) použitých v munici k vnějším podnětům (např. tepelným, mechanickým);
- konstrukční řešení munice;
- interakce součástí;
- vybraná konfigurace.

Informace, které se mohou použít pro hodnocení, zahrnují (ale nemusí tím být omezeny):

- využití údajů z podobných konstrukčních typů;
- modelování a analýzy;
- charakterizace (stanovení vlastností) EM;
- výsledky zkoušek v laboratorním měřítku;
- výsledky zkoušek ve zmenšeném měřítku a na úrovni součástí;
- výsledky zkoušek ve skutečném měřítku.

Proces stanovení úrovně reakce na každé z ohrožení IM může vycházet z protokolů hodnocení nebezpečí (viz kapitoly 8 až 11). Ve srovnání s izolovanými zkouškami kompletní munice může použití protokolů zvýšit úroveň důvěryhodnosti a rozsah platnosti hodnocení IM.

Protokoly jsou uspořádané postupy popsané postupovým diagramem, jejichž prostřednictvím je možno využít modelování, zkoušky ve zmenšeném měřítku, generické (druhovité) zkoušky, expertní analýzy a údaje o podobné munici nebo munici používající stejné nebo obdobné EM. Důvěra v platnost dosaženého výsledku je přímo spojena s úrovní poskytnutých podrobností. Pro určení citlivosti hodnocení ke změnám úrovně podnětu, vlastností energetického materiálu, konstrukčního řešení munice, balení a konfigurace pro skladování/přepravu mohou být protokoly použity cyklickým způsobem. Podrobnosti o jejich použití jsou popsány v kapitole 7 tohoto standardu. Protokoly, vypracované členskými státy NATO během 90. let minulého století v rámci TTCP a NIMIC pro každé z ohrožení IM, jsou uvedeny v kapitolách 8 až 11. Nejsou však ani vyčerpávající, ani výlučné a jejich uživatelé mají usilovat o použití nejaktuálnějších a patřičně ověřených dostupných nástrojů.

Jestliže není možné použít protokoly nebo jiné metodiky jako postupy založené na hodnocení rizik, pak minimálním požadavkem pro hodnocení reakce munice na nebezpečný podnět jsou zkoušky ve skutečném měřítku podle příslušných standardů (viz kapitola 12). Způsob provedení a požadavky na dokumentaci ze zkoušek jsou popsány v kapitole 12 a příloze A, interpretace výsledků pak v kapitole 13.

6.1.4 Vytvoření charakterizačního znaku IM pro každou konkrétní konfiguraci

Charakterizační znak IM je souhrnem reakcí určité konfigurace munice na všechna ohrožení IM. Munice může mít několik takových znaků představujících její různé konfigurace během rozmanitých životních cyklů. Každý charakterizační znak je vyjádřením výsledků hodnocení IM.

Z rozdílných charakterizačních znaků, odpovídajících konfiguraci nejhoršího případu možného životního cyklu identifikovaného pro každé zvažované ohrožení, je možné definovat charakterizační znak shody s požadavky na IM. Pro tento konkrétní charakterizační znak musí být přesně zdokumentovány příslušné konfigurace munice a jejich ohrožení.

Způsoby uvádění charakterizačních znaků IM jsou obsahem kapitoly 14 tohoto standardu.

6.2 Informace a zpráva o hodnocení IM

Výsledky hodnocení IM včetně podpůrných informací, jako jsou charakterizační zkoušky výbušnin, generické zkoušky ve zmenšeném měřítku, modelování, využití údajů z jiné munice, hodnocení ohrožení, expertní analýzy a zkoušky ve skutečném měřítku, se musí shromáždit a utřídít. V souladu s pravidly uvedenými v čl. 6.1 musí být poskytnuty i státu spolupracujícím na vývoji takovéto munice.

Zpráva o hodnocení IM musí společně se zdůvodněním (je-li to požadované nebo potřebné) obsahovat:

- a) souhrnný závěr;
- b) informace o muničním systému;
- c) hodnocené konfigurace munice a rozsahy ohrožení;

- d) podpůrné informace;
- e) charakterizační znak (znaky) IM.

Souhrnný závěr má obsahovat co nejvíce podrobných údajů určených pro poskytnutí dalším členským státům NATO na základě žádosti předložené cestou příslušných národních orgánů.

Požadovaná struktura a obsah zprávy o hodnocení IM jsou specifikovány v kapitole 15 tohoto standardu.

6.3 Konstrukce a vývoj necitlivé munice

Parametry necitlivé munice je nutno se zabývat již v nejranějších fázích konstrukce a vývoje systému. Pro snížení rizika, že nebudou splněny požadavky na IM, je potřebné aplikovat odpovídající EM a vhodné metody konstrukce. Pro zjištění potenciálních nebezpečí, identifikaci konstrukčních řešení a případné snížení nebezpečí u existující munice je v průběhu vývojových prací možno využít protokolů hodnocení nebezpečí popsaných v kapitolách 8 až 11.

Použití konstrukčních postupů IM je potřebné při vývoji nové munice, zdokonalování (modernizaci) výrobků nebo doplňování zásob dané materiálové položky. Tyto postupy se mají aplikovat jako celkový přístup ke konstrukci systémů, a ne izolovaně.

Existuje celá řada možných a použitelných konstrukčních postupů. Podrobnosti jsou uvedeny v kapitole 16.

7 Protokoly hodnocení nebezpečí

7.1 Vstupní přehled a souvislosti

Zkoušky ve skutečném měřítku zahrnují malé statistické vzorky, které nemohou zajistit odpovídající důvěru v pravděpodobnou reakci munice. Pro řešení problémů těchto zkoušek a zvýšení důvěryhodnosti hodnocení IM je potřebné podrobnější pochopení způsobu reakce energetických materiálů a jejich interakcí s nebezpečnými podněty ve spojení s technickými charakteristikami munice a konfiguracemi při zkouškách ve skutečném měřítku. Podklady nezbytné pro předpověď reakce mohou být získány analýzou iniciačních a reakčních mechanismů, o kterých je známo, že jsou různými podněty vyvolány v EM.

Jakmile byl nebezpečný podnět rozpoznán a kvantifikován, protokoly hodnocení nebezpečí (dále jen „protokoly“) identifikují cesty, kterými podnět iniciuje reakci a musí být tedy vzaty v úvahu, a rovněž poskytnou informace potřebné pro hodnocení nebezpečí. Protože takové hodnocení je založeno na logickém postupu a provádí se u munice v reálném prostředí, kde je vystavena reálným hrozbám, bude mít větší vypovídací hodnotu než výsledky malého počtu zkoušek nebezpečí typu „funguje/nefunguje“ prováděných ve skutečném měřítku.

Každý protokol se skládá z postupového diagramu rozhodovacího stromu, který posuzuje postupné děje při interakci nebezpečí/munice. Tímto způsobem charakterizuje podnět, pak jeho interakci s municí a nakonec reakci munice. Každý uzel (rozhodovací bod) v postupovém diagramu identifikuje požadovanou informaci a po rozhodnutí pokračuje proces podle dané posloupnosti k dalšímu uzlu. Zjednodušeně řečeno, protokol není nic víc než uspořádaný proces zobrazení a prohlížení oblastí nebezpečí a určení, které informace jsou potřebné pro hodnocení reakce munice na tato nebezpečí.

Tradiční metody analýzy nebezpečí spoléhají na standardní zkoušky typu „funguje/nefunguje“ nebo „přijato/zamítnuto“ a na zkušenost a úsudek kompetentních osob. Tento přístup klade nevyhnutelně důraz na rozsáhlé zkoušky rozhodujících součástí nebo kompletní munice. Takové zkoušky mají některé nevýhody – velmi málo přispívají k pochopení základních mechanismů vyskytujících se při nebezpečných situacích a jsou extrémně drahé. Z těchto důvodů se využívají pouze zřídka. Interpretace jejich výsledků je komplikována problémy souvisejícími se statistickou pravděpodobností náhodných reakcí při malém počtu prováděných zkoušek. Při pouhém výsledku zkoušky „přijato“ neposkytne reakce zkoušeného předmětu žádnou informaci o tom, jak je působící podnět vzdálen od podmínek, které by mohly vyvolat reakci zcela rozdílnou. Neexistuje žádná záruka, že se zjistí všechny možné reakční mechanismy.

Omezení procesu hodnocení na určitou standardní zkoušku typu „přijato/zamítnuto“ může snížit jeho časovou a finanční náročnost, ale nelze zaručit, že zkouška reprezentuje celý pravděpodobný rozsah vztahů munice–prostředí–podnět v průběhu životního cyklu. Předpoklad, že reakce munice na některé další kombinace prostředí a podnětu mohou být předpovězeny (jak z hlediska iniciace, tak výstupního efektu), je poněkud zjednodušeným chápáním problematiky. Pravděpodobnostní povaha výskytu nebezpečí je spornou otázkou. Zkoušky typu „přijato/zamítnuto“ nejsou národní autoritě schopny zajistit vhodné prediktivní schopnosti nebo potřebný stupeň jistoty tak, aby jejich výsledky reprezentovaly skutečnou úroveň necitlivosti munice. Důvěryhodnost může být zvýšena použitím jiných metod.

Potřebnost některých rozsáhlých zkoušek bude pravděpodobně existovat vždy, především pro potvrzení očekávané úrovně reakce nebo v případě nedostupnosti lepších ověřovacích postupů. Při zpracování metodiky použití protokolů se předpokládá, že zásadní konstrukční typy munice, jejich vývoj a hodnocení mohou vycházet z výsledků zkoušek v laboratorním a zmenšeném měřítku, teoretických analýz a numerického modelování. Zkoušky ve skutečném měřítku budou nezbytné v podstatně menší míře, a to zejména pro potvrzení předpokladů, které vzešly z použití této metodiky.

7.2 Použití protokolů

Proces vypracování protokolu je logický tok rozhodování, který umožňuje hodnocení pomocí odpovídajících scénářů. Je určen a vyjádřen formátem rozhodovacího stromu – jsou při něm kladeny otázky a v závislosti na odpovědích stanoveny určité činnosti, čímž se vymezení cesta rozhodovacím stromem. Postupový diagram identifikuje požadované informace a pořadí, ve kterém jsou potřebné. Nepřímo rovněž identifikuje informace, které nejsou nezbytné.

Zde popisovaná metodika je založena na protokolech rozhodovacího stromu, u kterých jsou pro zodpovězení otázek týkajících se příčin reakcí EM a jejich intenzity nezbytné fyzikálně významné charakteristiky posuzovaného materiálu.

Účelem užití protokolů je získat znalosti o tom, co nastane, je-li munice nebo její součást vystavena ohni, zásahu střelou nebo některými dalšími podněty. Pro stanovení reakce munice je potřebný popis munice a působícího prostředí i charakteristika podnětu. To může být popsáno jako:

munice + prostředí + podnět → reakce.

U munice s náplní EM se může škála reakcí pohybovat od žádné reakce až po detonaci. Aby mohl být získán úplný popis, je nezbytné stanovit okamžik počátku reakce EM. Musí být tedy známy tyto skutečnosti:

- a) kdy materiál začíná reagovat;
- b) výstupní efekt nebo prudkost (intenzita) reakce.

Obojí je důležité a úzce spolu souvisí. Pokud např. v prostředí s působením tepla reaguje EM brzy (např. při nižší teplotě), intenzita reakce nemusí být tak velká jako v případě, kdy je reakce iniciována později (a tedy při vyšší teplotě). Metodika protokolu formuje tento princip otázky a odpovědi do logického a systematického postupu.

Pro pomalý/rychlý ohřev, zásah malorážovou střelou / střepinou, zásah kumulativním paprskem a působení sympatetické reakce byly zpracovány zjednodušené i podrobné protokoly. Zjednodušené protokoly jsou vstupem do jednotlivých oblastí nebezpečí a poskytují souhrn specifických úvah o každém nebezpečí. Podrobné protokoly představují komplexní přehled mechanismů a jejich vzájemných vazeb společně s diskusí vědeckých poznatků.

Protokoly jsou doplněny tabulkami s příklady zkoušek a postupů, které mohou být použity pro zodpovězení otázek položených v rozhodovacím stromě. Tyto tabulky nejsou vyčerpávající ani exkluzivní a uživatelé mají usilovat o použití nejnovějších a nejověřenějších nástrojů, které jsou jim dostupné. Příklady použitelných nástrojů a postupů:

- a) využití údajů z podobných konstrukčních typů;
- b) modelování a analýzy;
- c) charakterizace EM;
- d) výsledky zkoušek v laboratorním měřítku;
- e) výsledky zkoušek ve zmenšeném měřítku a na úrovni součástí;
- f) výsledky zkoušek ve skutečném měřítku.

Ačkoliv jsou některé postupové diagramy dlouhé a poměrně složité, konkrétní použití určitého scénáře nebezpečí využívá zpravidla pouze malou část celého protokolu. Úroveň podrobností nezbytná pro hodnocení může souviset s etapou muničního projektu; podle toho mohou být vhodné buď zjednodušené, nebo podrobné protokoly, případně jejich určitá kombinace nebo modifikace. Např. k odhalení výhod užití hlavní výbušné náplně odolné vůči přechodu deflagrace v detonaci (DDT) může být v počátečních etapách konstrukce munice postačující použití zjednodušeného protokolu, kdežto pro určení pravděpodobné reakce kompletního raketového motoru, používajícího zařízení pro zmírnění reakce na podnět, může být nutný podrobný protokol. V každém případě musí být použitý protokol zdokumentován.

Poznámky k protokolům

Reakce munice na podnět může být stanovena použitím rozhodovacího procesu navrženého v příslušném protokolu.

Pro zodpovězení nezbytných otázek může být využita jakákoli vhodná metoda, musí však být společně s použitými údaji a zdůvodněním důvěryhodnosti zaprotokolována v rozhodnutí.

Předběžně má být stanoveno veškeré chování zkoušeného předmětu, přičemž se zohlední rozsah použitých teplot, tlaků a dynamických podmínek.

V úvahu se musí vzít potenciální reakce všech EM v munici.

Úroveň použitých podrobností má odpovídat etapě vývoje munice a složitosti munice.

Na základě reakcí zjištěných prostřednictvím rozhodovacího procesu (chování EM v dané konfiguraci munice) je munici přidělen klasifikátor typu reakce NATO (viz kapitola 13 tohoto standardu). Potenciální nebezpečí v důsledku reakce munice musí být stanoveno na základě znalosti množství a druhu reagujícího EM, rychlosti reakce a konstrukčního řešení munice a případně jejího balení.

Tabulky, doprovázející každý protokol, poskytují informace o druzích důkazů, které mají sloužit jako podklad pro hodnocení IM.

Pro stanovení citlivosti hodnocení ke změnám úrovně ohrožujících podnětů, složení EM, konstrukčního řešení munice a konfigurace balení/skladování mohou být protokoly použity cyklickým způsobem.

Protokoly mohou být využity pro hodnocení vlivů času a teploty na reakci munice. Např. houževnatost litých trhavin s polymerním pojidlem (PBX) se mění v období před úplným vytvrzením a může se měnit i dále během stárnutí. To může vést ke změně reakce výbušnin na všechny nebo některé podněty.

Manažeři projektů a programů mohou v jejich průběhu použít protokoly pro stanovení, kterými problémovými body konstrukce je třeba se zabývat.

Konstruktéři munice je mohou využít jako nástroj pro výběr vhodných materiálů a konstrukčních prvků.

Technologové mohou pomocí protokolů identifikovat, které technologie jsou důležité při vývoji necitlivé munice.

Kontrolní orgány a národní autorita mohou využít protokoly jako základ pro potvrzení, že byly vzaty v úvahu všechny důležité faktory.

8 Hodnocení rychlého a pomalého ohřevu

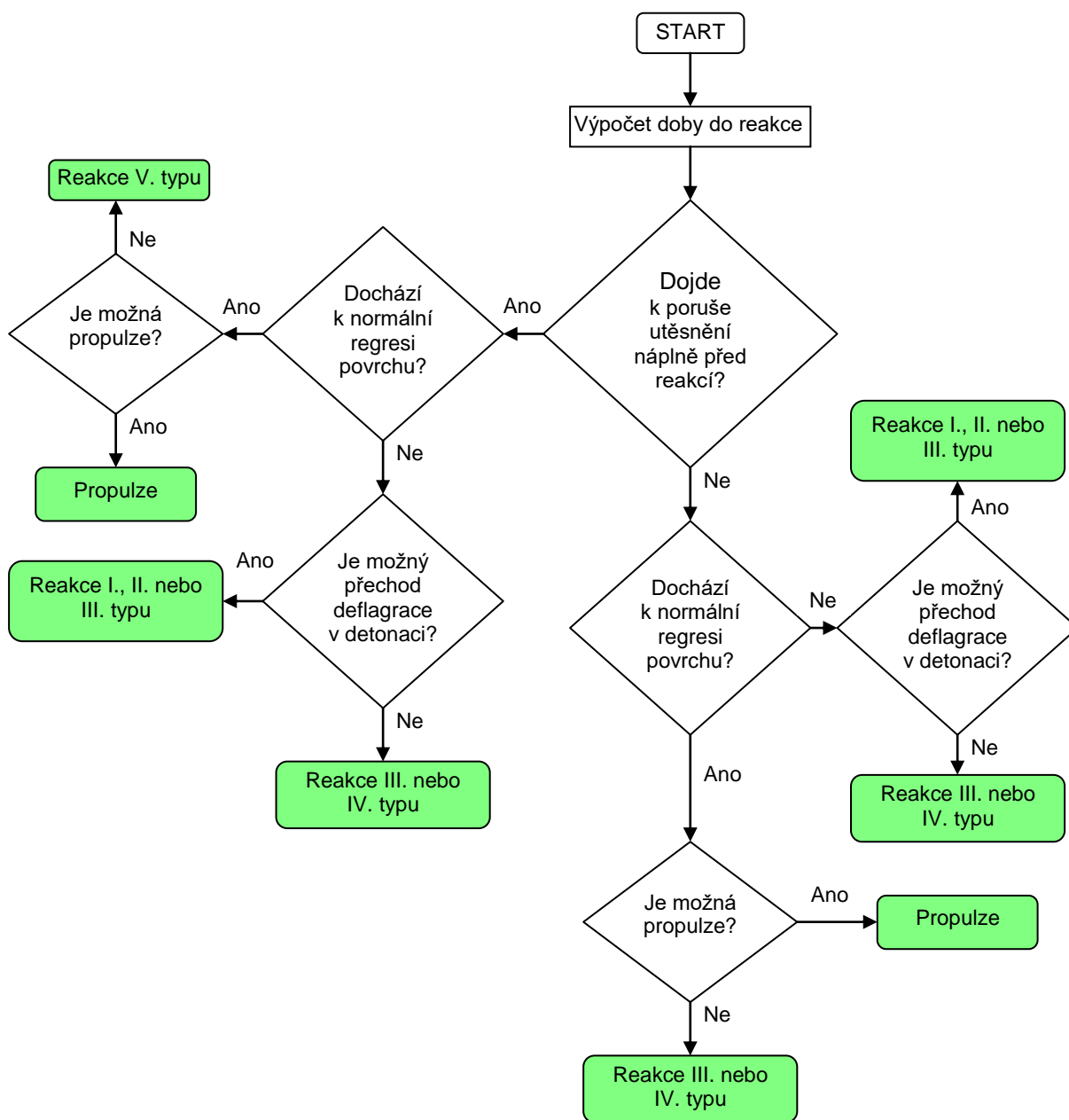
Teplota je obecně pro munici závažným ohrožením a představuje reálné nebezpečí pro EM. Za určitých podmínek může velmi rychlé uvolnění chemické energie vést k deflagraci, výbuchu nebo detonaci munice.

Ačkoliv v nebezpečných situacích je možné velmi široké rozpětí prostředí s působením tepla, obecně je zjednodušeno do dvou základních kategorií zastupujících extrémní případy:

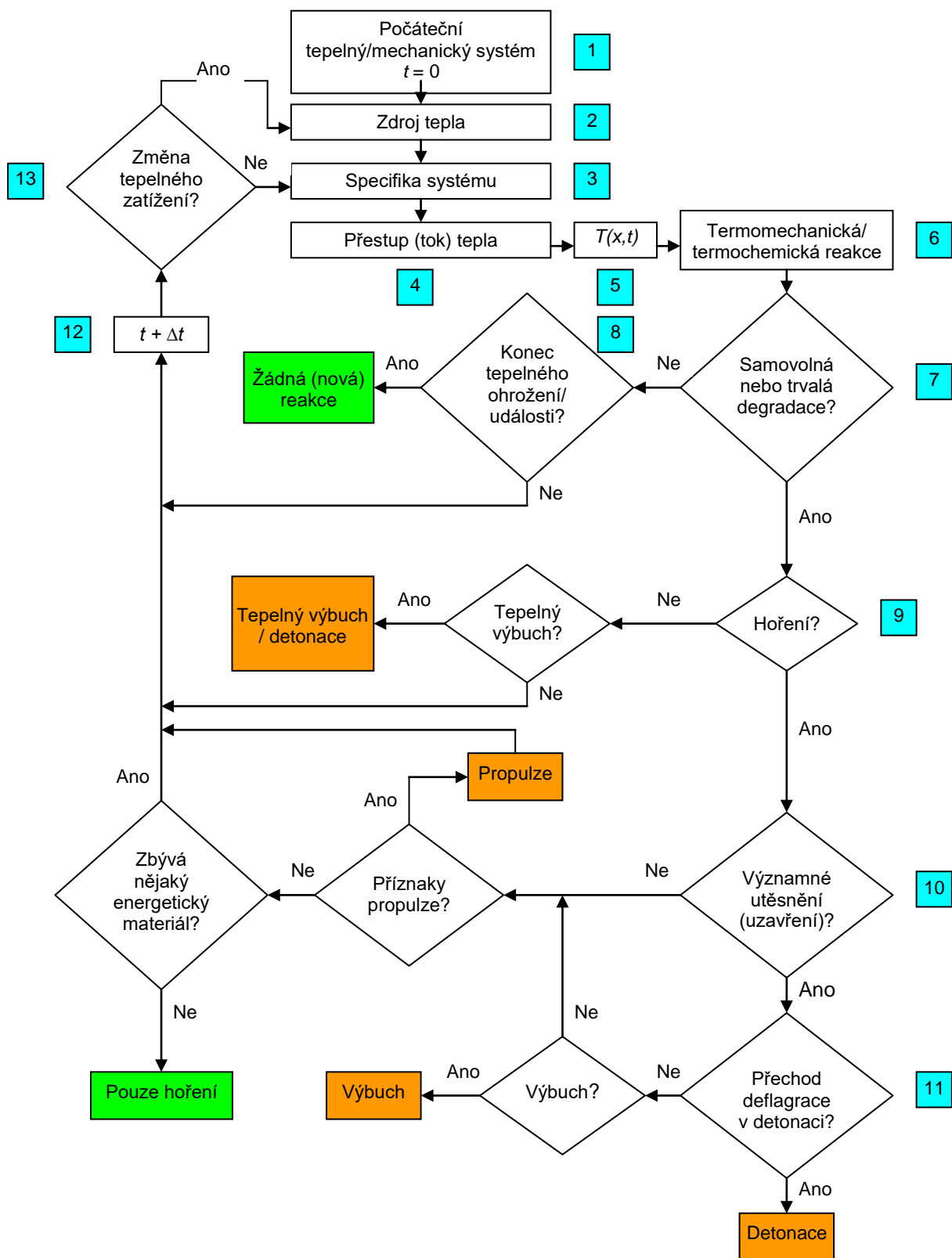
- a) rychlý ohřev představující situaci, při které je munice zcela pohlcena takovým požárem uhlovodíkového paliva, jaký může být důsledkem nárazu letadla na loď nebo nehody při silniční přepravě. Typický rychlý ohřev je reprezentován ohněm o teplotě přesahující 800 °C s dobou trvání do dvaceti minut;
- b) pomalý ohřev představující zahřívání munice vzdáleným zdrojem tepla, jako je požár v sousedním oddělení nebo budově. Typický pomalý ohřev je charakterizován konstantní rychlostí zahřívání 3,3 °C za hodinu až do reakce munice.

Podstata působení rychlého a pomalého ohřevu je shodná, stejně jako mechanismy, které se musí vzít v úvahu. Pro oba případy i pro jakékoliv další mezilehlé podmínky ohřevu, které se mohou vyskytnout, tak slouží jediný protokol hodnocení nebezpečí (buď zjednodušený, nebo podrobný). Protokoly jsou znázorněny na obrázcích 1 a 2.

Tabulka 3 identifikuje zkoušky a nástroje, které se vztahují ke každému z rozhodovacích bodů v protokolech, a údaje o požadovaných materiálových vlastnostech potřebných pro modelování nebo předpovídání výsledků uváděných zkoušek. Tabulka 4 popisuje příklady zkoušek, které mohou být použity ke stanovení hodnot pro vlastnosti uvedené v tabulce 3. Tabulky nejsou vyčerpávající ani exkluzivní a uživatelé protokolů mají usilovat o použití nejnovějších a nejověřenějších nástrojů, které jsou jim dostupné.



OBRÁZEK 1 – Zjednodušený protokol hodnocení nebezpečí – rychlý/pomalý ohřev



OBRÁZEK 2 – Podrobný protokol hodnocení nebezpečí – rychlý/pomalý ohřev

8.1 Zjednodušený protokol pro rychlý/pomalý ohřev

Zjednodušený protokol znázorněný na obrázku 1 představuje logický protokol hodnocení nebezpečí, který se souhrnně zabývá mechanismy reakcí na daný podnět. Kombinuje jednotlivé kroky a předpokládá, že za jistých daných podmínek celkový mechanismus určí reakci munice.

Při jeho aplikaci mají být vzaty v úvahu následující zásady:

- a) při modelování doby do reakce se mají zohlednit izolační účinky jakéhokoliv obalu, který obklopuje hodnocenou munici;
- b) v tomto kontextu souvisí porucha utěsnění (uzavření) náplně se zeslabením materiálů pláště (těla) munice v důsledku hoření, tavení, měknutí nebo teplotního roztažení v takové míře, že produkty pyrolýzy či hoření EM a/nebo vložky mohou unikat při tlaku blízkém tlaku atmosférickému;
- c) má se vzít v úvahu pohyb EM v důsledku tečení vyvolaného tavením nebo měknutím a tlakem;
- d) hodnocení mechanismu hoření EM má být provedeno ve všech příslušných rozsazích tlaků a teplot. V této souvislosti vede normální regrese povrchu k závěru, že nedochází ke vzniku konvektivního hoření a žádného dodatečného povrchu hoření v důsledku popraskání nebo pyrolýzy EM;
- e) jestliže se předpokládá, že produkty hoření EM budou unikat skrz otvory nebo praskliny v jinak neporušených pláštích (tělech) munice, musí se vzít v úvahu možnost propulze (rozletu) munice. Možná hnací síla může být předpovězena použitím odpovídajících programů společně s parametry potenciálního povrchu hoření EM a plochy otvorů/prasklin;
- f) hodnocení možnosti DDT se má provést s použitím EM v nejnepříznivějším možném stavu, který lze předpokládat v průběhu hodnocení munice (čistota, pórovitost, teplota a počáteční tlak).

8.2 Podrobný protokol pro rychlý/pomalý ohřev

Podrobný protokol znázorněný na obrázku 2 se zabývá každým krokem v posloupnosti událostí vedoucích k určité reakci a zkoumá podrobnosti každého mechanismu. Skládá se ze sedmi hlavních částí. Jsou to:

- a) charakteristika počátečního termochemického systému;
- b) charakteristika termochemického a termomechanického systému a jejich reakce na nové okrajové podmínky (tj. časové kroky a tepelné změny);
- c) samovolná exotermická reakce;
- d) vyhodnocení kritérií hoření s možností tepelného výbuchu;
- e) vyhodnocení utěsnění (uzavření) náplně a jeho vliv na reakci;
- f) vyhodnocení stavu energetického materiálu;
- g) změna tepelného zatížení a její vliv na systém.

Následující technický popis protokolu je zpracován podle jednotlivých uzlů v souladu s číselným označením uvedeným na obrázku 2.

8.2.1 Uzel 1: Popis počátečního tepelného systému

U zbraní a munice může dojít k jejich poškození tepelným podnětem (impulzem). Pro odpovídající zhodnocení reakce munice na specifické tepelné ohrožení je třeba

definovat nezbytné počáteční vstupní parametry, přičemž u mnoha systémů se jedná o velké množství údajů. Tyto vstupní podmínky zahrnují:

- a) Geometrii munice – rozměry pláště (těla) munice, jeho tloušťku, izolační materiály, vložky, systémy pro uvolnění napětí atd.
- b) Chemické a mechanické vlastnosti všech součástí – tepelnou kapacitu, tepelnou vodivost, hustotu, teplotní roztažnost, modul pružnosti, mez kluzu, fázové změny, kinetiku EM v závislosti na teplotě a tlaku, tlak potřebný pro protržení pláště (specifický pro systém) a kinetiku v závislosti na intenzitě zatížení – vícestupňovou Arrheniovu kinetiku pro konkrétní složení; vše jako funkce teploty. Počáteční vstupní parametry musí být dostatečné pro popis všech následně modifikovaných tepelných profilů systému. Údaje jsou požadovány jako funkce teploty pro celý určený teplotní rozsah a jako takové zahrnují termomechanické/termochemické změny, protržení pláště atd.
- c) Počáteční teplotní profil, především u EM. Pokud by bylo dosaženo vysokých teplot, požaduje se termochemická charakteristika všech přítomných EM. Takové šetření by např. mohlo zahrnovat hnací hmoty (pohonné hmoty raketového motoru nebo bezdýmné prachy) a jejich zážehové systémy, výbušniny v bojové hlavici (střele) a příslušné iniciační prostředky. Základní údaje pro taková hodnocení budou zahrnovat chemické charakteristiky všech identifikovaných součástí z EM v podmínkách vysoké teploty. Dále se zjistí kinetické a energetické parametry rozkladu těchto materiálů v závislosti na teplotě a tlaku. Celá tato oblast vyžaduje vyvinout maximální úsilí s cílem sestavit pro daný účel významnou a cennou databázi.
- d) Popis zkoušeného předmětu – je nezbytné vzít v úvahu jeho velikost, geometrii, součástí a utěsnění (uzavření) včetně samovolného.

Kromě údajů zmíněných jako popis počátečního tepelného/mechanického systému se požadují další informace vyplývající např. z následujících otázek:

- a) Jaké jsou použité materiály?
- b) Které součásti jsou ve styku s EM?
- c) Jaká zařízení pro zmírnění reakce na podnět jsou obsažena?
- d) Kde se systém nachází? Proč je systém zranitelný?
- e) Jaké údaje jsou nezbytné pro další postup?
- f) Které další proměnné veličiny je potřebné znát?

8.2.2 Uzel 2: Zdroj tepla

Popis zdroje tepla je evidentně nezbytným prvním krokem, protože je to definice podnětu. Musí obsahovat:

- a) Zdroj energie.
 - Jestliže je to oheň, co je hořlavinou: nějaká kapalná pohonná hmota, olej, dřevo nebo něco jiného?
 - Jestliže je to nepřímý ohřev, je vyvolán:
 - otevřeným ohněm v přilehlém prostoru?
 - ohněm v uzavřeném prostoru odděleném od zkoušeného systému?
 - Další možné zdroje energie zahrnují:
 - působení výfukových plynů ze spouštěcího kompresoru letadla nebo spalin z motoru letadla v sousedství,

- působení spalin z raketového motoru nebo dohořívání paliva z poškozeného raketového motoru.

b) Prostředí.

- Je zkoušený předmět v uzavřeném nebo volném prostoru?
- Jestliže je ve volném prostoru, proudí přes něj vzduch, ať již v důsledku větru, či postupu ohně?

c) Situační hlediska.

- Vyskytují se nějaké aspekty stavu či umístění zdroje, které musí být zohledněny?

8.2.3 Uzel 3: Specifika systému

Pro sestavení reálné předpovědi musí protokol obsahovat specifické parametry systému, a to jak počáteční, tak při každém časovém kroku. Munice (při zohlednění skladového obalu nebo podmínek skladování) může např. vykazovat určité přednostní cesty toku tepla do EM, takže výsledkem může být lokální intenzivní přehřátí postačující pro vyvolání jeho rychlého rozkladu. Případně se mohou přednostně vznítit tepelné články, startovací motory, zažehovače nebo může dojít k zážehu raketového motoru skrz jeho trysku.

Kromě toho se po určité době mohly významně změnit některé podmínky, a pak by mohly být vyžadovány nové informace vyplývající např. z následujících otázek:

- a) Došlo k podstatné změně celkové geometrie?
- b) Došlo k rozpadu, pohybu nebo změně polohy?
- c) Přihodilo se něco, co vede ke změně modelů přestupu tepla?
- d) Které součásti jsou nyní kritické?

Žádný protokol se nemůže zabývat všemi možnými kombinacemi a obměnami konstrukčních celků munice. Proto je tedy odpovědností hodnotitele stanovit, zda zde existují nějaké konstrukční celky, které by mohly ovlivnit reakci munice.

8.2.4 Uzel 4: Přestup tepla do zkoušeného systému

Po důkladné charakterizaci zdroje tepla následuje jako další krok popis, jakým způsobem je energie přenášena ze zdroje do munice (vedením, prouděním a/nebo sáláním). To se obvykle provádí analýzou, která je však komplikována mnoha neznámými parametry a nezbytností použít různé předpoklady. Tyto předpoklady často vymezují odpověď a z tohoto důvodu je absolutně nutné, aby byly jednoznačně stanoveny.

Výsledkem analýzy přestupu tepla je popis toku energie do zkoušeného systému a popis tepelné reakce systému. Tato reakce je zpravidla popsána pomocí profilů teplota–čas–poloha ve zkoušené munici.

8.2.5 Uzel 5: Profily teplota–čas–poloha

Jestliže je teplotní gradient mírný, do munice přestupuje minimální množství tepla, a není-li doba nepřiměřeně dlouhá, zůstává EM na určité nižší teplotě a obvykle nedojde k žádné události. To je žádoucí výsledek, ale takové nízké teploty se bohužel při mnoha situacích nevyskytují.

Protokol předpokládá nejhorší případ, při kterém může zahřátí systému nakonec vést k trvalé exotermické reakci EM.

Intenzita rychlého ohřevu, při němž je munice vystavena působení požáru kapalného paliva nebo horkých spalných plynů nebo dohořívání paliva, zpravidla vytváří v munici strmé teplotní gradienty způsobující rychlý přestup tepla a vedoucí k dosažení velmi vysokých teplot v jejích součástech.

Na druhé straně režimy pomalého ohřevu, které v munici vytvářejí mírné teplotní gradienty, ale jsou aplikovány po dlouhou dobu, mohou u převážné části předmětů vést k dosažení relativně rovnoměrné vysoké teploty. Často dochází k prudkým dějům, protože nastává vznícení velké části EM a chemický rozklad je urychlován samovolným utěsněním a přilehlými horkými materiály.

Režimy rychlého ohřevu mohou vést k méně intenzivním dějům, protože ke vznícení dochází v blízkosti styčné plochy pláště (těla) munice a EM a plášť může snadno ztratit svou strukturální celistvost. Je však nutno poznamenat, že při středních rychlostech zahřívání je intenzita reakce funkcí místa, ve kterém dojde k iniciaci.

Proces hodnocení reakce munice na ohřev má cyklický charakter, vyžadující v průběhu hodnocení tepelného prostředí několik samostatných posouzení termomechanického prostředí, a to až do vzniku reakce nebo do okamžiku, kdy je zřejmé, že k reakci nemůže dojít.

8.2.6 Uzel 6: Termomechanická/termochemická reakce

V počáteční fázi protokolu může být hodnocení termomechanické/termochemické reakce omezeno na jednoduché posouzení konstrukčního řešení a jeho vztahu k okolí. To by mělo být postačující pro zjištění, zda dojde k protržení pláště munice ještě před znatelným přestupem tepla do jejího vnitřku. Jako příklad lze uvést odpovědi na otázky: Je plášť vybaven tepelně iniciovaným zařízením pro zmírnění reakce na podnět? Jaký je materiál pláště? Je zhotoven z homogenního kovu, kompozitního/kovového/nekovového vrstveného materiálu nebo kompozitního/nekovového/nekovového vrstveného materiálu? Obsahuje konstrukce pláště nějaké součásti pro kompenzaci pnutí materiálu? Při následných krocích protokolu bude u všech energetických i neenergetických materiálů ovlivňovaných teplem nezbytné vzít v úvahu účinky teploty na jejich termomechanické vlastnosti.

Protože může být dosaženo poměrně vysokých teplot, vyžaduje se termochemická charakteristika všech přítomných EM. Takové šetření by např. zahrnovalo hnací hmoty (pohonné hmoty raketového motoru nebo bezdýmné prachy) a jejich zážehové systémy, výbušniny v bojové hlavici (střele) a příslušné iniciační prostředky. Základní údaje pro taková hodnocení budou zahrnovat chemické charakteristiky všech identifikovaných součástí z EM v podmínkách vysoké teploty. Dále se zjistí kinetické a energetické parametry rozkladu těchto materiálů v závislosti na teplotě a tlaku.

Termomechanická charakteristika je nezbytná i pro stanovení teploty jako funkce místa a času a pro určení účinků fázových změn a chemických reakcí, např. pyrolýzy. To slouží pro stanovení rychlostí vytváření přetlaku, změn účinnosti tepelné izolace apod. V některých případech vyvolávají chemické reakce závažné změny vlastností materiálů. Základní údaje, nutné pro taková hodnocení, zahrnují parametry přestupu tepla u pláště a chemické charakteristiky všech použitých materiálů, jako jsou lepidla, izolační prostředky, EM apod. Musí se ověřit, zda produkty pyrolýzy nezpůsobují porušení (protržení) pláště.

8.2.7 Uzel 7: Dochází k samovolné degradaci?

V počáteční fázi protokolu může být teplota příliš nízká na to, aby vyvolala jakoukoliv exotermickou reakci. V dalším průběhu (s přibývajícimi časovými kroky) může nárůst teploty vést ke změnám podstatných vlastností materiálu. Opětovné vyhodnocení termomechanické/termochemické reakce by mohlo ukázat, že teplota vzrostla natolik, že by mohlo dojít k exotermické reakci. Těmito reakcemi je nutno se zabývat, protože mohou mít za následek vznik samovolně se udržující reakce, zvláště při pomalém nárůstu teploty. Při existenci takové reakce je dalším krokem protokolu kontrola, zda nedochází k hoření. Pokud k reakci nedojde, může to znamenat konec tepelné události (ohrožení).

8.2.8 Uzel 8: Je to konec tepelné události (ohrožení)?

V tomto bodě musí uživatel protokolu odpovědět na otázky jako:

- a) Bylo dosaženo ustáleného stavu (nebo o tom bylo nabyto jistoty)?
- b) Nemůže už v dalším průběhu dojít k žádné reakci horší než hoření?
- c) Bude vše spotřebováno nebo zchlazeno (např. tepelné ohrožení může zaniknout nebo může dojít k zastavení nárůstu teploty před dosažením okamžiku vzniku samovolné reakce)?

Není-li indikován konec tepelné události (ohrožení), protokol pokračuje dalším časovým krokem. Jestliže je určen konec tepelné události (ohrožení), není třeba brát v úvahu žádnou novou reakci. Navzdory skutečnosti, že nedochází k žádné nové reakci, má si uživatel uvědomit, že se mohou vyskytovat zbytkové narušené materiály, které by mohly být citlivější než materiály na počátku. Systém je v ustáleném stavu nebo ve stavu ochlazování a bez dalšího podnětu u něj nedojde ke vzniku nekontrolovatelné reakce.

8.2.9 Uzel 9: Dochází k hoření?

Vznícení (zážeh) je počátkem každého procesu hoření.

V počáteční fázi protokolu může být teplota příliš nízká pro vznícení. V dalším průběhu (s přibývajícimi časovými kroky) bude teplota vzrůstat a ke vznícení již může dojít. Je nutno si položit otázku, zda existují mechanismy vznícení jiné než ty, které vycházejí z působení produktů pyrolýzy? EM mohou dosáhnout své teploty vznícení tepelnými a/nebo řetězovými tepelnými reakcemi, případně v důsledku působení plamenů na porušený plášť nebo uzávěry munice.

Tato zkoumání procesu vznícení musí rovněž zahrnovat činitele specifické pro daný systém. Munice (při zohlednění skladového obalu nebo podmínek skladování) může vykazovat určité přednostní cesty toku tepla do EM, takže výsledkem může být lokální intenzivní přehřátí postačující pro vyvolání jeho rychlého rozkladu. Případně se mohou přednostně vznítit tepelné články, startovací motory, zažehovače nebo může dojít k zážehu raketového motoru skrz jeho trysku.

K prasknutí či protržení pláště může dojít bez podstatnější reakce EM. Ten se dokonce může vznítit až později ve svém neutěsněném (neuzavřeném) stavu. Pokud jsou však produkty pyrolýzy schopny uniknout a případně dosáhnout svého bodu vznícení, může to vést ke vzplanutí volného povrchu EM.

Proces nazývaný tepelný výbuch nebo samovznícení probíhá při relativně nízkých rychlostech zahřívání. Dochází k rovnoměrnému zahřátí vzorku. Z vnitřních příčin nastává v systému značná akumulace tepla. Samovolná akcelerace chemických

reakcí v systému po porušení tepelné rovnováhy s okolním prostředím probíhá současně v celém objemu a má homogenní výbušný charakter.

Samovolná exotermická chemická reakce při absenci hoření může vést ke vzniku prudké reakce, jako je např. tepelný výbuch. Taková reakce může dokonce přejít v detonaci. Jestliže nedojde k tepelnému výbuchu, cesta protokolu pokračuje návratem k dalšímu časovému kroku.

Kde uvnitř EM dochází k jeho vznícení? Existuje mnoho důkazů, že toto místo je výsledkem vlivu rychlosti zahřívání, velikosti systému, geometrie, termomechanických vlastností a konstrukčního řešení. U menší munice může pomalé zahřívání, definované rychlostí 3,3 °C/h a aplikované na vnější povrch systému, mít za následek centrální vznícení. Vznícení vznikající v mase EM má obecně přinejmenším stejný sklon k samovolné akceleraci (jako výsledku samovolného utěsnění) a nakonec ke katastrofické reakci, jako je detonace.

Větší rychlosti zahřívání (např. při umístění munice přímo do ohně) mají obvykle za následek samovolnou exotermickou reakci EM, k níž dochází na rozhraní EM / plášť munice nebo v jeho blízkosti. Při dostatečném utěsnění to může vést až k velmi prudké reakci, např. detonaci.

8.2.10 Uzel 10: Významné utěsnění (uzavření)

Jestliže dochází k samovolné exotermické reakci doprovázené hořením, je nezbytné stanovit, zda reakce přejde v detonaci nebo nějakou méně prudkou reakci. Může to být určeno prostřednictvím stupně utěsnění (uzavření) systému. Pokud se např. místo reakce nachází ve středu letecké pumy s vysokým stupněm utěsnění, pravděpodobně dojde k přechodu v detonaci.

Pokud je však reakce iniciována ve středu (v blízkosti centrálního kanálu) slabě utěsněného raketového motoru z kompozitního materiálu, nemusí k DDT dojít. Druhým příkladem je situace, při níž je překročen tlak potřebný pro protržení pláště. V tomto případě nenastane dostatečné utěsnění, které by vyvolalo reakci intenzivnější než propulzi. Velmi důležité je zohlednění konstrukčního řešení pláště munice. Požaduje se prokázat, zda dojde či nedojde k protržení pláště před tím, než je v munici zaznamenán přestup tepla, který by vedl k dosažení vysoké teploty postačující pro způsobení rozkladu některých materiálů, a to jak energetických, tak inertních. Pokud je např. plášť vybaven tepelně iniciovaným zařízením pro zmírnění reakce na podnět (součástí pro kompenzaci pnutí materiálu, kompozitními materiály apod.), zpravidla dojde k jeho otevření ještě před reakcí EM a pravděpodobným výsledkem bude celkově mírná reakce. Při nepřítomnosti takového zařízení se musí provést úplná termochemická charakterizace všech EM.

Způsobí produkty pyrolýzy protržení pláště? Bylo zjištěno, že tyto produkty mohou ovlivnit mechanismus poruchy munice v ohni způsobeném požárem kapalných paliv. Jestliže se vytvářejí v prostoru mezi pláštěm a EM (např. v důsledku rozkladu izolačních prvků) a samy o sobě nemají možnost úniku, dojde k místnímu nárůstu tlaku. Tento tlak může vyvolat poškození EM nebo může vést k protržení pláště. Jestliže však produkty pyrolýzy mohou uniknout a případně dosáhnout svého bodu vznícení, může dojít k vzplanutí volného povrchu EM. Tvorba zvýšeného tlaku může být výsledkem procesů v něčem jiném než v energetickém materiálu a tlak potřebný pro protržení pláště může vzniknout i bez významnější reakce EM. Ten se dokonce může vznítit později, když je v neutěsněném stavu.

Jestliže dochází k hoření bez významného utěsnění, musí se zjistit, jestli má reakce propulzní charakter. V záporném případě je třeba odpovědět na otázku, zda zbývá nějaký EM. Bez významného množství nezreagovaného EM zůstává konečným výsledkem pouze hoření. Při existenci oddělené náplně takového materiálu nebo jeho významné zbývající části pokračuje protokol dalším krokem.

8.2.11 Uzel 11: Je možný přechod deflagrace v detonaci?

Samovolná chemická reakce nebo hoření může za přítomnosti významného utěsnění přejít nejprve v deflagraci, která následně za splnění určitých podmínek přechází v detonaci, což se označuje jako přechod deflagrace v detonaci (DDT). Pokud není indikován žádný DDT, musí se před zjištěním možnosti výskytu zbytku nějakého EM ověřit, zda je možný výbuch nebo propulzní děj.

8.2.12 Uzel 12: Přírůstky času

Volba časových intervalů protokolu přiřazených posuzované munici vyžaduje zhodnocení mechanických a termomechanických charakteristik systému.

8.2.13 Uzel 13: Změna tepelného zatížení

Změnilo se významným způsobem tepelné zatížení zkoušeného předmětu? Byly např. přidány nové zdroje tepla, buď zbraňovými (muničními) podsystemy, nebo okolními zbraněmi (municí)? Byla změněna geometrie takovým způsobem, že se změnil tepelný tok do munice? Došlo ke zničení či závažnému poškození izolační bariéry? Kladná odpověď vede k novému hodnocení zdroje tepla, záporná pak k pokračující modifikaci specifik systému.

TABULKA 3 – Příklady vhodných nástrojů a požadovaných údajů pro analýzu průběhu reakcí při rychlém/pomalém ohřevu

Rozhodující faktory / reakční mechanismy	Nástroje pro analýzu	Požadované charakteristiky
Doba do vznícení	<p>Zkouška termochemických mezních hodnot. Zkouška teploty vznícení. Zkouška tepelného vznícení v neutěsněném stavu. Jednorozměrná zkouška doby do výbuchu. Diferenciální snímací kalorimetrie. Termogravimetrická analýza. Urychlená reakční kalorimetrie. Modely reakčního tepelného toku.</p>	<p>Kinetika a termochemie rozkladu EM jako funkce teploty a tlaku. Tepelné vlastnosti EM v munici. Tepelné vlastnosti jednotlivých inertních součástí munice. Extrapolace výše uvedeného na skutečné rozměry munice. Podrobné konstrukční řešení munice. Závislost na poškození.</p>
Vliv utěsnění na reakci EM	<p>Termoanalytické postupy. Analytické modely metodou konečných prvků. Výpočetní modely fluidní dynamiky. Vliv utěsnění na reakci EM: Zkouška vznícení při proměnném utěsnění. Zkouška v trubce (rychlý a pomalý ohřev). Temperační komora / termostat (horké prostředí). Zkouška pyrolýzy. Zkouška tepelného výbuchu ve zmenšeném měřítku.</p>	<p>Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti EM munice. Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti jednotlivých inertních součástí munice. Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti sestavy a balení munice. Kinetika a termochemie rozkladu EM jako funkce teploty a tlaku. Mechanické a tepelné vlastnosti pláště (těla), vložek a EM munice. Extrapolace na skutečné rozměry munice. Podrobné konstrukční řešení munice.</p>

Rozhodující faktory / reakční mechanismy	Nástroje pro analýzu	Požadované charakteristiky
Hoření	<p>Uzavřená manometrická bomba (a její varianty). Vícenásobný hořák. Diferenciální snímací kalorimetrie.</p>	<p>Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti EM munice. Rychlost hoření jako funkce teploty a tlaku. Závislost na poškození.</p>
Přechod deflagrace v detonaci	<p>Zkouška v trubce (s vnitřním zážehem). Série zkoušek 5 dle ČOS 130013. Hybridní kalorimetrická bomba. Uzavřená manometrická bomba. Vzdálenost přechodu v detonaci (pro poškozený materiál). Dolní mezní průměr. Dynamická odolnost pláště munice.</p>	<p>Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti EM munice. Rychlost hoření jako funkce teploty a tlaku. Závislost na poškození.</p>
Intenzita reakce	<p>Informace o závislosti tlaku na času dP/dt. Modely fragmentace pláště munice.</p>	<p>Rychlost hoření jako funkce teploty a tlaku.</p>
Propulze	<p>Uzavřená manometrická bomba. Vícenásobný hořák. Balistické modely.</p>	<p>Rychlost hoření. Podrobné konstrukční řešení munice.</p>

TABULKA 4 – Příklady zkoušek, které mohou být použity k získání údajů požadovaných v tabulce 3

Požadované údaje	Vlastnosti	Prováděná zkouška	Obecná upozornění
Kinetika a termochemie fyzikálních změn nebo rozkladu EM	Pórovitost	Měření hustoty.	V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození.
	Velikost pórů	Refraktometrická srovnávací kapalina. Atomová silová mikroskopie. Skenovací elektronová mikroskopie.	
	Velikost částic	Mikrosonické metody.	
	Kvalita krystalů	Skenovací elektronová mikroskopie. Mikroskopické metody. Rentgenová difrakce. Měření hustoty.	
	Rychlost chemické reakce	Adiabatický kalorimetr. Termoanalytické metody: Diferenciální snímací kalorimetrie. Dynamická termomechanická analýza. Termomechanická analýza. Termogravimetrická analýza. Diferenční termická analýza. Dilatometrie.	

Požadované údaje	Vlastnosti	Prováděná zkouška	Obecná upozornění
Rychlost hoření	Rychlost hoření (nepoškozený a poškozený materiál)	Vícenásobný hořák. Uzavřená manometrická bomba. Hybridní kalorimetrická bomba.	V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození. Běžně se neměří. Velká závislost na charakteristice poškození.
	Drobnost: náchylnost k poškození (popraskání)	Zkouška drobnosti. Zkouška na zásah malorážovou střelou. Hopkinsonova tyčová zkouška. Zkouška modulu poruchy. Taylorova nárazová zkouška. Lomová houževnatost.	Praskliny. Pórovitost. Omezený průnik roztoku k povrchu.
	Charakterizace poškození	Mikroskopie tenkých vrstev. Rentgenová tomografie. Uzavřená manometrická bomba (plocha povrchu). Neutronová a rentgenová difrakce. Měření teplotní roztažnosti.	

Požadované údaje	Vlastnosti	Prováděná zkouška	Obecná upozornění
Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti jednotlivých inertních součástí munice		<p>Měření teplotní roztažnosti. Termoanalytické metody: Diferenciální snímací kalorimetrie. Dynamická termomechanická analýza. Termomechanická analýza. Termogravimetrická analýza. Diferenční termická analýza. Analýza mechanických vlastností: Zkouška namáhání v jednoosém tahu/tlaku (nízké deformační rychlosti). Servohydraulická mechanická zkouška (při rychlostech od 1 s^{-1} do 500 s^{-1}).</p>	<p>V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození.</p>
Fyzikálně-tepelne a mechanické vlastnosti EM munice		<p>Stejně jako v bodě Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti jednotlivých inertních součástí munice. Zkoušky fyzikálních vlastností dle ČOS 137601 nebo AOP-7.</p>	<p>V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození.</p>

Požadované údaje	Vlastnosti	Prováděná zkouška	Obecná upozornění
Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti sestavy a balení munice.		<p>Stejně jako v bodě Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti jednotlivých inertních součástí munice.</p> <p>Analýza mechanických vlastností: Hopkinsonova tyčová zkouška (při rychlostech od 100 s^{-1} do $10\,000 \text{ s}^{-1}$).</p> <p>Pevnost spoje (soudržnost) součástí: Zkoušky mechanických vlastností dle ČOS 137601 nebo AOP-7.</p> <p>Zkouška snášenlivosti v prostředí typickém pro zkoušky necitlivé munice.</p>	<p>V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození.</p>
Podrobné konstrukční řešení munice		<p>Soubor technických údajů (technická dokumentace). Rentgenografie. Rozebrání munice.</p>	<p>Geometrie a rozměry. Náplňová hustota. Vnější utěsnění (uzavření). Plynotěsnost. Volný objem. Typ pláště.</p>

9 Hodnocení zásahu malorážovou střelou / střepinou

K reakci munice na podnět v důsledku zásahu malorážovou střelou / střepinou (dále jen „zásah“) dochází z důvodu buď přímé iniciace rázem, nebo vznícení EM poškozeného průchodem střely skrz něj nebo jejím uvíznutím v materiálu.

I když v nebezpečných situacích existuje celá řada možných variant zásahů, typicky jsou reprezentovány dvěma následujícími:

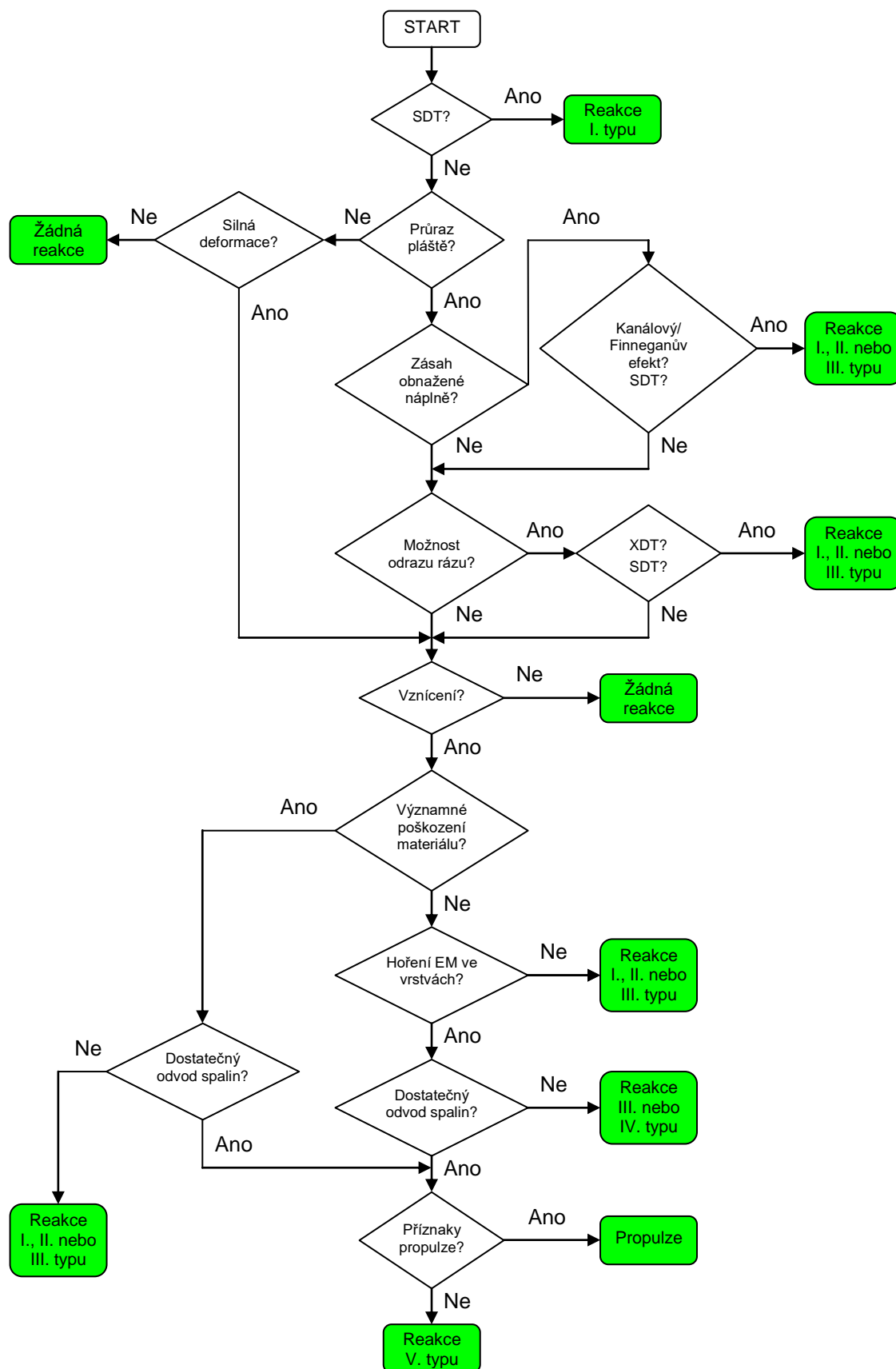
- a) zásah malorážovou střelou – průbojná střela ráže 12,7 mm dopadající rychlostí $850 \text{ m/s} \pm 20 \text{ m/s}$;
- b) zásah střepinou – jednotlivá ocelová střepina o jmenovité hmotnosti 18,6 g s válcovým tělem a kuželovou přední částí (špičkou).

Základními faktory, ovlivňujícími reakci na takový podnět, jsou citlivost k rázu za podmínek utěsnění (přechod rázu v detonaci – SDT), stupeň utěsnění EM, míra poškození EM, jeho náchylnost podlehnout DDT a pravděpodobnost přechodu v detonaci vyplývající z procesu stlačení, uvolnění a opětovného stlačení jako důsledku působení jednoduchého počátečního podnětu (přechod výbuchu v detonaci – XDT).

Protokol zásahu vychází z myšlenky, že munice bude při dopadu malorážové střely nebo střepiny vystavena určité hierarchii nebezpečí. Počáteční nebezpečí, šok vzniklý při zásahu, může vést k okamžité a prudké reakci EM. Pokud k takovému ději nedojde, může být munice vystavena zpožděné reakci způsobené interakcemi mezi pláštěm (tělem) munice a EM. Protokol vede uživatele těmito řadami potenciálních nebezpečí a jejich pravděpodobnými výstupy.

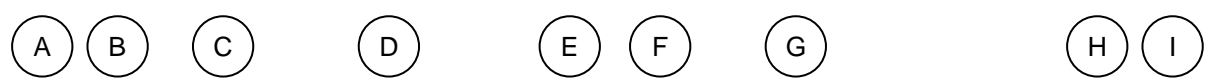
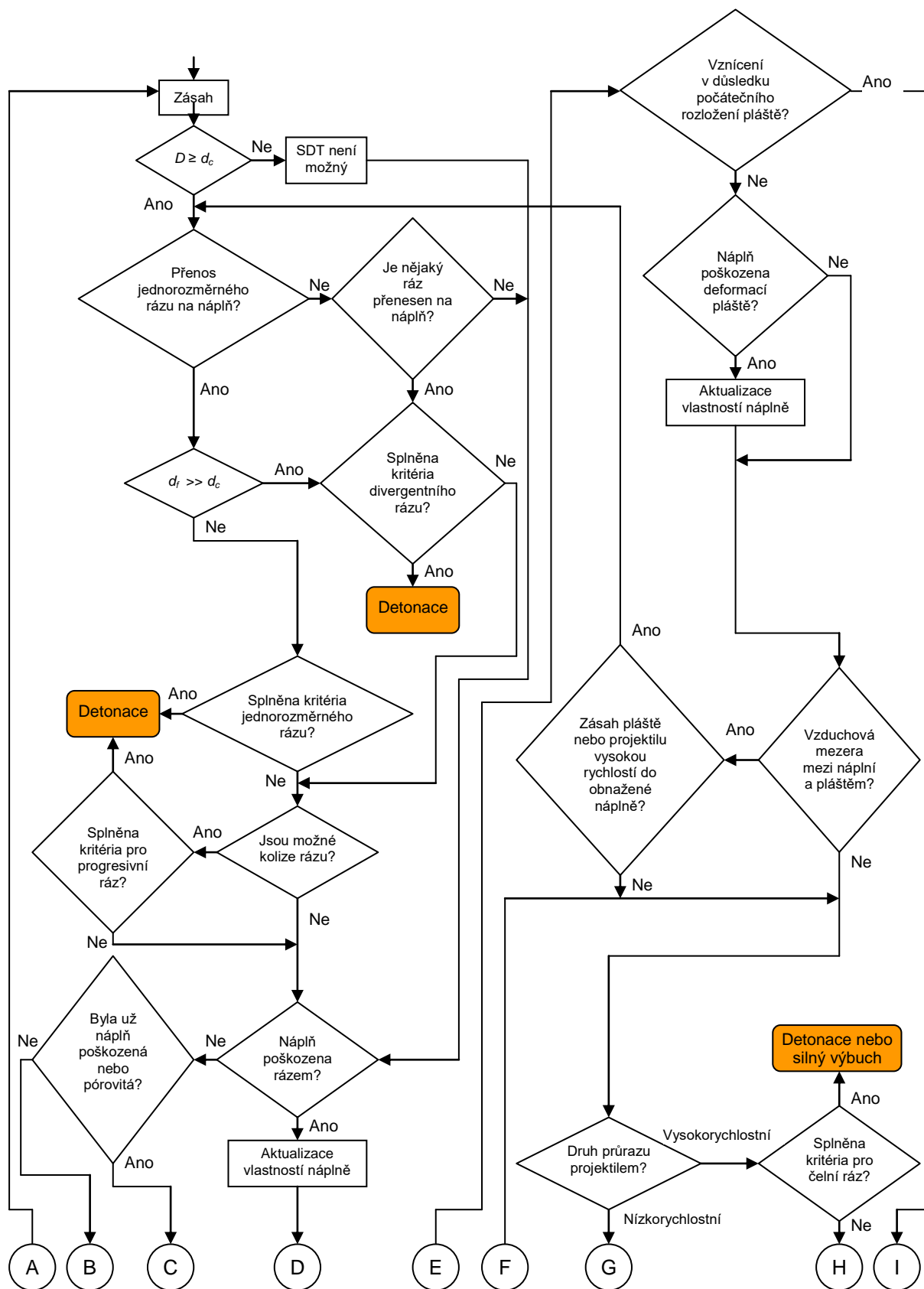
Podstata zásahu malorážovou střelou i střepinou je stejná, stejně jako mechanismy, které je nutno vzít v úvahu. Z tohoto důvodu slouží protokol (buď zjednodušený, nebo podrobný) jak pro extrémní případy, tak i pro mezilehlé podmínky, které se mohou vyskytnout. Pro obecné označení malorážové střely / střepiny se v dalším textu vesměs používá souhrnný termín „projektil“. Zjednodušený protokol je zobrazen na obrázku 3, podrobný na obrázku 4.

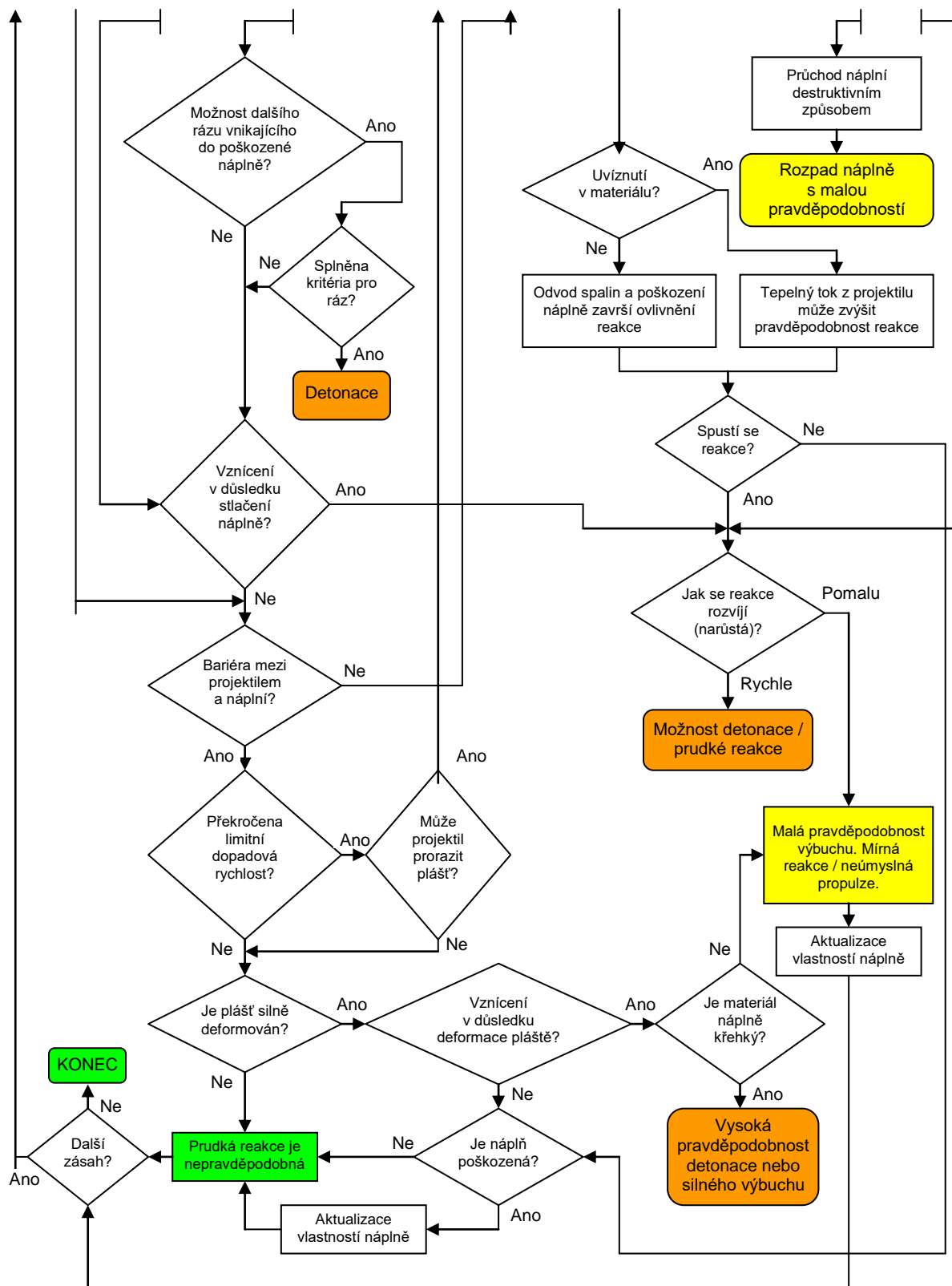
Tabulka 5 identifikuje zkoušky a nástroje, které se vztahují ke každému z rozhodovacích bodů v protokolech, a údaje o požadovaných materiálových vlastnostech potřebných pro modelování nebo předpovídání výsledků uváděných zkoušek. Tabulka 6 popisuje příklady zkoušek, které mohou být použity ke stanovení hodnot pro vlastnosti uvedené v tabulce 5. Tabulky nejsou vyčerpávající ani exkluzivní a uživatelé protokolů mají usilovat o použití nejnovějších a nejověřenějších nástrojů, které jsou jim dostupné.



OBRÁZEK 3 – Zjednodušený protokol hodnocení nebezpečí – zásah malorážovou střelou / střepinou

START





OBRÁZEK 4 – Podrobný protokol hodnocení nebezpečí – zásah malorážovou střelou / střepinou

9.1 Zjednodušený protokol pro zásah malorážovou střelou / střepinou

Zjednodušený protokol znázorněný na obrázku 3 představuje logický protokol hodnocení nebezpečí, který se souhrnně zabývá mechanismy reakcí na daný podnět. Kombinuje jednotlivé kroky a předpokládá, že za jistých daných podmínek celkový mechanismus určí reakci munice.

Při jeho aplikaci má být zohledněno následující:

- a) možnost zásahu obnaženého EM v případě, kdy je EM oddělen od stěny pláště munice nebo jestliže součástí konstrukce je centrální kanál;
- b) v tomto kontextu může být při nárazu proudu úlomků na druhou vrstvu současně s projektilem pozorován tzv. kanálový neboli Finneganův efekt;
- c) hoření EM ve vrstvách se vztahuje na možnost konvektivního hoření s velkým urychlením, ke kterému může dojít v libovolném okamžiku hoření utěsněného a zásahem poškozeného EM;
- d) u lehce poškozené munice s malou plochou pro odvod spalin musí být vzata v úvahu možnost intenzivní reakce hoření EM vytvářející dostatečný tlak pro prudké protržení svého utěsnění;
- e) jestliže se předpokládá, že produkty hoření EM budou unikat skrz otvory nebo praskliny v jinak neporušených pláštích munice, musí se vzít v úvahu možnost propulze.

9.2 Podrobný protokol pro zásah malorážovou střelou / střepinou

Podrobný protokol znázorněný na obrázku 4 se zabývá každým krokem v posloupnosti událostí vedoucích k určité reakci a zkoumá podrobnosti každého mechanismu. Základním obecným principem protokolu je existence určité hierarchie nebezpečí, které je munice při zásahu vystavena.

Prvním nebezpečím je ráz vznikající při zásahu. Jestliže dojde k přenosu rázu na náplň a jsou-li splněna kritéria pro jeho působení, dojde k okamžité a ve většině případů i prudké reakci. Neschopnost rázu iniciovat náplň pak vede k možnosti vzniku zpožděné reakce vyvolané interakcí pláště a/nebo projektilu s EM. Hlavní interakcí je mechanické působení rychle deformovaného pláště nebo průrazu projektilu na EM. Za daných okolností se jako menší nebezpečí jeví přestup tepla do náplně. Úroveň reakce na deformaci (poškození) náplně se může pohybovat od mírného hoření až po silný výbuch, a to v závislosti na množství proměnných parametrů, které jsou podrobněji diskutovány v dalším textu této kapitoly.

U vícenásobných střepin nebo střel (se spíše postupnými než současnými zásahy) je možné, že první zásah nevyvolá prudkou reakci, ale způsobí takové poškození, že výsledkem následujících zásahů již bude jiná reakce. Za těchto okolností je při předpovědi reakce na další zásah nezbytné zohlednit souhrnné poškození munice.

Postupový diagram, reprezentující protokol hodnocení nebezpečí, ukazuje výstupní efekt různých typů zásahů. Je důležité si uvědomit, že tyto výstupy mají charakter pravděpodobnosti, a ne jistoty. Např. při procesu iniciace výbušniny rázem mohou malé změny její náplňové hustoty nebo složení vést k velkým rozdílům v citlivosti na ráz.

Kromě toho se může ukázat, že mnoho oblastí protokolu nemá kvantitativně prediktivní modely. Ve své současné podobě má protokol poskytnout z velké části

kvalitativní pohled na nebezpečí vznikající při zásahu. Pokud je k dispozici kvantitativní model, má se použít s náležitou obezřetností.

V následujících článcích je k obecnému označení pláště / vložky / tlumicího prvku / bariéry použit termín „plášť“, k označení jakéhokoli EM je použit termín „náplň“ a každý kompletní systém obsahující náplň je označen jako „munice“ (včetně raketových motorů).

9.2.1 Počáteční podmínky systému

9.2.1.1 Informace o projektilu

Rozložení v prostoru a čase

U vícenásobných projektilů se musí vzít v úvahu účinky jak současných, tak postupných zásahů.

U současných zásahů je pravděpodobnost, že dva nebo více projektilů budou tak těsně u sebe, že dojde k vzájemnému zesílení jejich účinku, obvykle velmi malá. V důsledku toho je protokolem považován za první buď ten projektil, který zasáhne municí jako první v pořadí, nebo ten, který má při současném zásahu největší dopadovou plochu. Posledně zmíněné řešení vychází z pravděpodobnosti, že tento projektil předá náplni větší díl rázu a zvýší tak možnost okamžité iniciace. Jestliže takový projektil nevyvolá iniciaci rázem, pak by ji neměl vyvolat ani žádný z ostatních. Proto tedy každý ze současných zásahů může být postupně prozkoumán, zda nezpůsobil zpožděnou reakci. V prvním přiblížení bude každý zásah působit na municí s nepoškozenou náplní (pokud je to první cyklus v protokolu), ale možná plocha pro odvod spalin (viz čl. 9.2.17, 9.2.18, 9.2.20 a 9.2.34) se stanoví ze součtu všech zásahů.

Možnou výjimkou zesílení účinku je případ vícenásobných projektilů ve tvaru pásků (např. z těla letecké pumy), které současně zasáhnou municí. Některé počítačové modely ukazují zesílení rázu v důsledku zásahů v relativně velkých rozestupech. Tak se postupně zvětšuje pravděpodobnost iniciace rázem a efektivní projektil je z pohledu kritérií rázu větší než kterýkoliv jednotlivý projektil. Proto je geometrie projektilu důležitým faktorem při posuzování účinků současných zásahů.

Účinek postupných zásahů bude záviset na prodlevě mezi zásahy a na změnách polohy míst zásahů. Prodleva určí, jak velké poškození vznikne předcházejícími projektily a, pokud předchozí zásahy vytvořily neúmyslnou propulzi municí, částečně i změnu polohy místa zásahu. Šířkový rozptyl projektilů rozhodne o rozsahu poškození zasaženého materiálu (viz čl. 9.2.11, 9.2.15 a 9.2.32).

Vlastnosti projektilu

Při stanovení následné reakce hrají důležitou roli dráha a rychlost projektilu. Dráha určuje, která část municí bude zasažena, a rozhoduje tedy o mnoha geometrických faktorech diskutovaných v tomto článku a dále v čl. 9.2.3 až 9.2.7, 9.2.17 a 9.2.18. Jak sklon zásahu, tak orientace a rychlost projektilu mají velký význam pro schopnost projektilu přenést ráz na náplň a deformovat nebo prorazit plášť. Mezi další faktory patří tvar povrchu projektilu (např. určité kuželovité a nepravidelné projektily mají malou možnost vytvoření silných rázů), jeho délka a homogenita

(gradienty hustoty a soudržnost). K výpočtům rázu a pevnosti pro účely předpovědi průrazu je nutné znát Hugoniotovy hodnoty¹.

9.2.1.2 Informace o munici

Plášť

Počet a druh vrstev rozhoduje jak o přenosu rázu, tak o průrazu/deformaci. Pro všechny vrstvy mají být známy Hugoniotovy hodnoty a součinitele pevnosti společně s efektivní tloušťkou v místě zásahu. Na soustředění a amplitudu přenášených rázů mohou mít vliv zakřivení pláště a vzduchové mezery mezi vrstvami. I relativně tenké vrstvy mohou hrát důležitou roli, především při iniciaci rázem. V závislosti na Hugoniotových hodnotách projektilu, pláště a náplně je v určitých případech možné zvýšit citlivost náplně k iniciaci rázem.

Předcházející zásah může změnit Hugoniotovu hodnotu (např. změnou pórovitosti materiálu), pevnost (deformační zpevnění nebo zóny porušení) a geometrii pláště. To by mohlo ovlivnit přenos rázu i průraz/deformaci pláště. Musí se zjistit přítomnost a šířka všech vzduchových mezer mezi náplní a pláštěm. Ty mají vliv na přenos rázu (viz čl. 9.2.3 až 9.2.7, 9.2.25) a mohou ovlivnit průraz pláště (viz čl. 9.2.17 a 9.2.18) a způsob jeho porušení (viz čl. 9.2.23). Kromě toho může taková mezera umožnit fragmentům pláště nebo projektilu účinně zasáhnout obnažený EM s rostoucí pravděpodobností iniciace rázem (viz čl. 9.2.26). Při hodnocení takového zásahu by se mělo přihlídnout k materiálu pláště před projektilem (zda je v kontaktu s projektilem, jaký je nesouhlas impedancí, jakou má rychlost a tvar, jestliže se oddělí od projektilu). Pro výpočet vytvořeného rázu a následného průrazu musí být zjištěny všechny změny rychlosti, geometrie a stavové rovnice projektilu.

Náplň

Materiálové vlastnosti zahrnují Hugoniotovu hodnotu pro přenos detonace a pevnostní charakteristiky pro odolnost vůči průrazu a snadnost rozrušení náplně (důležité při určení rozvoje reakce po vznícení nevyvolaném rázem, viz čl. 9.2.34). Geometrie je významná jak pro zpožděné reakce, tak pro malé nebo tenké náplně, kde buď nejsou splněny podmínky pro přechod v detonaci (viz čl. 9.2.3 a 9.2.5), nebo odrazy od zadní stěny zvětší ráz v náplni na úroveň, při které jsou splněna kritéria pro ráz. Rozměry i uspořádání náplně jsou v tomto ohledu důležitými faktory (viz čl. 9.2.32).

Citlivost náplně odpovídá snadnosti, se kterou může být chemická reakce spuštěna (vznícení) a je důležitá u zpožděných reakcí. Citlivost k rázu (okamžitá reakce) závisí kromě druhu výbušného materiálu také na jeho pórovitosti, velikosti krystalů (hlavně u výbušnin), tloušťce stěn (u střelivin), dolním mezním průměru (může se týkat i střelivin) a okolní teplotě.

Předcházející zásah může dodatečným zvýšením pórovitosti při rozpadu náplně změnit Hugoniotovu hodnotu a zvýšit citlivost k rázu (za předpokladu, že došlo k utlumení/zániku rázu z předchozího zásahu – viz čl. 9.2.3). Pokud již byla spuštěna chemická reakce, může to mít vliv na citlivost náplně vůči dalším zásahům. Rozpad náplně by mohl vést ke vzniku dodatečných hořících povrchů umožňujících rozvoj reakce typu DDT spuštěné jedním z mechanismů, které nemají charakter rázu (viz čl. 9.2.14, 9.2.20 a 9.2.34). Pro předpověď rozpadu náplně je třeba znát

¹ COOPER, P. W. *Explosives Engineering*. Wiley-VCH Inc., 1996.

pevnostní charakteristiky v rozsahu deformačních rychlostí (deformační zpevnění, tepelné měknutí a tavení) a kritérium lomu.

Jestliže byla munice poškozena ještě před zásahem projektilem (např. pádem nebo vymrštěním tlakovou vlnou proti pevné překážce), je pravděpodobné, že k nezávažnějšímu poškození dojde u náplně (viz výše o možných důsledcích). Pokud v této fázi dojde k průrazu pláště, má to být samo o sobě považováno za zásah.

9.2.2 Dolní mezní průměr náplně

Pro uskutečnění rychlého SDT musí být průměr náplně D stejný nebo větší než dolní mezní průměr d_c energetického materiálu.

9.2.3 Iniclace jednorozměrného rázu

Ráz, který má v určitém rozsahu jednorozměrný charakter šíření, je zřejmě jedním z neúčinnějších známých iniciačních prvků EM. Reakce na takový ráz je zpravidla okamžitá a tak je při řešení iniciace rázu nutné vzít v úvahu její průběh jenom v malé části daného prostoru zásahu a ve velmi krátkém časovém úseku. Stejně tak popis materiálových vlastností je relativně prostý (Hugoniotova hodnota pro přenos energie a kinetika některých celkových chemických reakcí – to sice zdaleka není jednoduché, ale obvykle je to již pro daný soubor reakcí „vyladěné“). Proto je tato oblast ideální pro zkoušky ve zmenšeném měřítku a teoretické modelování.

Jestliže náplň už byla vystavena rázu předcházejícím zásahem, ale nebyla iniciována, pak následné rázy, přenášené do takového materiálu, narazí na sníženou citlivost k rázu. Je to proto, že první ráz uzavře malé dutiny v náplni a ponechává tak menší prostor pro tvorbu horkých jader.

9.2.4 Průměr projektilu

Je-li průměr projektilu d_f mnohem menší než dolní mezní průměr náplně d_c , okamžitá iniciace rázem se nezdaří a začnou fungovat jiné mechanismy, jako je např. čelní ráz.

9.2.5 Kritéria jednorozměrného rázu

Pro popsání hranice mezi detonační a nedetonační přeměnou existuje řada empirických vztahů. Jestliže jsou splněna daná kritéria, pak je obvyklým výstupním efektem detonace. Nicméně při zásazích obnažených výbušnin projektily kulových a některých kuželových tvarů dochází k prudkým reakcím, které však nedosahují parametrů detonace. Mez iniciace výbušnin je popsána různě prostřednictvím kritérií kritické energie (výbušniny ve formě desek, tyčí a koulí, tyčí v obalu), impulzu nebo parametru V^2D , kde V je dopadová (nárazová) rychlost a D průměr projektilu. To vše závisí na dostatečném množství přítomné výbušniny, aby vůbec mohlo dojít k přechodu v detonaci (v opačném případě dochází ke změně citlivosti k rázu).

U střelivin jsou důležitými faktory pro hodnocení kritérií rázu tloušťka stěn, dynamický tlak a dolní mezní průměr. Vhodné jsou simulace hydrokódů, které zahrnují zjednodušený popis chemické kinetiky a nárůstu horkých jader. Takové simulace musí být obvykle optimalizovány s využitím údajů z vložených měřidel nebo jsou založeny na empirických pozorováních. Obecně, pokud fungují mimo databázi příslušného modelu, mají být používány s obezřetností.

Základními měřeními pro určení citlivosti k rázu jsou zkouška s mezerou a zkouška na zásah projektilem; dolní mezní průměr se získá z výsledků klínové nebo

stupňované válečkové zkoušky namáhání. Údaj o přechodu v detonaci se získá z grafického znázornění výsledků.

9.2.6 Přenos divergentního rázu

Zjistí se oblast zásahu, ve které se jednorozměrný ráz buď vůbec nepřenáší, nebo se nepřenáší v podstatném rozsahu, ale přitom ještě dochází k okamžité iniciaci. To může být v tomto časovém měřítku vyvoláno pouze rozbíhavým rázem s vysokou úrovní – tento jev může být pozorován jenom při vysokých dopadových rychlostech.

9.2.7 Kritéria divergentního rázu

Na rozdíl od kritérií jednorozměrného rázu, kde ve většině případů po dosažení meze iniciace následuje detonace, je zde pro nalezení úrovně reakce na daný podnět vyžadováno mnohem sofistikovanější modelování průběhu reakce. Úroveň reakce je určena rovnováhou mezi šířením spouštěcí vlny a rychlostí rozvoje reakce po splnění kritérií vznícení.

9.2.8 Kolize rázu

Tam, kde počáteční ráz není postačující pro spuštění iniciace, je možné, aby v důsledku geometrie náplně došlo k pozdějšímu zesílení rázu. Může to nastat např. v následujících dvou případech:

- a) válcová náplň v masivním pouzdru, např. ocelovém. Ráz se odrazí od stěny pouzdra a soustředí se do osy náplně, tlaky se podstatně zvýší nad počáteční hodnoty a následně vyvolají zpožděnou detonaci;
- b) raketový motor, u kterého se ráz šíří náplní oběma cestami kolem středového (výtokového) otvoru motoru a srazí se v místě protilehlém původnímu místu zásahu. Opět může dojít ke vzniku podstatně zvýšených tlaků, což vede k reakcím, které nejsou způsobeny původním rázem.

9.2.9 Kritéria pro progresivní ráz

Jak je uvedeno v čl. 9.2.7, kritéria potřebná pro předpověď prudkého začátku reakce a jejího následného rozvoje jsou složitější než u interakce jednorozměrného rázu. Kolizi rázu je nezbytné simulovat pomocí hydrokódů s použitím velmi jemné sítě pro zachycení přechodných maximálních hodnot vytvořených tlaků. Opět jsou pro získání konečných úrovní reakce nutné sofistikované modely rozvoje reakce.

9.2.10 Poškození náplně rázem

Jestliže je náplň poškozena průchodem rázu, vzrůstá v důsledku dalších podnětů, jako je např. průraz projektilem, možnost následného vznícení. U následných zásahů se rovněž změní citlivost k rázu, pravděpodobně zvýšením citlivosti materiálu po počátečním rázu, který způsobil poškození náplně.

9.2.11 Aktualizace vlastností náplně

Vlastnosti energetických i inertních materiálů použitých v munici jsou v protokolu postupem času pravidelně aktualizovány, a to jak v rámci daného cyklu, tak mezi zásahy. Druhy možných změn jsou diskutovány v čl. 9.2.1, 9.2.3 a 9.2.10. Tam, kde se v postupovém diagramu nachází tento uzel, je pravděpodobné, že se změní citlivost náplně v rámci rozsahu podnětů – obvykle (ale ne vždy) se EM stává citlivějším.

9.2.12 Ráz vnikající do poškozeného materiálu

Existuje možnost vniknutí odraženého rázu nebo rázu od jiného projektilu, který zasáhl munici současně, do poškozeného materiálu náplně.

9.2.13 Kritéria iniciace poškozené náplně rázem

Vyskytují se zde podobné problémy jako v čl. 9.2.7 a 9.2.9. Důležité bude načasování vniknutí takového rázu do poškozeného materiálu, protože při zohlednění situací uvedených v čl. 9.2.12 je velmi pravděpodobné, že se poškození ještě bude měnit s časem. Proto při určení konečné reakce bude důležitá geometrie náplně a charakter zásahu.

Významná je i skutečnost, že se citlivost poškozeného materiálu rovněž bude měnit. Je to faktor, který by měl být považován za určité prediktivní kritérium.

9.2.14 Stlačení pórovité/poškozené náplně

U silně pórovitých nebo poškozených náplní existuje možnost, že tlaková vlna (odlišná od rázu) by mohla zahřátím, vznikajícím v důsledku velkého množství práce spojené se stlačením dutin a jako výsledek adiabatického ohřevu uzavřených plynů, způsobit jejich vznícení. Spíše než nutnost vytvářet ráz je v takovém případě nezbytné jen přenést napětíovou vlnu s dostatečnou amplitudou do náplně. Tímto způsobem je vznícení možné např. v případě menších projektilů, projektilů s nižší rychlostí nebo pláště se silnější stěnou. Velká plocha povrchu použitelná pro vznícení spolu s dalšími činiteli tak umožňuje rychlý rozvoj reakce (viz čl. 9.2.34).

Faktory nezbytnými pro vznik takových podmínek jsou vysoký stupeň pórovitosti (např. prachové lože) nebo poškození bez velkého rozsahu rozptýlení EM. Pro předpověď prudkého začátku chemické reakce jsou nutné odpovídající teoretické podklady; následný rozvoj reakce vyžaduje popis stavových rovnic, podle kterých se řídí pevná, pevná a plynná a samotná plynná fáze. Rovněž je potřebná znalost možných chemických reakcí a parametrů přestupu tepla.

Tento proces vede ke vzniku zpožděné reakce, která nemusí být vhodná pro zkoušky ve zmenšeném měřítku, protože časové měřítko by mohlo umožnit vznik podmínek či stavů ovlivňujících reakci munice.

9.2.15 Náplň již byla poškozená/pórovitá

Jestliže náplň již byla poškozená nebo pórovitá, je pravděpodobné, že se dynamická složka změny/růstu poškození (viz čl. 9.2.13) už dále neuplatní. Faktory citlivosti mají být stanoveny na začátku cyklu nebo v cyklu předcházejícím. Ke vznícení nepoškozeného nebo nepórovitého materiálu v důsledku kompresních mechanismů pravděpodobně nedojde.

9.2.16 Zásahy krytých náplní

U soudržných, nekrytých a slabě utěsněných EM je pravděpodobné, že taková náplň se iniciuje rázem a ničím dalším – na rozdíl od obnažené (bezobalové) náplně kryté silným utěsněním, kde byly zaznamenány jiné druhy reakcí. K zásahu projektilu do takového obnaženého EM dochází ve vozidlech nebo tam, kde je v munici mezi pláštěm a náplní vzduchová mezera (v takovém případě může projektil pocházet z ochranného pláště/pancéřování jako výtrž nebo úlomek působící ještě před hlavním projektilem).

9.2.17 Možnost průrazu daná rychlostí projektilu

V postupovém diagramu jsou možnosti průrazu nejdříve posuzovány dotazem, zda je rychlost projektilu dostatečná na to, aby umožnila jeho průchod pláštěm.

Nejjednodušším teoretickým postupem pro určení limitní dopadové rychlosti je porovnání původní energie projektilu s prací vykonanou při porušení pláště (způsoby poruch viz čl. 9.2.23) plus elastickou energií vnesenou do systému. To předpokládá znalost mechanismu poruchy (je ovlivněn tvarem projektilu), rozložení pružných napětí a průběh pevnosti (určí velikost těchto účinků) při různých rychlostech deformace pláště a projektilu. Stejně údaje (plus mechanismus poruchy projektilu) jsou rovněž potřebné pro výpočet možnosti rozpadu projektilu, který by mohl mít vliv na průraz pláště i náplně.

Tato teorie je komplikována skutečností, že ve většině muničních objektů je plášť v kontaktu s náplní. To ovlivní napěťové vlny v systému a tak pravděpodobně i způsob poruchy.

9.2.18 Možnost průrazu daná rozměry projektilu

Za předpokladu, že je splněno kritérium rychlosti, bude velikost projektilu jedním z hlavních činitelů určujících dosažení průrazu. Dalšími faktory jsou hustoty projektilu a pláště, pevnost použitých materiálů (včetně průběhu při různých rychlostech deformace) a tvar nárazové plochy projektilu. Náplň také ovlivní míru průrazu odebráním energie projektilu v průběhu jeho rozpadu a setrvačným odporem vůči průchodu projektilu. Pokud v náplni dojde ke spuštění mírné reakce, pak i to může mít vliv na průchod projektilu (prudká reakce pravděpodobně učiní toto téma akademickým).

Pro odhad řádové hodnoty lze použít Bernoulliho hloubku pronikání (průrazu), která závisí jen na druhé odmocnině poměru hustot pláště a projektilu a udává tloušťku pláště potřebnou k zastavení projektilu dané délky. Situace je však komplikována skutečností, že při nízkých rychlostech (což je případ daného režimu projektilu) je průraz závislý na pevnosti materiálu a Bernoulliho hloubka je nadhodnocenou veličinou. Plášť je často relativně tenký, z čehož vyplývá větší možnost jeho porušení (viz výše a čl. 9.2.23), a může se vzduchovými mezerami tvořit vrstvy, což obojí ovlivní průraz.

9.2.19 Vznícení náplně bez možnosti odvodu spalin

U silně utěsněných náplní znamená vznícení v důsledku deformace pláště, ale bez jeho následného průrazu, že nedostatečný odvod spalin vyvolává jen nepatrné omezení rozvoje reakce (viz čl. 9.2.34). V důsledku toho existuje vysoká pravděpodobnost prudkého výbuchu. Pro upozornění na možnost vzniku takového stavu by mělo být reálné využití zkoušek ve zmenšeném měřítku, protože ke vznícení pravděpodobně dochází v blízkosti místa zásahu. Zkoumání řady zásahů s použitím reprezentativního pláště, ale malých množství náplně, ukáže, zda při maximální deformaci pláště (ale bez průrazu) nastane vznícení. Přestože nebudou modelovány reakce na podnět, vznícení v tomto bodě indikuje možnost problému u větší náplně.

9.2.20 Možnost vznícení

Hlavním zdrojem vznícení je pravděpodobně zahřátí náplně plastickou prací. Uskutečňuje se rychlou deformací náplně, která neposkytuje čas pro rozptýlení tepla

a zahrnuje adiabatickou tvorbu smykových pásů, tvarování, stlačení a vytlačení. U munice se vzduchovou mezerou mezi pláštěm a náplní existuje i možnost vzniku horkých výtrží. Pro vznícení je rozhodující množství tepla, které mohou vytvořit výše zmíněné mechanismy, a snadnost, s níž mohou molekuly náplně využít tuto energii pro nastartování rozpadu (měřeno citlivostí náplně). Postup vznícení uvnitř náplně může být pozdržen fyzickou separací materiálu náplně, zvláště v důsledku přítomnosti trhlin, nebo šířením trhlin vytvořených zásahem.

Důležitými činiteli v tomto procesu jsou teplota okolí náplně a u střelivin (hnacích hmot) rychlost deformace ovlivňující teplotu skelného přechodu. Nicméně pro předpověď začátku chemické reakce je nezbytná obecná teorie.

9.2.21 Křehkost materiálu náplně

Rozhodujícím faktorem rozvoje reakce od okamžiku počátečního vznícení jsou mechanické vlastnosti náplně. Křehké náplně se mohou rozpadat za vzniku velkých povrchů, které podporují hoření. U kaučukovitých a lisovaných náplní se tento problém vyskytuje v menší míře.

V důsledku toho je u křehké náplně, která je poškozená deformací pláště a neexistuje u ní možnost odvodu spalin, vysoká pravděpodobnost vzniku prudké reakce.

9.2.22 Poškození náplně

Rozsah poškození náplně ovlivní její následnou citlivost k řadě podnětů (viz čl. 9.2.10).

9.2.23 Vznícení v důsledku deformace pláště

Střela prorazí plášť (viz čl. 9.2.17, 9.2.18), ale ke vznícení dojde v důsledku počáteční deformace pláště. Mechanismus vznícení je diskutován v čl. 9.2.14. Nicméně převládající mechanismus vznícení může být ovlivněn způsobem porušení pláště; ten závisí na tvaru povrchu dopadajícího projektilu a přítomnosti vzduchové mezery.

Rychlosti vznícení a rozvoje reakce (viz čl. 9.2.34) by mohly přisoudit důležitost rychlosti, se kterou projektil uvolní otvor proražený v plášti. Jestliže je otvor blokován dlouhou dobu po vznícení náplně (zvláště pokud se projektil v otvoru zastaví), špatný odvod spalin může zvýšit prudkost reakce (viz čl. 9.2.19).

9.2.24 Poškození náplně v důsledku deformace pláště

Viz čl. 9.2.22.

9.2.25 Vzduchová mezera mezi pláštěm a náplní

Velikost jakékoliv vzduchové mezery bude v určitých mezích určovat rychlost a tvar každého projektilu, který se skrz ni pohybuje. Po průrazu pláště změní projektil a všechny přidružené výtrže a úlomky (viz čl. 9.2.16) v důsledku malého odporu vzduchové mezery svoji rychlost. Tato změna zabere určitý čas jako důsledek doby potřebné pro uskutečnění všech fyzikálních procesů. Vytvořené rychlostní gradienty pak povedou k výše zmíněným změnám rychlosti i tvaru.

Malé vzduchové mezery budou mít zanedbatelný vliv na projektil, ačkoliv jejich efekt na přenos rázu do náplně by mohl být významný (podstatné zeslabení rázu). U velkých vzduchových mezer se rychlost výtrží a/nebo úlomků nakonec ustálí, ačkoliv jejich rozptylování bude pokračovat až do okamžiku zásahu náplně.

9.2.26 Zásah obnažené náplně projektilem

Po překonání vzduchové mezery zasáhne projektil (nebo části pláště, které jej předcházejí) obnaženou náplň. Jestliže je rychlost dostatečně vysoká, dojde ke vzniku rázu. To vyžaduje opětovné ověření kritérií pro ráz, které vezme v úvahu změny, které nastaly u projektilu a náplně od jejich prvního posouzení. Projektilem je v tomto případě materiál, který přijde do kontaktu s náplní jako první, a může tedy pocházet z pláště.

Rychlost, hustota, tvar a rozložení takového materiálu jsou určeny zásahem původního projektilu do pláště (viz čl. 9.2.17 a 9.2.18) a budou potřebné pro určení, zda byla splněna kritéria pro ráz.

Stejně tak je při zvažování těchto kritérií potřebné vzít v úvahu změny u náplně (např. poškození) v průběhu daného cyklu.

9.2.27 Průraz náplně projektilem

Rychlost průrazu projektilu skrz náplň určuje převažující mechanismus, prostřednictvím kterého je odstartována reakce v EM.

9.2.28 Průraz projektilem s vysokou rychlostí

V tomto případě se předpokládá, že rychlost průrazu je vyšší než rychlost zvuku v náplni a vytvoří se tak čelní ráz. Taková situace patří do protokolu pro zásah kumulativním paprskem.

Pokud však nedojde k prudké reakci, je pravděpodobné, že nastane rozsáhlý rozpad náplně – vztahují se na něj poznámky uvedené v čl. 9.2.29, a to jak z hlediska pravděpodobnosti další reakce po zásahu projektilem, tak z hlediska možnosti intenzivní reakce v důsledku rychlého rozptýlení materiálu rozpadlé náplně.

9.2.29 Rozpad náplně po zásahu vysokou rychlostí

Jestliže během velmi krátkého okamžiku nedojde k dalšímu zásahu, je pravděpodobné, že se náplň rozpadne a rozptýlí. Rozsáhlý rozpad náplně znamená pro další zásahy omezení možnosti šíření reakce velkou masou EM a tedy utlumení reakce na podnět.

Existují však tři možnosti, kdy se úroveň reakce může zvýšit:

- a) další zásah předtím, než se náplň ve velkém rozsahu rozpadne a rozptýlí. Náplň je poškozená pouze zdánlivě a zvýší se její citlivost;
- b) plášť zůstává z velké části neporušený a obsahuje většinu náplně. Materiál náplně by opět mohl být poškozen jen zdánlivě;
- c) podstatná část náplně zůstává neporušená (i když je poškozená), ale je velkou rychlostí vržena na pevnou překážku. To může v již poškozeném materiálu vyvolat ráz s odpovídajícím zvýšením citlivosti.

Ve všech výše uvedených případech závisí mnohé na okolnostech porušení munice a podmínkách, za kterých k tomu dojde.

9.2.30 Průraz projektilem s nízkou rychlostí

Rychlost průrazu je nižší než rychlost zvuku v náplni a nevytvoří se tak čelní ráz. Tlaková vlna, která může vzniknout před projektilem, není účinným mechanismem pro nastartování reakce, ledaže by náplň byla pórovitá nebo již poškozená.

9.2.31 Uvážnutí projektilu s nízkou rychlostí v náplni

Podmínky vznícení způsobeného projektilem s nízkou rychlostí jsou stejné jako v čl. 9.2.20 s dodatečnými nebezpečími v důsledku tepla vytvářeného pyroforickými projektily, běžnými projektily a jako následek dodatečného tepelného toku od rozpadajícího se projektilu.

Rovněž vniknutí do pórovitého nebo poškozeného EM může vyvolat vznik napěťové vlny před projektilem, která splňuje požadavky uvedené v čl. 9.2.14, ale musí se vzít v úvahu existence otvoru pro odvod spalin, který zmenší pravděpodobnost intenzivní reakce (viz čl. 9.2.23 pro diskusi situace, kdy projektily blokují otvory pro odvod spalin).

9.2.32 Průchod projektilu s nízkou rychlostí náplní

Nebezpečí vznícení jsou stejná jako v čl. 9.2.31, ale s menší pravděpodobností, že zdrojem bude teplo pocházející z projektilu. Dodatečným nebezpečím je možnost zmáčknutí nebo rozdrčení náplně mezi projektilem a pevnou zadní plochou. Zvýšený odvod spalin (vstupním a výstupním otvorem) může snížit úroveň reakce na podnět, a to v závislosti na čase, během kterého dochází k rozvoji reakce. U dostatečně masivního projektilu může dojít k porušení munice takovým způsobem, že pro další zásahy ještě existuje nepatrná možnost vyvolání reakce.

Existuje však možnost, že narušená (a tedy pórovitá) náplň může být citlivější ke vznícení a prudké reakci, je-li určitou rychlostí vržena proti pevnému povrchu. To se může přihodit, pokud se plášť dostatečně rozpadne nebo jestliže se v náplni (jako je raketový motor) vyskytuje dutina nebo kanál (zvláště nejsou-li opatřeny určitou formou výztuže, např. pancéřováním). Projektil procházející takovou dutinou by mohl způsobit odlomení materiálu náplně před sebou nebo rozptýlení materiálu za sebou. V obou případech by mohlo dojít k jeho vznícení rázovou vlnou vytvořenou při nárazu na vzdálenější povrch (viz čl. 9.2.14). Takový děj obvykle závisí na geometrii náplně a dráze procházejícího projektilu.

U slabě utěsněných křehkých energetických materiálů je pravděpodobné, že po jejich porušení mohou následné rázové/tlakové děje, působící na poškozený materiál, vyvolat iniciaci při nižší aktivační energii, než je tomu u nepoškozené náplně.

Rozpad energetického materiálu je v principu způsoben tahovými vlnami, které se vytvářejí na volných površích a narušují materiál náplně. Pro stanovení, zda projektil může v materiálu, který byl takovým procesem poškozen, vytvořit stlačení nebo ráz, je důležitá geometrie projektilu i náplně. Důvodem je skutečnost, že geometrie rozhodne o časovém rámci, ve kterém může k takovému narušení dojít.

Jestliže nejsou splněna kritéria pro XDT, je velmi pravděpodobné, že projektil zcela prorazí náplň, rozruší ji a následným zásahům (pokud k nim nedojde ve velmi krátkém časovém intervalu a v dostatečném vzájemném rozestupu) tak zabrání v iniciaci náplně; je však potřebné zohlednit poznámky uvedené v čl. 9.2.29, zvláště v bodě b).

9.2.33 Mez (práh) chemické reakce

Jestliže nedojde ke spuštění žádné chemické reakce, pak před zohledněním jakýchkoliv dalších zásahů je potřebné řešit jen mechanické poškození munice. Je-li chemická reakce spuštěna, úroveň reakce na podnět závisí na faktorech diskutovaných v čl. 9.2.34.

9.2.34 Rozvoj chemické reakce

Rozvoj reakce souvisí s výbušností materiálu a může končit širokou škálou reakcí na podnět od prudkého výbuchu (popřípadě detonace) až k mírnému hoření. Hlavními faktory jsou křehkost materiálu náplně (a tedy jeho schopnost při porušení snadno vytvářet velké hořící povrchy) a možnost dostatečného odvodu spalin pro snížení tlaku. Pórovitá nebo poškozená náplň plní stejnou roli jako náplň křehká (viz čl. 9.2.14). Při určení konečné reakce na podnět může být důležité rovněž množství přítomného EM, okolní teplota a konfigurace náplně (např. geometrie stěny u tuhých pohonných hmot).

Náplň, která se snadno poruší za tvorby velké plochy povrchu a má nedostatečný odvod spalin, bude pravděpodobně podléhat rychlému/trvalému rozvoji chemické reakce vedoucímu k prudkému výbuchu. Na druhé straně kaučukovitá hmota EM, která se deformuje, ale obtížně se rozpadá a má dostatečný odvod spalin, bude mít pravděpodobně pomalejší rozvoj chemické reakce (nebo rozvoj, který je záhy ukončen) končící mírnou reakcí na podnět. Při situacích mezi těmito extrémy může být dosaženo různých reakcí na podnět a pro popis rozvoje chemické reakce jsou potřebné kvantitativní teoretické postupy. Hlavní požadované faktory jsou uvedeny v čl. 9.2.14. Zkoušky ve zmenšeném měřítku nemusí být použitelné, protože důležité jsou celkové charakteristiky munice.

Projektil prorážející poškozený/pórovitý materiál zvýší možnosti vytvoření dostatečného stlačení pro rozvoj reakčního procesu vytvářejícího ráz a tedy vznik detonace – XDT. Takový proces způsobuje rychlý rozvoj chemické reakce.

9.2.35 Mírná reakce

Mírná reakce by mohla změnit stavovou rovnici náplně, její citlivost i citlivost k rázu v důsledku dalších zásahů. Rovněž může vést ke změně charakteristik průrazu u materiálu náplně a pevnosti pláště.

Neúmyslná propulze může změnit orientaci náplně a její polohu pro další zásah.

9.2.36 Další zásahy

U současných zásahů musí být vzata v úvahu možnost, že další projektil, zasahující odlišnou část munice, může vyvolat reakci vyššího stupně. To se vztahuje na mechanismy, které nemají charakter rázu. Blíže v čl. 9.2.1.1.

U následných zásahů je větší pravděpodobnost vyvolání rozsáhlejší reakce munice, protože náplň je již poškozená. Blíže v čl. 9.2.1.1.

9.2.37 Závěr

Ačkoliv bezprostřední dopady jsou malé, existuje v důsledku výskytu tlakové vlny a střepin malá pravděpodobnost vyvolání určitého stupně hoření. Při posuzování hromadné reakce v muničním skladu má být věnována pozornost skutečnosti, že zde vzniká možnost neúmyslné propulze zasažené munice.

TABULKA 5 – Příklady vhodných nástrojů a požadovaných údajů pro analýzu průběhu reakcí při zásahu projektilem

Rozhodující faktory / reakční mechanismy	Nástroje pro analýzu	Požadované charakteristiky
SDT	<p>Zkouška s mezerou. Klínová zkouška. Zkouška dolního mezního průměru. Zkouška citlivosti k nárazu. Vysokorychlostní zkouška výstřelem.</p>	<p>Vlivy na odlupování materiálu. Charakteristiky projektilu. Rázové Hugoniotovy hodnoty EM a dopadajícího předmětu. Tlak a doba trvání rázu. Grafické znázornění výsledků. Kritická energie. Závislost na konstrukčním řešení.</p>
Průraz pláště / silná deformace	<p>Mechanické vlastnosti pláště a projektilu při vysokých deformačních rychlostech. Fyzikální charakteristiky projektilu (rychlost, geometrie, hmotnost).</p>	<p>Mechanické vlastnosti pláště a projektilu. Geometrie a balistika projektilu. Limitní dopadová rychlost pro plášť. Rozpad projektilu a charakteristika vznikajících fragmentů. Závislost na konstrukčním řešení.</p>
Zásah obnaženého EM	<p>Není navržena žádná zkouška ve zmenšeném měřítku.</p>	<p>Závislost na konstrukčním řešení.</p>
Kanálový/Finneganův efekt	<p>Přechod hoření v deflagraci. Simulační zkoušky součástí. Vysokorychlostní zkouška výstřelem. Zkoušky mechanických vlastností při vysokých deformačních rychlostech. Zkouška urychlení reakce.</p>	<p>Rázové Hugoniotovy hodnoty EM a dopadajícího předmětu. Závislost na konstrukčním řešení. Závislost na poškození. Závislost na tvaru dopadajícího předmětu.</p>
Možnost odraženého rázu	<p>Zkouška citlivosti k nárazu.</p>	<p>Závislost na konstrukčním řešení.</p>

Rozhodující faktory / reakční mechanismy	Nástroje pro analýzu	Požadované charakteristiky
XDT	<p>Rázová zkouška poškozeného materiálu. Zkouška s mezerou dvojnásobným rázem. Zkoušky mechanických vlastností při vysokých deformačních rychlostech. Zkouška lomové mechaniky při vysokých deformačních rychlostech.</p>	<p>Mechanické vlastnosti při vysokých deformačních rychlostech. Lomová mechanika při vysokých deformačních rychlostech.</p>
Vznícení	<p>Diferenciální snímací kalorimetrie nebo jiná zkouška pro měření teploty vznícení. Zkouška horkou kuličkou / Zkouška vznícení vedením tepla pomocí horkého fragmentu. Zkouška citlivosti ke tření. Zkouška mechanických vlastností při příslušných deformačních rychlostech. Zkouška lomové mechaniky při příslušných deformačních rychlostech.</p>	<p>Mechanické vlastnosti při vysokých deformačních rychlostech. Lomová mechanika při vysokých deformačních rychlostech. Kinetika a termochemie rozkladu EM jako funkce teploty a tlaku.</p>
Závažné poškození materiálu	<p>Zkouška drobivosti (zkouška výstřelem). Zkouška v trubce. Hopkinsonova tyčová zkouška. Zkouška mechanických vlastností při příslušných deformačních rychlostech. Zkouška lomové mechaniky (lomová houževnatost).</p>	<p>Materiálové vlastnosti. Houževnatost při příslušných deformačních rychlostech (charakteristika lomové mechaniky). Tvorba dodatečné plochy povrchu.</p>

Rozhodující faktory / reakční mechanismy	Nástroje pro analýzu	Požadované charakteristiky
Dostatečný odvod spalin	Zkouška mechanických vlastností. Rychlost hoření (při vysokém tlaku). Vlastnosti projektilu (rychlost, geometrie, hmotnost, orientace). Zkouška v uzavřené manometrické bombě. Zkouška limitní dopadové rychlosti.	Velká závislost na konstrukčním řešení munice. Mechanické vlastnosti při vysoké deformační rychlosti. Vliv utěsnění.
Hoření ve vrstvách (normální regrese povrchu)	Rychlost hoření (vícenásobný hořák). Zkouška v uzavřené manometrické bombě. Zkoušky hoření v trubce. Zkoušky motoru ve zmenšeném měřítku.	Rychlost hoření jako funkce teploty a tlaku.
Propulze	Není navržena žádná zkouška ve zmenšeném měřítku.	Závislost na konstrukčním řešení munice.

TABULKA 6 – Příklady zkoušek, které mohou být použity k získání údajů požadovaných v tabulce 5

Požadované údaje	Vlastnosti	Prováděná zkouška	Obecná upozornění
Kinetika a termochemie fyzikálních změn nebo rozkladu EM	Pórovitost	Měření hustoty.	V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození.
	Velikost pórů	Refraktometrická srovnávací kapalina. Atomová silová mikroskopie. Skenovací elektronová mikroskopie.	
	Velikost částic	Mikrosonické metody.	
	Kvalita krystalů	Skenovací elektronová mikroskopie. Mikroskopické metody. Rentgenová difrakce. Měření hustoty.	
	Rychlost chemické reakce	Adiabatický kalorimetr. Termoanalytické metody: Diferenciální snímací kalorimetrie. Dynamická termomechanická analýza. Termomechanická analýza. Termogravimetrická analýza. Diferenční termická analýza. Dilatometrie.	

Požadované údaje	Vlastnosti	Prováděná zkouška	Obecná upozornění
Rychlost hoření	Rychlost hoření (nepoškozený a poškozený materiál)	Vícenásobný hořák. Uzavřená manometrická bomba. Hybridní kalorimetrická bomba.	V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození. Běžně se neměří. Velká závislost na charakteristice poškození.
	Drobnost: náchylnost k poškození (popraskání)	Zkouška drobnosti (zkouška výstřelem). Zkouška na zásah malorážovou střelou. Hopkinsonova tyčová zkouška. Zkouška modulu poruchy. Taylorova nárazová zkouška. Lomová houževnatost.	Praskliny. Pórovitost. Omezený průnik roztoku k povrchu.
Charakterizace poškození		Mikroskopie tenkých vrstev. Rentgenová tomografie. Uzavřená manometrická bomba (plocha povrchu). Neutronová a rentgenová difrakce. Měření teplotní roztažnosti.	

Požadované údaje	Vlastnosti	Prováděná zkouška	Obecná upozornění
Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti jednotlivých inertních součástí munice		<p>Měření teplotní roztažnosti. Termoanalytické metody: Diferenciální snímací kalorimetrie. Dynamická termomechanická analýza. Termomechanická analýza. Termogravimetrická analýza. Diferenční termická analýza. Analýza mechanických vlastností: Zkouška namáhání v jednoosém tahu/tlaku (nízké deformační rychlosti). Servohydraulická mechanická zkouška (při rychlostech od 1 s^{-1} do 500 s^{-1}). Hopkinsonova tyčová zkouška (při rychlostech od 100 s^{-1} do $10\,000 \text{ s}^{-1}$).</p>	<p>V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození.</p>
Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti EM munice		<p>Stejně jako v bodě Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti jednotlivých inertních součástí munice. Zkoušky fyzikálních vlastností dle ČOS 137601 nebo AOP-7.</p>	<p>V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození.</p>

Požadované údaje	Vlastnosti	Prováděná zkouška	Obecná upozornění
Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti sestavy a balení munice.		Stejně jako v bodě Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti jednotlivých inertních součástí munice. Pevnost spoje (soudržnost) součástí: Zkoušky mechanických vlastností dle ČOS 137601 nebo AOP-7. Zkouška snášenlivosti v prostředí typickém pro zkoušky necitlivé munice.	V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození.
Podrobné konstrukční řešení munice		Soubor technických údajů (technické podmínky). Rengenografie. Rozebrání munice.	Geometrie a rozměry. Náplňová hustota. Vnější utěsnění (uzavření). Plynotěsnost. Volný objem. Typ pláště.

10 Hodnocení sympatetické reakce

Základním účelem protokolů, především pak podrobných, pro sympatetickou reakci (SR) je určit fyzikální a chemickou podstatu dějů, identifikovat důležité kontrolní parametry a jevy a odhalit závažné mezery v údajích. Nejsou to však nástroje, které by se mohly použít pro předpověď výsledků nebo nahrazení zkoušek. Vyskytuje se zde ještě množství otázek, mezer v údajích i ve znalosti probíhajících procesů.

Protokoly pro SR jsou založeny na myšlence, že munice (tzv. akceptorová munice nebo akceptor, viz ČOS 130006) je při výbušné přeměně (obvykle detonaci) další munice v okolí (tzv. donorové munice nebo donoru) vystavena určité hierarchii nebezpečí. Počáteční nebezpečí – ráz vznikající při zásahu munice střepinami nebo rázovou vlnou – může při splnění kritérií pro ráz vést k okamžité a prudké reakci na podnět. Pokud nejsou kritéria splněna, může dojít ke zpožděné reakci způsobené interakcemi mezi pláštěm munice a EM. Protokoly vedou uživatele takovými sledy nebezpečí a pravděpodobných výstupních efektů.

Pro zjednodušení tvorby protokolu byla celá problematika SR rozčleněna do tří kategorií:

- a) jednotlivý donor a jednotlivý akceptor;
- b) jednotlivý donor a vícenásobný akceptor;
- c) vícenásobný donor a vícenásobný akceptor.

Pro analýzu je nejjednodušší kombinace jednotlivého donoru i akceptoru. Ta byla v závislosti na přítomnosti tlumicí přepážky mezi donorem a akceptorem dále rozdělena do dvou variant.

V případě jednotlivého donoru a vícenásobného akceptoru může být donor obklopen akceptorovou municí a případně i nějakým dalším uzavřením. Výsledné účinky této konfigurace se mohou značně lišit od účinků v případě jednotlivého donoru i akceptoru.

U konfigurace vícenásobného donoru i akceptoru řeší protokoly pro SR potenciál šíření detonace jedné skupiny munice na druhou. Při tom berou v úvahu výstupy z jednodušších scénářů, přidávají nové body a v případě potřeby se vrací zpět k protokolu pro případ jednotlivého donoru a vícenásobného akceptoru.

Tabulka 7 identifikuje zkoušky a nástroje, které se vztahují ke každému z rozhodovacích bodů v protokolech, a údaje o požadovaných materiálových vlastnostech potřebných pro modelování nebo předpovídání výsledků uváděných zkoušek. Tabulka 8 popisuje příklady zkoušek, které mohou být použity ke stanovení hodnot pro vlastnosti uvedené v tabulce 7. Tabulky nejsou vyčerpávající ani exkluzivní a uživatelé protokolů mají usilovat o použití nejnovějších a nejověřenějších nástrojů, které jsou jim dostupné.

10.1 Zjednodušený protokol pro sympatetickou reakci

Zjednodušený protokol znázorněný na obrázku 5 představuje logický protokol hodnocení nebezpečí, který se souhrnně zabývá mechanismy reakcí na daný podnět. Kombinuje jednotlivé kroky a předpokládá, že za jistých daných podmínek celkový mechanismus určí reakci munice.

Při jeho aplikaci mají být vzaty v úvahu následující zásady:

- a) rozhodovací proces nepočítá s jinými reakcemi než s těmi, které byly vyvolány prostřednictvím SDT. V případech, kdy existuje významná možnost XDT nebo DDT (zejména u trhavin na bázi tritolu a střelivin schopných detonace) a nedojde dříve k SDT, musí být tato možnost zohledněna. Při současném stupni poznání nelze vznik XDT a DDT předpovědět, i když je známo, že u PBX je mnohem méně pravděpodobný než u jiných výbušnin;
- b) je-li okolní munice zasažena expandujícím pláštěm donoru (se zeslabujícím účinkem tlumicích přepážek a balení nebo bez něho), mohou být výsledky předpovězeny za použití hydrokódů s vhodným modelem reaktivity EM;
- c) pro zjištění střepinového účinku donoru mohou být využity výsledky arénové zkoušky;
- d) možnost reakce akceptorové munice v důsledku sekundárních nárazů (na povrch terénu nebo okolní objekty) po reakci donoru se nebere v úvahu. Takové reakce mohou být velmi závažné, ale jsou ve velké míře závislé na okolních podmínkách a do stávajících zkušebních metod nejsou zapracovány.

10.2 Podrobné protokoly pro sympatetickou reakci

Podrobné protokoly, znázorněné na obrázcích 6 až 9, se zabývají každým krokem v posloupnosti událostí vedoucích k určité reakci a zkoumají podrobnosti každého mechanismu. Protože k SR může dojít při několika konfiguracích munice, byla celá problematika SR rozčleněna do tří oblastí (viz úvodní část kapitoly 10).

10.3 Problematika hodnocení účinků sympatetické reakce

10.3.1 Obecná specifikace

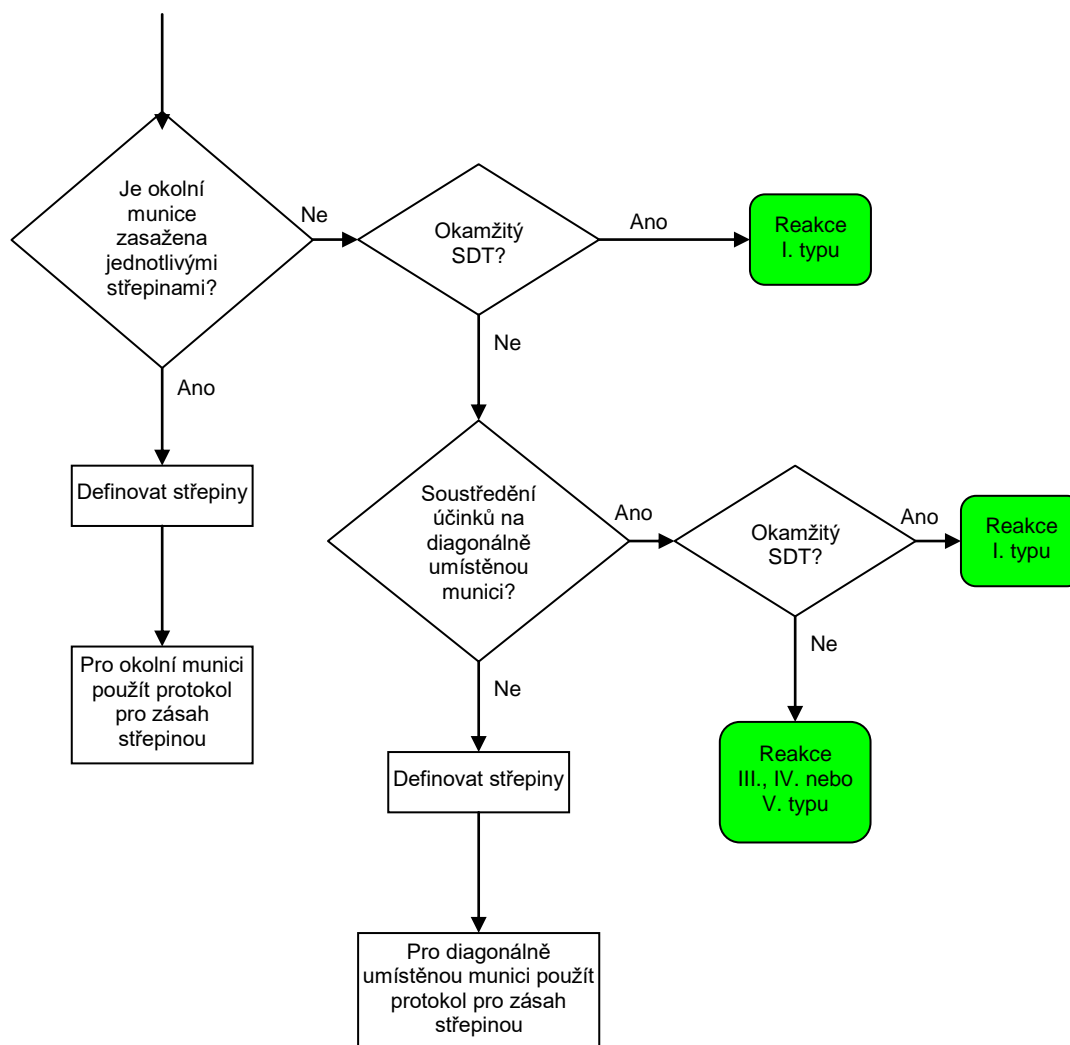
Pro zjednodušení úlohy byla problematika SR rozčleněna do tří kategorií, jak je znázorněno na obrázku 6 a popsáno níže.

Zkoušky jednotlivý donor – jednotlivý akceptor. Jedná se o nejjednodušší případ pro analýzu. Dělí se dále na dvě varianty s tlumicí přepážkou mezi donorem a akceptorem a bez ní. Přítomnost tlumicí přepážky může zásadním způsobem změnit některé fyzikální charakteristiky probíhajících dějů.

Zkoušky jednotlivý donor – vícenásobný akceptor (s uzavřením nebo bez něho). V této kategorii existuje pouze jeden donor, který může být obklopen větším počtem akceptorové munice a případně i dalším uzavřením, jako je např. stěna skladištního oddělení. Při takové konfiguraci okolí donorové munice se fyzikální podstata dějů může významným způsobem lišit od situace s jednotlivým akceptorem.

Zkoušky vícenásobný donor – vícenásobný akceptor. V tomto případě detonuje více kusů donorové munice a cílem je zabránit šíření detonace na druhou skupinu munice. Řešená problematika je zde složitější, protože takové uspořádání v sobě vždy zahrnuje i výše zmíněné nižší kategorie uspořádání, takže protokoly se zpětně odkazují na protokoly pro tyto nižší kategorie.

START



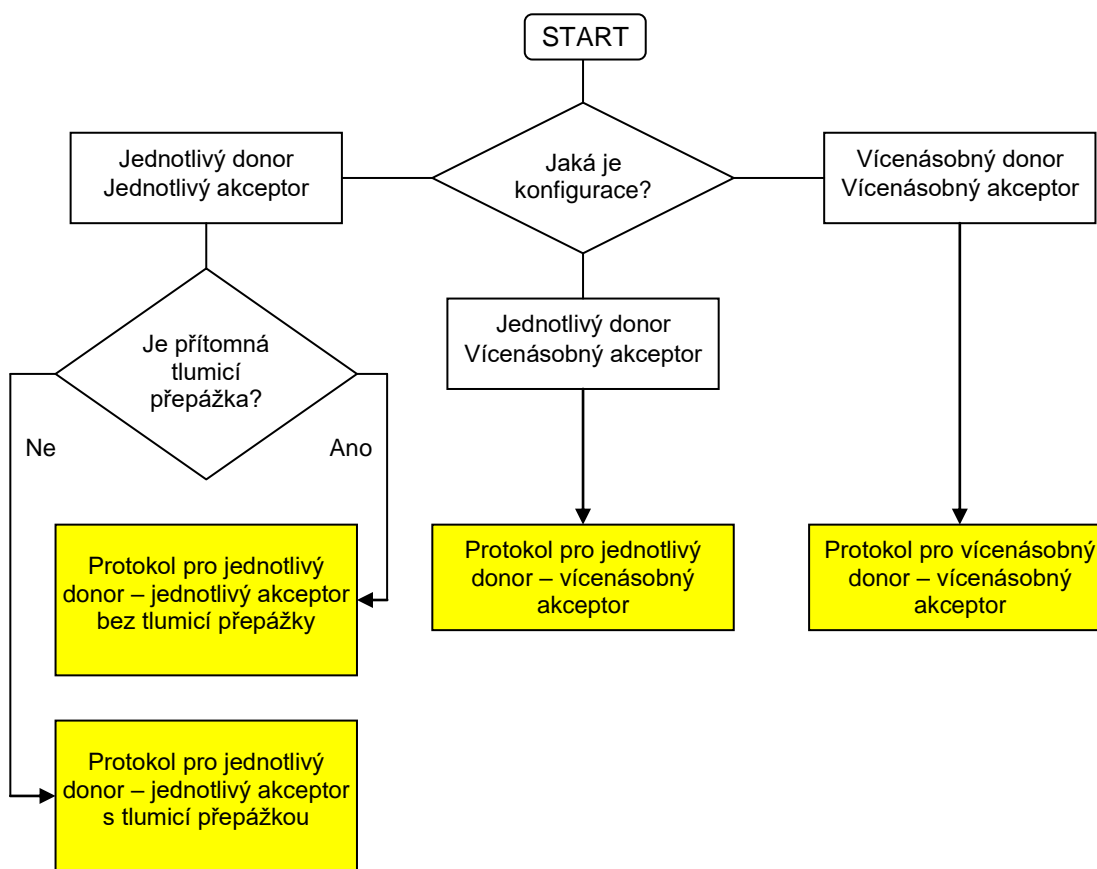
OBRÁZEK 5 – Zjednodušený protokol hodnocení nebezpečí – sympatetická reakce

10.3.2 Zkoušky jednotlivý donor – jednotlivý akceptor

Protokol pro případ jednotlivý donor – jednotlivý akceptor bez tlumicí přepážky je znázorněn na obrázku 7. Zabývá se zkouškami, při kterých se mezi donorem a akceptorem nenachází nic kromě vzduchu. Fyzikální charakteristiky děje se mohou měnit s měnící se odstupovou vzdáleností mezi municí. Protokol se tudíž rozděluje do tří větví popsanych v následujících člancích.

10.3.2.1 Velká mezera mezi donorem a akceptorem

V daném případě platí, že vzdálenost mezi municí je větší než přibližně dva její průměry. Na akceptor působí jednotlivé střepiny z donoru a situace je relativně jednoduchá (přinejmenším z hlediska zápisu protokolu). Obecně se problém redukuje na zásah střepinou a ten je řešen samostatným protokolem. V ojedinělých případech může být mechanismem podnětu vzdušná rázová vlna, ale to je neúčinný iniciační zdroj a zpravidla může být za daných okolností zanedbán. Citlivé výbušniny, které jsou buď neutěsněné, nebo slabě utěsněné materiálem s hustotou menší, než je hustota výbušniny, mohou být výjimkou; tato situace však není do diagramu protokolu zahrnuta.



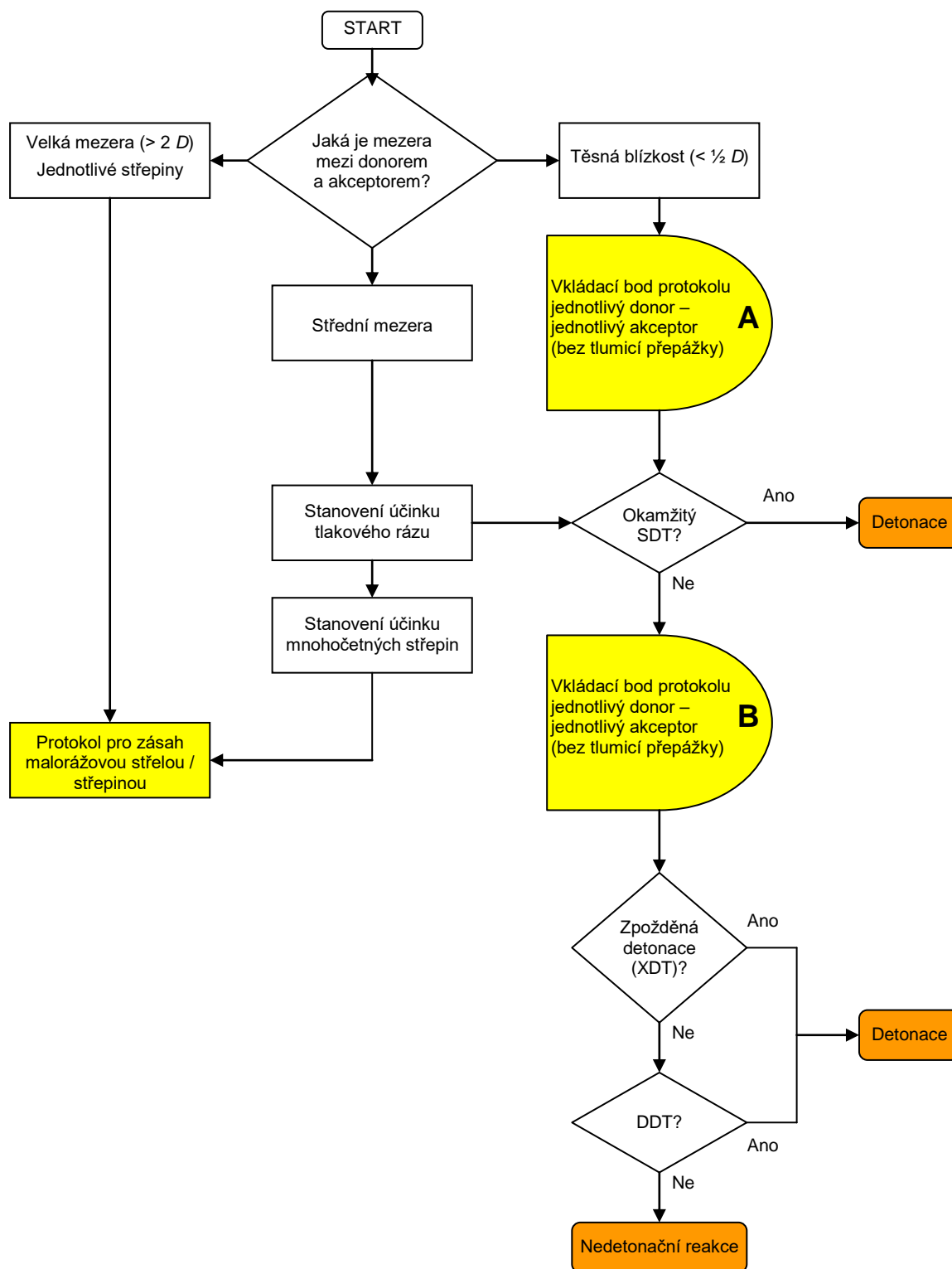
OBRÁZEK 6 – Obecná specifikace problematiky

10.3.2.2 Donor a akceptor v těsné blízkosti

V tomto případě je vzdálenost mezi municí menší než přibližně polovina jejího průměru. Expandující plášť z donoru buď zasáhne akceptor dříve než střepiny, nebo jej zasáhne ve formě množství střepin s malou vzájemnou roztečí, které působí jako nějaká zakřivená deska. V obecné rovině se mohou vyskytnout dva níže popsané typy iniciačních procesů.

Iniciace rázem

Nejobvyklejším a nejpravděpodobnějším mechanismem je v dané situaci iniciace rázem v důsledku zásahu deskou letící vysokou rychlostí. Rychlost expandujícího pláště a hodnoty tlaku vytvořené rázem v akceptoru mohou být vypočítány poměrně snadno. U velmi malých mezer mezi municí tyto veličiny rostou se vzdáleností. Mohou se zde tedy vyskytnout dvě kritické hranice odstupových vzdáleností, spodní a horní mezní hodnota, vně kterých nedochází k šíření výbuchové přeměny. Reakce akceptoru na podnět může být vypočítána z hodnot tlaku a času nebo přesněji pomocí různých modelů iniciace rázem.



D průměr munice

OBRÁZEK 7 – Protokol jednotlivý donor – jednotlivý akceptor (bez tlumicí přepážky)

Mechanismy, které nemají charakter rázu

Tyto mechanismy zahrnují různé procesy podobající se DDT nebo XDT, které mohou způsobit iniciaci jiným způsobem než prostým SDT. Při konfiguraci jednotlivý donor – jednotlivý akceptor bez tlumicí přepážky mohou být mnohem méně pravděpodobnější než v dalších situacích, ale nemohou být ignorovány. V protokolu jsou mechanismy, které nemají charakter rázu, dále rozděleny následovně:

- a) Iniciace opětovným stlačením. Je popsána řada energetických materiálů, které lze iniciovat jejich opětovným stlačením; proces je často označován jako XDT. Počáteční ráz zřejmě poškodí materiál (a případně i zažehne) bez toho, že by jej přivedl k detonaci. Následné stlačení iniciuje detonaci nebo munice může být akceptorem zasaženým nějakým jiným předmětem. Modely tohoto procesu jsou však pouze na začátku svého vývoje a jeho poznání je nedostatečné.
- b) Přechod deflagrace v detonaci (DDT). DDT obvykle není pozorován u trhavin s normální (menší než 3%) mírou pórovitosti. Při zkouškách na sympatetickou reakci však může dojít ke značnému poškození náplně akceptorové munice a jestliže na povrchu velkého množství prasklin dojde ke vznícení výbušniny, přičemž utěsnění zůstane neporušené, povede to ke zvýšení pravděpodobnosti vzniku DDT. Rovněž tento proces ještě není dostatečně prozkoumán a popsán.
- c) Sekundární nárazy. Jestliže akceptorová munice ihned nedetonuje, může být vržena proti nějakému blízkému objektu a detonovat (obdobně jako u XDT). Tento mechanismus je pravděpodobnější u konfigurace vícenásobný donor – vícenásobný akceptor, ale je zahrnut zde, protože protokoly vícenásobný donor – vícenásobný akceptor a jednotlivý donor – vícenásobný akceptor se zpětně odkazují na protokol znázorněný na obrázku 7.
- d) Tlakový ráz. U munice opatřené pláštěm není v její těsné blízkosti zásah akceptoru vzdušnou rázovou vlnou oddělen od zásahu pláštěm donoru. Proto ani není v diagramu protokolu uveden jako samostatný uzel. Přesto však mohou mít produkty výbuchu významný dopad na průběh závislosti tlak–čas v akceptorové munici a mohou ovlivnit všechny výše uvedené mechanismy. Pokud je plášť obklopující výbušninu zhotoven z materiálu s malou hustotou (např. z plastu), produkty výbuchu mohou v procesu dominovat.

10.3.2.3 Střední mezera mezi donorem a akceptorem

V tomto případě lze střepiny označit jako vzájemně oddělené, ale jejich zásahy mohou být tak dostatečně blízko sebe, že působí svým synergickým účinkem. Střepiny mají typicky tvar dlouhých pásků, které jsou vzájemně v těsné blízkosti. Plynné produkty unikají mezi těmito pásky a vzdušná rázová vlna (produkty výbuchu) se tak může dostat před střepiny a tedy mít významný vliv na výsledky zkoušky. Vzdušná rázová vlna může předem stlačit a urychlit akceptor, takže se stane méně citlivým k zásahu střepinami, nebo by mohla akceptor poškodit a učinit jej citlivějším vůči střepinám. Tento efekt může být zvláště významný, jestliže akceptor má velkou vnitřní dutinu (např. raketový motor), která umožňuje rozsáhlou tvorbu prasklin. Další komplikací je, že střepiny mohou být poměrně blízko na to, aby došlo k zesilujícímu účinku rázů od sousedních zásahů. Po zhodnocení účinků vzdušné rázové vlny a mnohočetných střepin se diagram protokolu odkazuje na protokol pro zásah malorážovou střelou / střepinou. Je však nutno poznamenat, že všechny jevy, uvažované u munice ve vzájemné těsné blízkosti, mohou působit i zde (a jsou zohledněny v protokolu pro zásah malorážovou střelou / střepinou).

10.3.3 Zkoušky jednotlivý donor – jednotlivý akceptor s tlumicí přepážkou

Přítomnost tlumicí přepážky mezi donorem a akceptorem může podstatným způsobem změnit fyzikální procesy při experimentu a dokonce i tenké přepážky mohou potlačit sympatetickou detonaci. Diagram protokolu, znázorněný na obrázku 8, nejdříve zjišťuje, zda je tlumicí přepážka reaktivní. Takové přepážky (zpravidla náplně střelivin či tuhých pohonných hmot) byly úspěšně použity k utlumení sympatetické detonace, ale nejsou účinné ve všech případech. Po vyřešení první otázky se protokol dělí do tří větví, které se zabývají rozdílnými konfiguracemi tlumicích přepážek. Rozdělení je poněkud umělé a existují mezilehlé případy, ale každá z použitých konfigurací obsahuje specifické problémy.

10.3.3.1 Tlumicí přepážka vyplňuje prostor mezi donorem a akceptorem

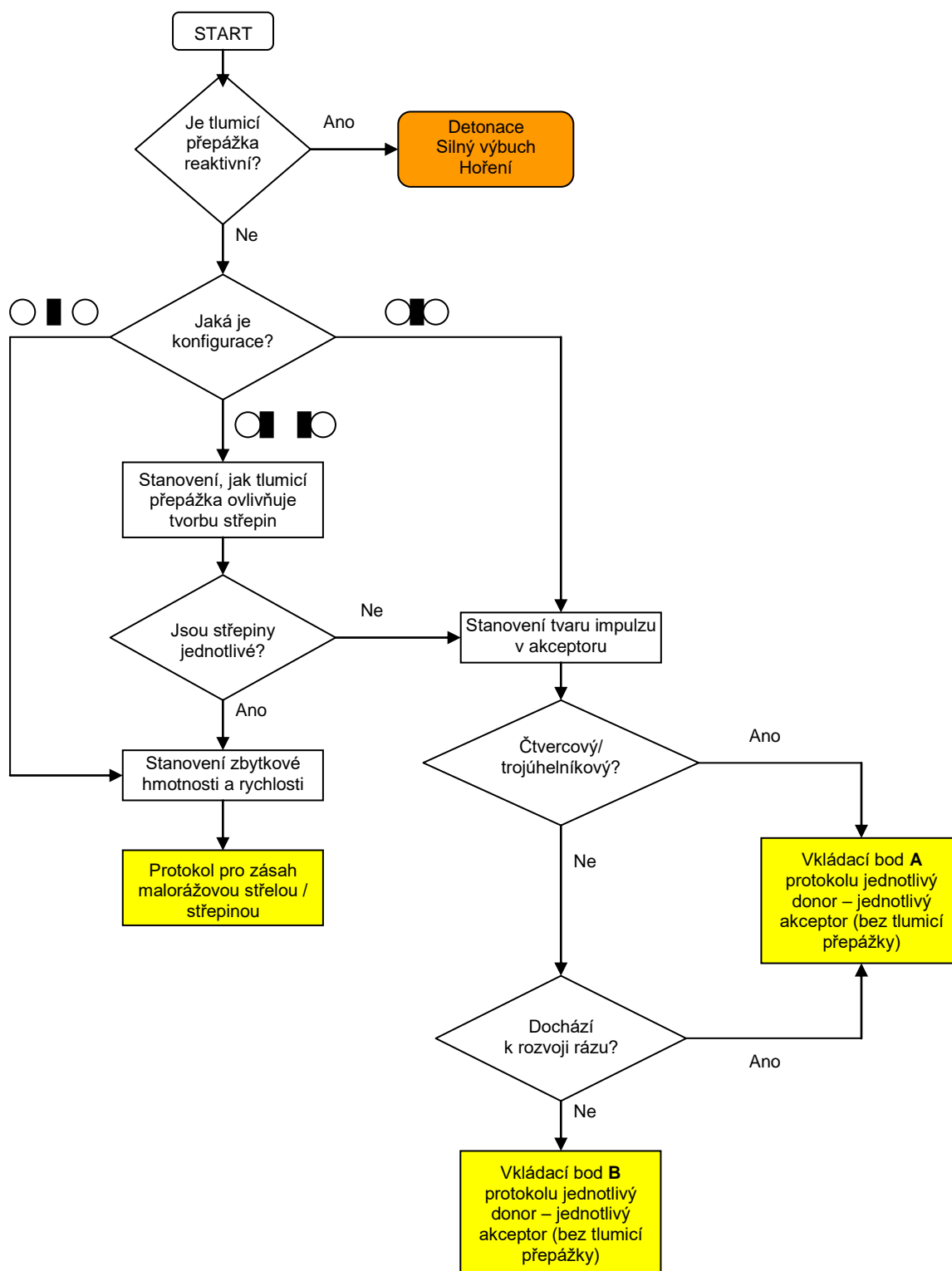
V tomto případě mohou i poměrně malé tlumicí přepážky potlačit sympatetickou detonaci. Nejlépe fungují, když úplně vyplní prostor mezi municí, protože brání plášti dosáhnout maximální rychlost. Takové přepážky zcela mění profil tlak–čas v akceptoru, poněvadž snižují hodnotu maximálního tlaku a roztahují tlakový impuls, takže akceptor je vystaven spíše rostoucímu stlačení než skutečnému rázu. Oba efekty mají silný vliv na iniciaci rázu.

Efekt sníženého tlaku lze popsat pomocí existujících empirických pravidel a modelů. Obtížnější to je u nárůstu času, u kterého zatím neexistují žádné postupy pro kvantitativní hodnocení jevu a který ovlivňuje tvorbu horkých jader v EM.

Protokol se s naznačenými problémy vypořádává tak, že se nejdříve dotazuje na tvar impulsu. Pak zjišťuje, zda má vlna dostatečně mírný nárůst, aby byla potlačena tvorba horkých jader. To je bohužel otázka, na kterou lze odpovědět jen prostřednictvím experimentu, a i tak může být interpretace výsledků obtížná. Pokud je odpověď kladná, protokol předpokládá, že tlaková vlna je ekvivalentní rázu a odkazuje na protokol jednotlivý donor – jednotlivý akceptor (bez tlumicí přepážky), vkladací bod A. Při záporné odpovědi se zjišťuje, zda se impuls v trhavině dále rozvíjí. Při kladné odpovědi na tuto otázku se předpokládá, že impuls působí jako ráz a protokol se opět odkazuje na protokol jednotlivý donor – jednotlivý akceptor (bez tlumicí přepážky), vkladací bod A. Při záporné odpovědi se má za to, že k iniciaci rázem nedojde, ale stále jsou možné všechny ostatní mechanismy uvažované v protokolu jednotlivý donor – jednotlivý akceptor (bez tlumicí přepážky), a tak se předmětný protokol odkazuje na protokol jednotlivý donor – jednotlivý akceptor (bez tlumicí přepážky), vkladací bod B. Protože tlumicí přepážky snižují pravděpodobnost iniciace rázem, jsou výše zmíněné mechanismy nemající charakter rázu pravděpodobně důležitější v případě přítomnosti tlumicí přepážky než při její nepřítomnosti.

10.3.3.2 Tlumicí přepážka oddělená od donoru i akceptoru vzduchovou mezerou

U této varianty se střepiny z donorové munice tvoří normálním způsobem. Tlumicí přepážka snižuje jejich rychlost a hmotnost a některé mohou být odchýleny stranou, takže nezasáhnou akceptor. Situace však může být řešena použitím protokolu pro zásah malorázovou střelou / střepinou.



OBRÁZEK 8 – Protokol jednotlivý donor – jednotlivý akceptor (s tlumicí přepážkou)

10.3.3.3 Tlumičí přepážka v kontaktu s donorem i akceptorem, mezi nimi vzduchová mezera

V tomto případě může přítomnost tlumičí přepážky ovlivnit tvorbu střepin u donorové munice. Ve srovnání s konfigurací bez tlumičí přepážky může být velikost a rychlost střepin rozdílná (pravděpodobně budou větší a pomalejší). Když pozměněné střepiny narazí do akceptoru, přepážka utlumí ráz v důsledku zásahu a zmenší možnost jeho iniciace. Tento jev je řešen v protokolu jednotlivý donor – jednotlivý akceptor (bez tlumičí přepážky), na který jsou zde (obrázek 8) uvedeny odkazy.

10.3.4 Zkoušky jednotlivý donor – vícenásobný akceptor

Tato kategorie zahrnuje případ, kdy detonuje jeden kus v hranici s municí nebo ve skladištním oddělení, kde je munice uložena. Vztahují se na něj všechny faktory diskutované u protokolu jednotlivý donor – jednotlivý akceptor, ale je nezbytné vzít v úvahu i další činitele. Skutečnost, že určitá munice (s tlumičí přepážkou nebo bez ní) obstojí při zkoušce konfigurace jednotlivý donor – jednotlivý akceptor, ještě neznamená, že nebude sympateticky detonovat v hranici nebo v uzavřeném prostoru skladištního oddělení. Protokol pro situaci jednotlivý donor – vícenásobný akceptor je znázorněný na obrázku 9.

10.3.4.1 Soustředění účinků střepin (diagonální efekt)

Při postupu z podmínek zkoušek jednotlivý donor – jednotlivý akceptor do konfigurace vyššího stupně (s vícenásobným akceptorem) se musí vzít v úvahu soustředění účinků střepin.

10.3.4.2 Následné zásahy (nárazy)

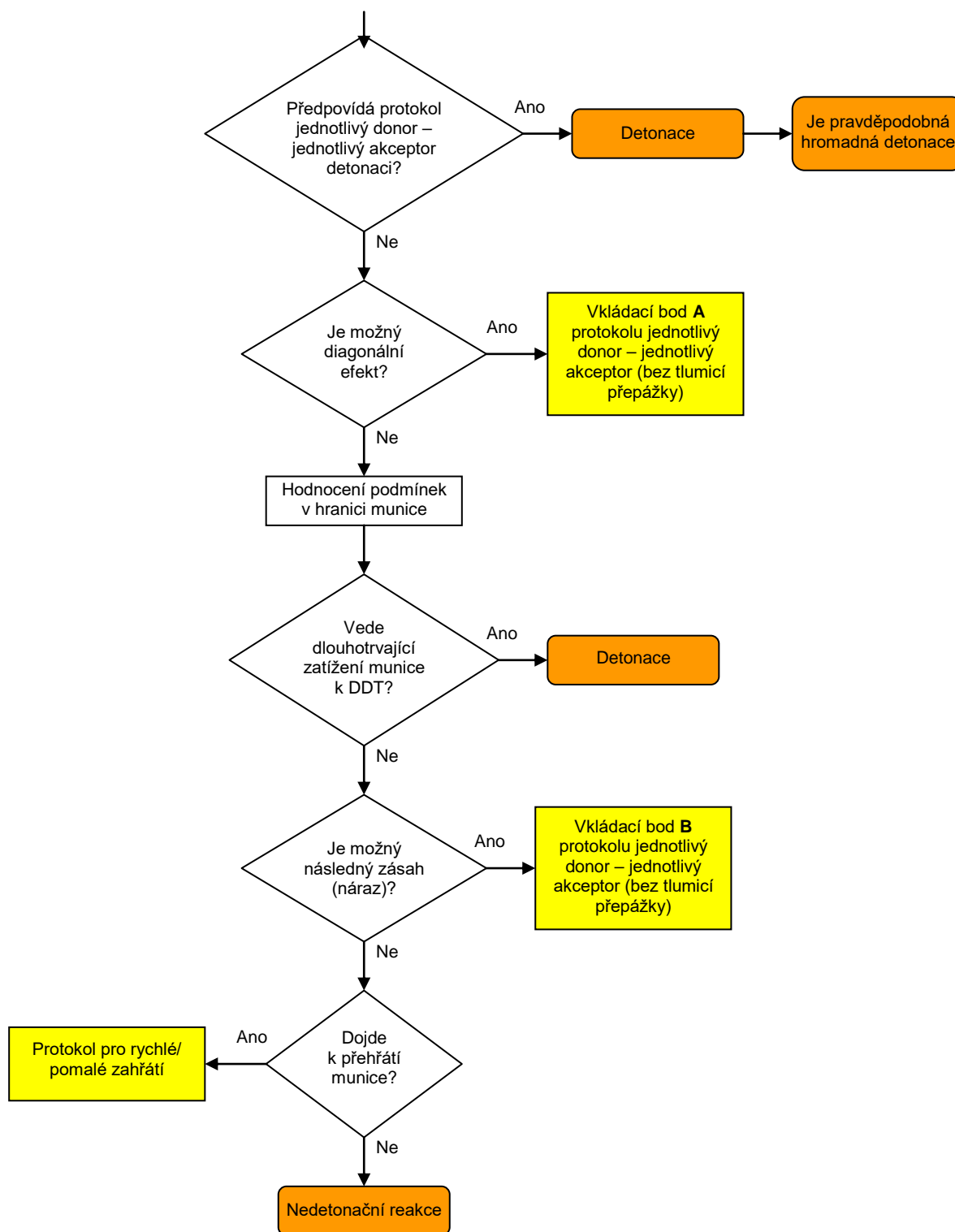
U těchto typů reakcí existuje řada možností pro iniciaci akceptorové munice opětovným stlačením (XDT). Ta může být poškozena impulzem od donoru a následně při nárazu do sousední munice nebo do stěny skladištního oddělení může dojít k jejímu opětovnému stlačení. Případně k němu může dojít v důsledku reakce nižšího řádu (nedetonační) jiné akceptorové munice. Po vystavení vícenásobnému rázu může pak munice detonovat.

10.3.4.3 Dlouhotrvající zatížení munice (vliv parametrů uzavření a větrání skladištního oddělení)

Zkouškami ve skladištních odděleních bylo prokázáno, že pevnost (odolnost) stavebního provedení, velikost a umístění větracích otvorů a přítomnost prachových náplní pro hlavňové zbraně mohou mít vliv na šíření detonace mezi municí s náplní trhaviny. Dále bylo zjištěno, že při výskytu reakcí, které jsou zpožděny řádově od stovek mikrosekund až do několika milisekund, dochází k selhání přenosu detonace – tyto časové intervaly jsou pro iniciaci rázem příliš dlouhé.

Uvedené procesy dosud nejsou dostatečně popsány a objasněny. Může docházet k současnému působení více podnětů. I když munice, která je v hranici nejbližší k donoru, okamžitě nedetonuje, dojde k její deformaci (stlačení), poškození a případně i roztržení. Rozdrčený a poškozený materiál může hořet, přičemž rychlost hoření je určena hodnotou tlaku a velikostí plochy povrchu vzniklé poškozením. Uzavření skladištního oddělení udržuje vysoký tlak a zvyšuje rychlost hoření. Obdobný vliv má i přítomnost střelivin (i když samy nedetonují). Všechny tyto faktory mohou usnadnit DDT.

START



OBRÁZEK 9 – Protokol jednotlivý donor – vícenásobný akceptor

10.3.4.4 Přehřátí

Pokud munice okamžitě nedetonuje, může být vystavena ohni. Nastane-li v důsledku přehřátí její detonace, může následně dojít k sympatetické reakci (detonaci), protože aktuální stav hranice s municí byl následkem předcházejících událostí podstatně změněn.

10.3.4.5 Hromadná reakce nebo šíření na několik akceptorů

Jestliže v bezprostředním sousedství munice v hranici nastane okamžitá sympatetická detonace, nemusí vždy dojít k jejímu šíření skrz celou hranici s municí. V dalších případech se musí posoudit, zda okolnosti způsobující sympatetickou detonaci jsou charakteristické pro několik kusů munice v hranici a zda dojde k dalšímu šíření.

10.3.5 Zkoušky vícenásobný donor – vícenásobný akceptor

Tato kategorie zahrnuje případy, kdy detonuje celá hranice s donorovou municí a cílem je zjistit, zda dojde k detonaci sousední hranice s akceptorovou municí. Opět se na ně vztahují všechny faktory diskutované u protokolů pro jednodušší konfigurace, ale je nezbytné vzít v úvahu i další činitele. Příslušný protokol je znázorněn na obrázku 10.

10.3.5.1 Změna velikosti, rychlosti a prostorového rozložení střepin

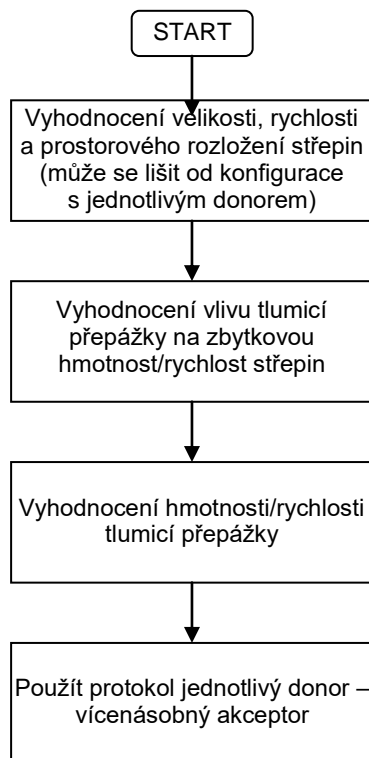
Při detonaci celé hranice s municí se může rychlost, velikost a prostorové rozložení střepin podstatně lišit od situace s jednotlivým donorem. Při detonaci dvou sousedních kusů munice mezi nimi vzniká interakční oblast, která vytváří soustředěný proud střepin s rychlostí značně převyšující rychlost střepin z jednotlivého donoru. V těchto směrech je rovněž zvýšený počet střepin. Při iniciaci souboru donorové munice „přirozeným způsobem“ (jeden kus je iniciován reakcí obsaženého EM a zbytek pak sympatetickou detonací) v porovnání s detonací jednotlivé munice dochází ke změně způsobu tvorby střepin a vznikají velké střepiny vymrštěné do určitých směrů. Proud střepin z interakčních oblastí představuje pravděpodobně nejhorší případ pro sympatetickou detonaci, ale v některých situacích může být důležitý i účinek samotných velkých střepin.

10.3.5.2 Náraz tlumicí přepážky na akceptorovou municí

Tlumicí přepážka, pokud je použita, může být se značnou rychlostí vržena na akceptorovou municí a způsobit její iniciaci, a to rázem nebo silnou deformací (stlačením).

10.3.5.3 Účinek dlouhotrvajícího podnětu

Tento efekt byl již diskutován u protokolu jednotlivý donor – vícenásobný akceptor, ale může být zvláště významný při daných zkouškách ve skutečném měřítku.



OBRÁZEK 10 – Protokol vícenásobný donor – vícenásobný akceptor

TABULKA 7 – Příklady vhodných nástrojů a požadovaných údajů pro analýzu průběhu reakcí při sympatické reakci

Rozhodující faktory / reakční mechanismy	Nástroje pro analýzu	Požadované charakteristiky
SDT	<p>Zkouška s mezerou. Klínová zkouška. Zkouška dolního mezního průměru. Zkouška citlivosti k nárazu. Vysokorychlostní zkouška výstřelem.</p>	<p>Vlivy na odlupování materiálu. Charakteristiky střepin. Rázové Hugoniotovy hodnoty EM a dopadajícího předmětu. Tlak a doba trvání rázu. Grafické znázornění výsledků. Kritická energie. Závislost na konstrukčním řešení.</p>
Průraz pláště / silná deformace	<p>Mechanické vlastnosti pláště a projektilu při vysokých deformačních rychlostech. Fyzikální charakteristiky projektilu (rychlost, geometrie, hmotnost).</p>	<p>Mechanické vlastnosti pláště a projektilu. Geometrie a balistika projektilu. Limitní dopadová rychlost pro plášť. Rozpad projektilu a charakteristika vznikajících fragmentů. Závislost na konstrukčním řešení.</p>
Zásah obnaženého EM	<p>Není navržena žádná zkouška ve zmenšeném měřítku.</p>	<p>Závislost na konstrukčním řešení.</p>
Možnost odraženého rázu	<p>Zkouška citlivosti k nárazu.</p>	<p>Závislost na konstrukčním řešení.</p>
XDT	<p>Rázová zkouška poškozeného materiálu. Zkouška s mezerou dvojnásobným rázem. Zkouška mechanických vlastností při vysokých deformačních rychlostech. Zkouška lomové mechaniky při vysokých deformačních rychlostech.</p>	<p>Mechanické vlastnosti při vysokých deformačních rychlostech. Lomová mechanika při vysokých deformačních rychlostech.</p>

Rozhodující faktory / reakční mechanismy	Nástroje pro analýzu	Požadované charakteristiky
Vznícení	<p>Diferenciální snímací kalorimetrie nebo jiná zkouška pro měření teploty vznícení.</p> <p>Zkouška horkou kuličkou / Zkouška vznícení vedením tepla pomocí horkého fragmentu.</p> <p>Zkouška citlivosti ke tření.</p> <p>Zkouška mechanických vlastností při příslušných deformačních rychlostech.</p> <p>Zkouška lomové mechaniky při příslušných deformačních rychlostech.</p>	<p>Mechanické vlastnosti při vysokých deformačních rychlostech.</p> <p>Lomová mechanika při vysokých deformačních rychlostech.</p> <p>Kinetika a termochemie rozkladu EM jako funkce teploty a tlaku.</p>
Závažné poškození materiálu	<p>Zkouška drobitivosti (zkouška výstřelem).</p> <p>Zkouška v trubce.</p> <p>Hopkinsonova tyčová zkouška.</p> <p>Zkouška mechanických vlastností při příslušných deformačních rychlostech.</p> <p>Zkouška lomové mechaniky (lomová houževnatost).</p>	<p>Materiálové vlastnosti.</p> <p>Houževnatost při příslušných deformačních rychlostech (charakteristika lomové mechaniky).</p> <p>Tvorba dodatečné plochy povrchu.</p>
Dostatečný odvod spalin	<p>Zkouška mechanických vlastností.</p> <p>Rychlost hoření (při vysokém tlaku).</p> <p>Vlastnosti projektilu (rychlost, geometrie, hmotnost, orientace).</p> <p>Zkouška v uzavřené manometrické bombě.</p> <p>Zkouška limitní dopadové rychlosti.</p>	<p>Velká závislost na konstrukčním řešení munice.</p> <p>Mechanické vlastnosti při vysoké deformační rychlosti.</p> <p>Vliv uzavření (utěsnění).</p>

Rozhodující faktory / reakční mechanismy	Nástroje pro analýzu	Požadované charakteristiky
Hoření ve vrstvách (normální regrese povrchu)	Rychlost hoření (vícenásobný hořák). Zkouška v uzavřené manometrické bombě. Zkoušky hoření v trubce. Zkoušky motoru ve zmenšeném měřítku.	Rychlost hoření jako funkce teploty a tlaku.
Propulze	Není navržena žádná zkouška ve zmenšeném měřítku.	Závislost na konstrukčním řešení munice.

TABULKA 8 – Příklady zkoušek, které mohou být použity k získání údajů požadovaných v tabulce 7

Požadované údaje	Vlastnosti	Prováděná zkouška	Obecná upozornění
<p>Kinetika a termochemie fyzikálních změn nebo rozkladu EM</p>	Pórovitost	Měření hustoty.	<p>V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození.</p>
	Velikost pórů	<p>Refraktometrická srovnávací kapalina. Atomová silová mikroskopie. Skenovací elektronová mikroskopie.</p>	
	Velikost částic	Mikrosonické metody.	
	Kvalita krystalů	<p>Skenovací elektronová mikroskopie. Mikroskopické metody. Rentgenová difrakce. Měření hustoty.</p>	
	Rychlost chemické reakce	<p>Adiabatický kalorimetr. Termoanalytické metody: Diferenciální snímací kalorimetrie. Dynamická termomechanická analýza. Termomechanická analýza. Termogravimetrická analýza. Diferenční termická analýza. Dilatometrie.</p>	

Požadované údaje	Vlastnosti	Prováděná zkouška	Obecná upozornění
Rychlost hoření	Rychlost hoření (nepoškozený a poškozený materiál)	<p>Vícenásobný hořák. Uzavřená manometrická bomba. Hybridní kalorimetrická bomba.</p>	V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození. Běžně se neměří. Velká závislost na charakteristice poškození. Praskliny. Pórovitost. Omezený průnik roztoku k povrchu.
	Drobnost: náchylnost k poškození (popraskání)	<p>Zkouška drobnosti (zkouška výstřelem). Zkouška na zásah malorážovou střelou. Hopkinsonova tyčová zkouška. Zkouška modulu poruchy. Taylorova nárazová zkouška. Lomová houževnatost.</p>	
	Charakterizace poškození	<p>Mikroskopie tenkých vrstev. Rentgenová tomografie. Uzavřená manometrická bomba (plocha povrchu). Neutronová a rentgenová difrakce. Měření teplotní roztažnosti.</p>	

Požadované údaje	Vlastnosti	Prováděná zkouška	Obecná upozornění
Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti jednotlivých inertních součástí munice		<p>Měření teplotní roztažnosti. Termoanalytické metody: Diferenciální snímací kalorimetrie. Dynamická termomechanická analýza. Termomechanická analýza. Termogravimetrická analýza. Diferenční termická analýza. Analýza mechanických vlastností: Zkouška namáhání v jednoosém tahu/tlaku (nízké deformační rychlosti). Servohydraulická mechanická zkouška (při rychlostech od 1 s^{-1} do 500 s^{-1}). Hopkinsonova tyčová zkouška (při rychlostech od 100 s^{-1} do $10\,000 \text{ s}^{-1}$).</p>	<p>V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození.</p>
Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti EM munice		<p>Stejně jako v bodě Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti jednotlivých inertních součástí munice. Zkoušky fyzikálních vlastností dle ČOS 137601 nebo AOP-7.</p>	<p>V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození.</p>

Požadované údaje	Vlastnosti	Prováděná zkouška	Obecná upozornění
Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti sestavy a balení munice.		Stejně jako v bodě Fyzikálně-mechanické a tepelné vlastnosti jednotlivých inertních součástí munice. Pevnost spoje (soudržnost) součástí: Zkoušky mechanických vlastností dle ČOS 137601 nebo AOP-7. Zkouška snášenlivosti v prostředí typickém pro zkoušky necitlivé munice.	V celém odpovídajícím rozsahu teplot, tlaků, rozměrů a geometrií včetně těch, které vyplývají z mechanických a/nebo tepelných poškození.
Podrobné konstrukční řešení munice		Soubor technických údajů (technické podmínky). Rentgenografie. Rozebrání munice.	Geometrie a rozměry. Náplňová hustota. Vnější utěsnění (uzavření). Plynotěsnost. Volný objem. Typ pláště.

11 Hodnocení zásahu kumulativním paprskem

K reakci munice na podnět ve formě zásahu kumulativním paprskem dochází při průchodu paprsku energetickým materiálem v důsledku přímé iniciace rázem (SDT), iniciace čelním rázem nebo vznícení poškozeného EM. I když je v nebezpečných situacích možné široké spektrum scénářů zásahu kumulativním paprskem, pro účely hodnocení IM se v souladu s ČOS 130007 zjednodušeně používají dva obecně použitelné postupy.

Základními faktory ovlivňujícími reakci munice na takový podnět jsou její citlivost k rázu za podmínek utěsnění, stupeň utěsnění EM, rozsah jeho poškození a sklon EM podlehnout DDT.

Tabulka uvádějící zkoušky a nástroje, které se vztahují ke každému z rozhodovacích bodů v protokolech, včetně údajů o požadovaných materiálových vlastnostech potřebných pro modelování nebo předpovídání výsledků uváděných zkoušek, stejně jako tabulka popisující příklady zkoušek, které mohou být použity ke stanovení hodnot pro požadované charakteristiky, nebyly dosud publikovány v použitelné podobě.

Protokoly pro zásah kumulativním paprskem

Možnost vytvořit zjednodušený protokol pro hodnocení nebezpečí v důsledku zásahu kumulativním paprskem nebyla potvrzena. Složitost problematiky vedla k vypracování podrobného protokolu, který je z důvodu usnadnění svého použití rozdělen do pěti částí (původně používaný protokol bral v úvahu pouze ohrožení souvislými kumulativními paprsky a prvními dopadajícími fragmenty rozpadajících se paprsků), viz obrázky 11 až 14. Část 4, vztahující se na kapalné EM, nebyla dosud prezentována v odpovídající podobě.

Základní principy reakčních mechanismů jsou obecně známy. Dynamická interakce paprsku o velmi vysoké rychlosti a obnažené, lehce nebo silně utěsněné trhaviny (s tenkým nebo silným pláštěm) může vést ke dvěma typům rázů:

- a) Ráz v důsledku nárazu. Jedná se o nestabilní ráz vytvářený počátečním nárazem paprsku na povrch a přenášený do trhaviny buď přímo (je-li obnažená), nebo přes tenký plášť nálože.

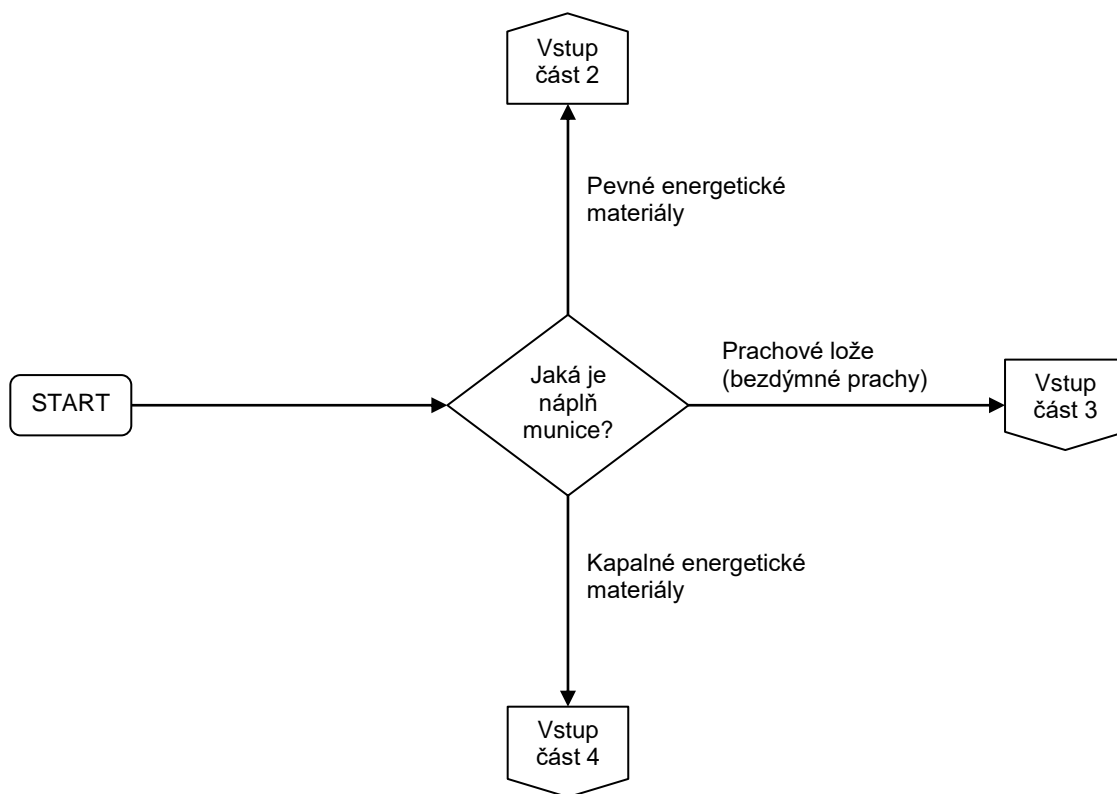
Tlaky v tomto počátečním bodě kontaktu mohou přesahovat hodnotu 100 GPa. K iniciaci buď dochází v několika málo milimetrech povrchu výbušniny okamžitě po zásahu, nebo iniciace tímto mechanismem nenastává. Tlakový ráz v důsledku zředění rychle slábne. Odpovídajícím reakčním mechanismem je SDT.

- b) Čelní ráz. Je to stabilní ráz vznikající pouze tehdy, když paprsek proniká výbušninou supersonickou rychlostí. Tato rychlost je shodná s rychlostí průniku (průrazu).

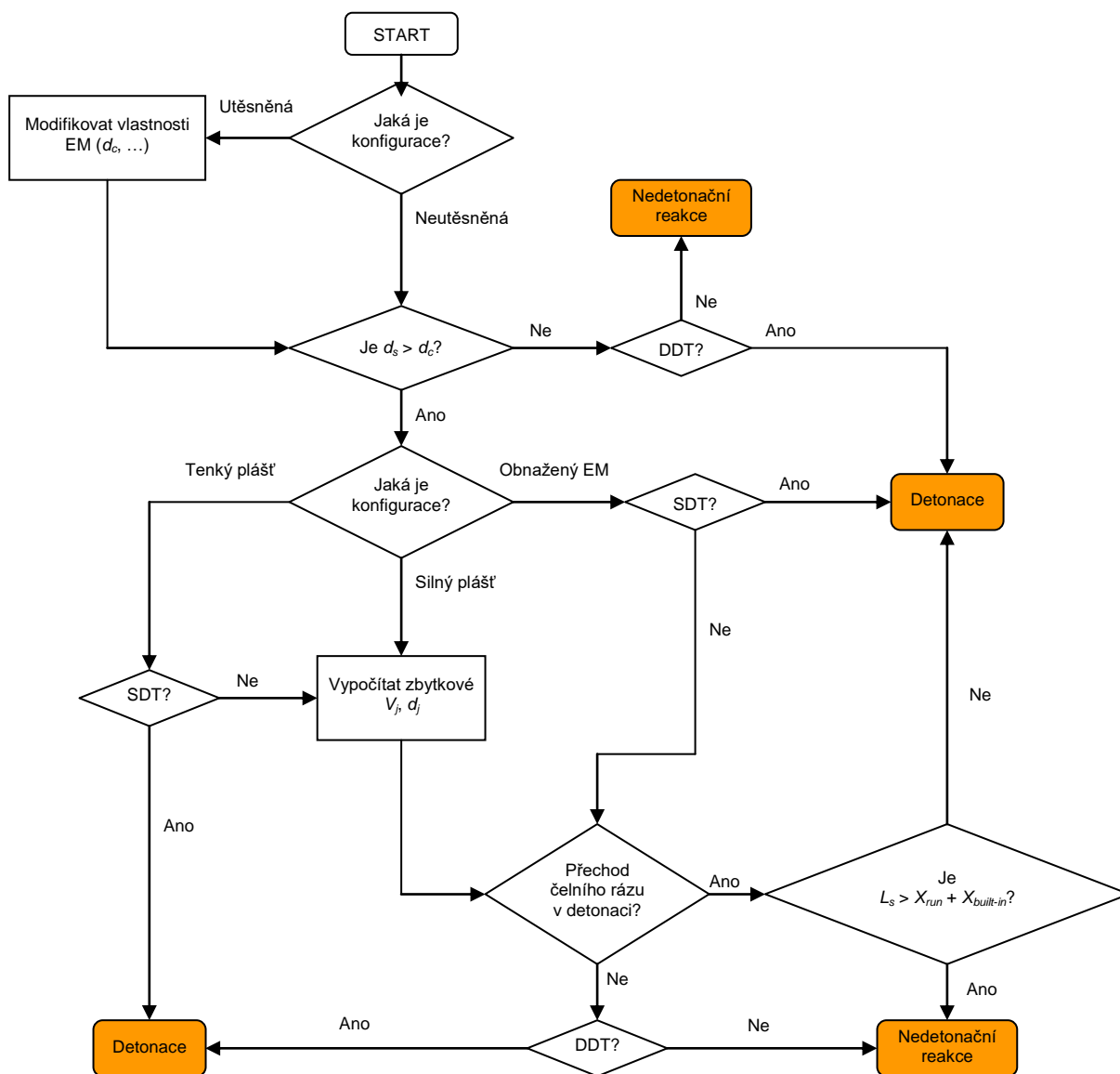
Čelo rázové vlny je následováno vlnou rostoucí k hodnotě teoretického Bernoulliho tlaku v místě styku s hrotem paprsku. Je-li tloušťka pláště několikrát větší než průměr paprsku, ráz v důsledku nárazu je ještě před dosažením výbušniny zeslaben a čelní rázová vlna od paprsku pronikajícího do výbušniny se stává převažujícím mechanismem iniciace.

Za jistých podmínek a při určité vzdálenosti (pro zformování čelního rázu ve výbušnině a iniciaci výbušniny) může dojít k iniciaci výbušniny rázem. Při nesplnění kritických podmínek výbušnina nedetonuje. Paprsek proniká skrz

výbušninu s čelní rázovou vlnou vyvolávající její rozpad a/nebo reakci. Odpovídajícím reakčním mechanismem je přechod čelního rázu v detonaci.



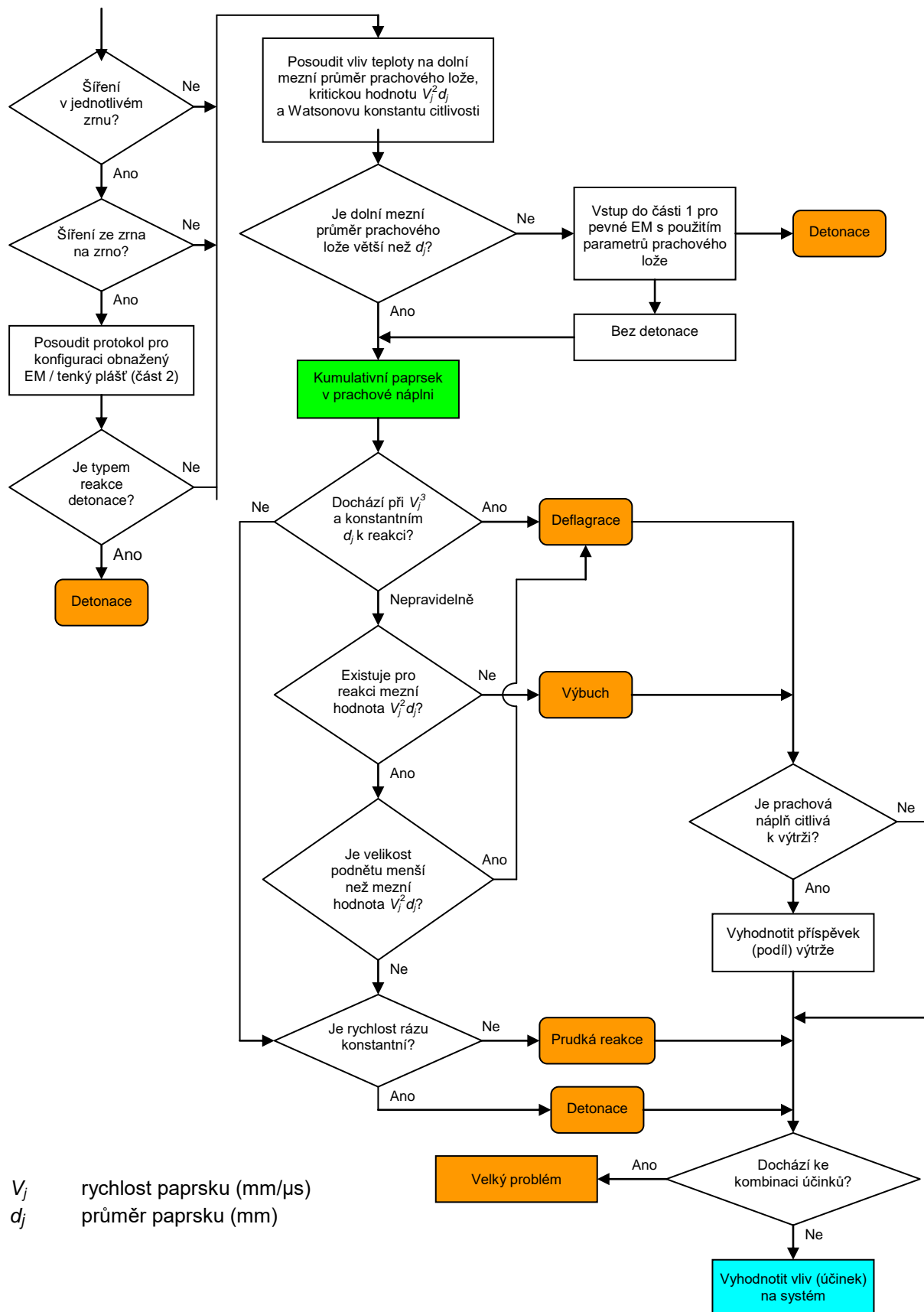
OBRÁZEK 11 – Protokol hodnocení nebezpečí při zásahu kumulativním paprskem – úvod (část 1)



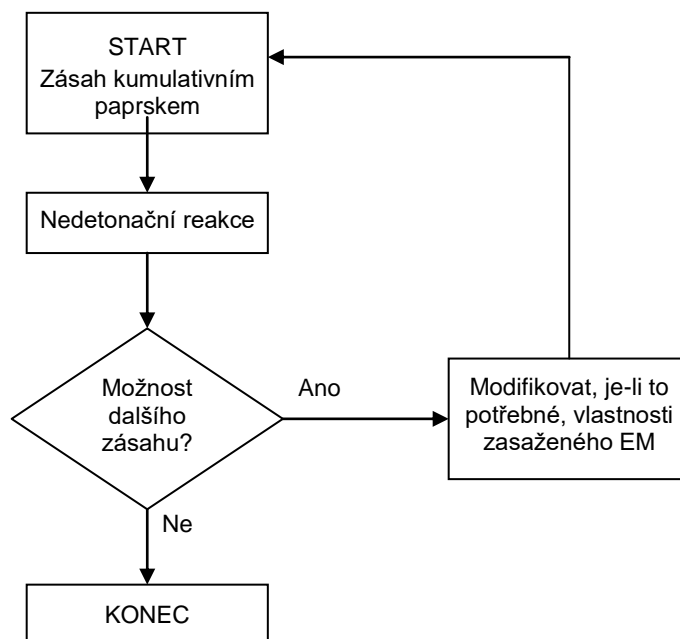
- V_j rychlost paprsku (mm/ μ s)
- d_j průměr paprsku (mm)
- d_s průměr vzorku (mm)
- L_s délka vzorku (mm)
- d_c dolní mezní průměr pro detonaci (mm)
- X_{run} vzdálenost pro vznik detonace daná konstrukcí (mm)
- $X_{built-in}$ vzdálenost pro vznik čelního rázu daná konstrukcí (mm)

OBRÁZEK 12 – Protokol pro zásah kumulativním paprskem – pevné energetické materiály (část 2)





OBRÁZEK 13 – Protokol pro zásah kumulativním paprskem – prachové lože (část 3)



**OBRÁZEK 14 – Protokol pro vícenásobný zásah kumulativním paprskem
(část 5)**

12 Zkoušky necitlivé munice ve skutečném měřítku

Zkoušky IM ve skutečném měřítku jsou komplexním a nákladným procesem a hodnocení reakce na podnět vyžaduje podrobné údaje a expertní posouzení.

Tato kapitola obsahuje instrukce, jakým způsobem mají být zkoušky ve skutečném měřítku plánovány, specifikovány, prováděny a zdokumentovány.

Vztah mezi relevantními publikacemi NATO a příslušnými ČOS

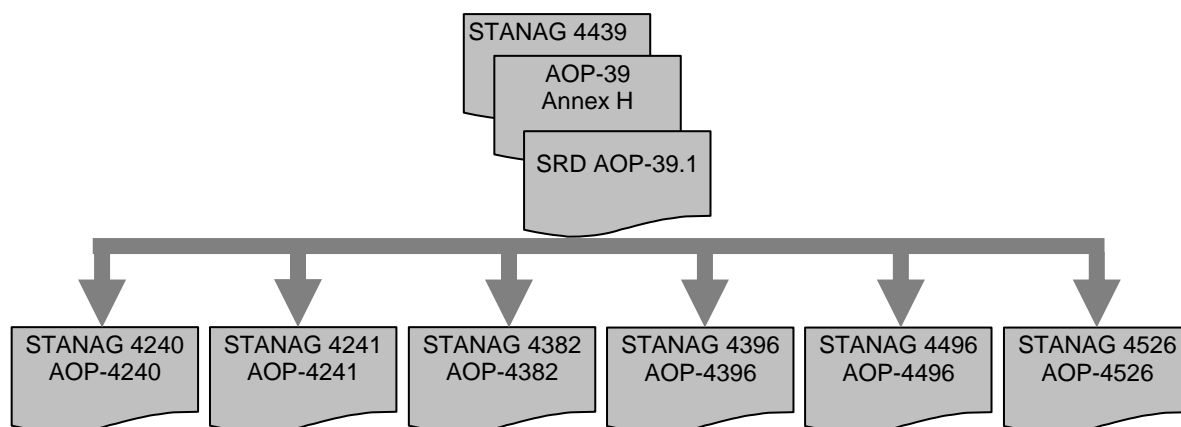
Existuje celá řada dokumentů, které se zabývají účelem, plánováním, přípravou, provedením a hodnocením zkoušek ve skutečném měřítku pro zajištění hodnocení IM a klasifikace nebezpečnosti (HC).

STANAG 4439 společně se spojeneckou publikací AOP-39 (do prostředí ČR zavedeny tímto standardem) stanovuje požadavky a zásady provádění zkoušek ve skutečném měřítku.

Spojenecké publikace (resp. ČOS, které je zavedly do prostředí ČR) zabývající se zkouškami ve skutečném měřítku obsahují podrobné požadavky na příslušné zkoušky. Musí být používány ve spojení s odpovídajícími částmi kapitoly 12 tohoto standardu.

Dokument vázaný na standard SRD AOP-39.1 stanovuje zásady organizace, provádění a dokumentace zkoušek ve skutečném měřítku (do prostředí ČR zaveden formou přílohy A tohoto standardu) a musí se vždy použít společně s odpovídajícími standardizačními dokumenty pro zkoušky ve skutečném měřítku.

Na obrázku 15 jsou znázorněny vztahy mezi standardizačními dokumenty NATO pro zkoušky ve skutečném měřítku.



POZNÁMKA

Spojenecká publikace AOP-4396 je ke dni nabytí účinnosti tohoto standardu ve fázi zpracování.

OBRÁZEK 15 – Standardizační dokumenty NATO pro zkoušky ve skutečném měřítku

Jednotlivé zkoušky ve skutečném měřítku se v závislosti na druhu ohrožení IM provedou podle konkrétních postupů a požadavků obsažených v dokumentech uvedených v tabulce 9.

TABULKA 9 – Postupy zkoušek ve skutečném měřítku

Ohrožení IM	Dokumenty pro provedení zkoušky
Požár skladu/skladiště nebo požár pohonných hmot v letadle / dopravním prostředku	STANAG 4240 + AOP-4240 ČOS 130001
Požár v přilehlém skladišti, skladu nebo dopravním prostředku	STANAG 4382 + AOP-4382 ČOS 130005
Napadení střelbou z malorážových zbraní	STANAG 4241 + AOP-4241 ČOS 130002
Napadení municí vytvářející střepiny	STANAG 4496 + AOP-4496 ČOS 130024
Napadení kumulativní municí	STANAG 4526 + AOP-4526 ČOS 130007
Šíření sympatetické reakce ve skladišti, skladu, v letadle nebo dopravním prostředku	STANAG 4396 + AOP-4396 ČOS 130006
<p>POZNÁMKA Spojenecká publikace AOP-4396 je ke dni nabytí účinnosti tohoto standardu ve fázi zpracování.</p>	

Zkoušky ve skutečném měřítku jsou klíčovou součástí procesu hodnocení IM. Protože se provádí pouze velmi malý počet těchto zkoušek, jejichž výsledky nemají statistický význam a nemusí být opakovatelné, je nezbytné vzít v úvahu charakteristiky EM a konstrukční řešení munice, výsledky zkoušek ve zmenšeném měřítku a na úrovni součástí, modelování, teoretické analýzy a využití dříve získaných údajů z podobných konstrukcí. Zkoušky ve skutečném měřítku tak jsou považovány za prostředek potvrzení předpokládané reakce na základě souboru důkazních materiálů. Zaručují, že všechny účinky, které je obtížné modelovat nebo reprodukovat na úrovni zkoušek ve zmenšeném měřítku, budou v procesu zkoušek a hodnocení řádně posouzeny. Z toho vyplývá, že má existovat odpovídající důvěra ve výsledky každé zkoušky ve skutečném měřítku ještě před jejím provedením, což hraje důležitou roli i při zpracování programu a metodik zkoušek.

Zkoušky IM a HC

Zkoušky ve skutečném měřítku pro hodnocení IM jsou použitelné i pro klasifikaci nebezpečnosti munice (viz ČOS 130013). Při vypracování specifikací zkoušek IM je nezbytné zohlednit požadavky na klasifikační zkoušky. Je žádoucí oba typy zkoušek vhodně spojit.

Zkoušky IM a související zkoušky HC se od všech dalších zkoušek bezpečnosti zbraní a munice liší v tom, že jejich kritérium vyhovění zahrnuje potenciální výbušnou reakci. U všech ostatních zkoušek bezpečnosti je kritérium vyhovění takové, že nemá dojít k žádné výbušné reakci a předpokládá se, že munice zůstane bezpečná pro použití a/nebo likvidaci. U zkoušek IM a HC může nastat široká škála reakcí munice od úplné detonace až po nevýbušnou reakci; IM je pak na základě rozdílných úrovní reakce zařazena pomocí klasifikátorů typu reakce do jedné ze skupin reakcí I. až VI. typu, které jsou definovány v kapitole 13. Pro HC jsou zavedeny podobné klasifikátory typu reakce a přiřazení třídy nebezpečnosti se určí při zkouškách sérií 6 a 7.

Problémem při hodnocení výsledků zkoušek ve skutečném měřítku je stanovení, která úroveň výbušné reakce nastala, což je však jejich primárním účelem – zvláště obtížné je rozlišit mezi sebou částečnou detonaci, výbuch a deflagraci. Získané informace se použijí pro posouzení, zda je danou municí možno hodnotit jako IM.

Postup zkoušky ve skutečném měřítku

Typický standardní postup provádění zkoušky ve skutečném měřítku se skládá z následujících kroků:

- a) aplikace specifických pokynů a požadavků uvedených v ČOS pro příslušnou zkoušku ve skutečném měřítku;
- b) aplikace zásad uvedených v příloze A tohoto standardu;
- c) příprava a posouzení instrukce k provedení zkoušek;
- d) příprava a posouzení programu zkoušek;
- e) provedení a monitorování průběhu zkoušek;
- f) zpracování a posouzení zprávy o zkouškách;
- g) výsledky posouzení národní autoritou:
 - pro hodnocení HC v souladu s národními postupy,
 - pro hodnocení IM v souladu s kapitolou 13 tohoto standardu.

12.1 Zkouška pomalým ohřevem

12.1.1 Úvod

Ustanovení čl. 12.1 tohoto standardu mají dočasný charakter. Jeho obsah je převeden do nově zpracované spojenecké publikace AOP-4382 a po jejím zavedení do prostředí ČR bude platnost čl. 12.1 zrušena.

Do té doby mají být pro posouzení požadavků na zkoušku ve skutečném měřítku a přípravu instrukce k provedení zkoušek zohledněny následující dokumenty:

- a) ČOS 130005;
- b) čl. 12.1 tohoto standardu;
- c) příloha A tohoto standardu.

12.1.2 Všeobecná ustanovení

Článek 12.1 není samostatným dokumentem; nejprve je třeba se seznámit s podrobnostmi o postupech a procesech požadovaných pro tuto zkoušku, které jsou uvedeny v příloze A tohoto standardu.

Bez ohledu na to, který postup se použije, provedou se nejméně dvě zkoušky s jedním zkoušeným předmětem pro každou zkoušku (pokud není národní autoritou stanoveno jinak).

Je-li plánováno splnit požadavky na IM i HC, má být program zkoušek koordinován s příslušnými národními autoritami pro obě oblasti.

Postup 1 se použije jako prostředek pro společné hodnocení požadavků na IM a na municí podtřídy nebezpečnosti 1.2.3 nebo 1.6.

12.1.3 Konfigurace zkoušeného předmětu

Při zkouškách pomalým ohřevem může podstatná část výbušného materiálu dosáhnout nebezpečných teplot dříve, než dojde k jeho vznícení. Z tohoto důvodu mohou být následné děje prudší než v případě zkoušek na rychlý ohřev.

Uchycení zkoušeného předmětu má být navrženo tak, aby mělo minimální vliv na přestup tepla na municí nebo na utěsnění munice. Pokud se použijí, mohou upínací prostředky narušit hodnocení propulzních reakcí.

12.1.4 Podmínky zkoušky

Z důvodu standardizace se má použít rychlost nárůstu teploty 3,3 °C za hodinu, což představuje scénář s nejhrošími následky; nemusí to však být nejpravděpodobnější rychlost nárůstu, která se vyskytne při provozu munice. Z tohoto důvodu doba do reakce může mít pouze malý význam pro reálný průběh životního cyklu munice a je třeba dát pozor na to, jakým způsobem bude dále využívána.

Pro zkrácení doby zkoušky je možné na jejím začátku zvýšit teplotu zkoušeného předmětu mnohem rychleji. Před zahájením se v termostatu nastaví teplota 50 °C rychlostí nárůstu přibližně 5 °C za minutu a zkoušený předmět se pak temperuje při této teplotě buď po dobu 8 hodin, nebo do doby, kdy předmět dosáhne při 50 °C tepelné rovnováhy – podle toho, co nastane dříve. Pro předběžné určení doby potřebné k dosažení tepelné rovnováhy se použije tepelné modelování.

Teplota se pak lineárně zvyšuje rychlostí 3,3 °C za hodinu až do ukončení všech reakcí.

12.1.5 Zkušební zařízení

Zkouška se obvykle provádí umístěním zkoušeného předmětu do termostatu a jeho ohřevem cirkulujícím horkým vzduchem.

Zkušební zařízení má být schopné zajistit nárůst teploty vzduchu předepsanou rychlostí v celém předpokládaném teplotním rozsahu a udržet přiměřeně rovnoměrnou teplotu vzduchu v blízkosti zkoušeného předmětu. Mezi vstupním a výstupním proudem vzduchu je třeba očekávat určitý teplotní gradient, ten by však neměl být větší než 5 °C.

Pro dosažení rovnoměrné teploty má být ze všech stran předmětu volný prostor nejméně 200 mm, který umožní cirkulaci vzduchu. Termostat má být izolovaný.

K potvrzení, že termostat je rovnoměrně prohříván, a k monitorování povrchové teploty zkoušeného předmětu se použijí minimálně čtyři termočlánky. Je-li možný přístup do vnitřku zkoušeného předmětu bez jeho porušení, teploty se mají měřit rovněž zde. Zpravidla by měly být v protilehlých rovinách předmětu umístěny nejméně dva termočlánky, jeden pár v prostoru přívodu a výstupu vzduchu a druhý po stranách munice.

Termostat má být konstruován tak, aby zajistil nejmenší možné omezení pro vzniklé reakce a měl by mít průzor umožňující filmový záznam.

Volba zkušebního zařízení se bude odvíjet od velikosti a tvaru zkoušeného předmětu, předpokládané reakce munice a požadovaných údajů ze zkoušky. Má být konstruováno tak, aby se minimalizovala možnost sekundárních reakcí vyvolaných např. kontaktem výpotku s horkým povrchem. Jestliže se předpokládá vypocování EM, je třeba se zabývat způsoby shromažďování výpotku.

Důležité je umístit snímače tlaku tak, aby při reakci měly co nejlepší podmínky pro zaznamenání výstupních hodnot z akceptorů.

Vhodné je umístit svědečnou desku po stranách donoru i akceptoru (nebo pod nimi), tak aby její poškození od úplné detonace donoru mohlo být porovnáno s poškozením od reakce akceptoru.

12.1.6 Měřicí a záznamová zařízení

Pro získání dostatečných údajů o teplotě jako funkci času, které mají být zaznamenány na více místech povrchu zkoušeného předmětu a uvnitř termostatu, se mají použít odpovídající měřicí a záznamová zařízení.

12.1.7 Pozorování a záznamy

Kromě pozorování a záznamů stanovených v příloze A tohoto standardu se pořídí i další:

- a) identifikace a umístění termočlánků;
- b) popis zkušebního zařízení včetně termostatu;
- c) způsob ohřevu termostatu;
- d) popis technických parametrů měřicích a záznamových zařízení a metodika použitá při měření.

Při zkoušce pomalým ohřevem je nezbytné měřit jak povrchovou teplotu zkoušeného předmětu, tak teplotu vzduchu v termostatu.

Teplota ze všech termočlánků má být během zkoušky zaznamenávána jako funkce času, a to nejméně jednou za minutu.

12.1.8 Dokumentace

Zásady vypracování dokumentace a příslušné odpovědnosti jsou popsány v příloze A tohoto standardu.

Instrukce k provedení zkoušek. Každá jednotlivá zkouška je podrobně specifikována formou instrukce k provedení zkoušek, která má zahrnovat příslušné národní autority pro hodnocení bezpečnosti munice, IM a HC. Je přirozené, aby příslušné národní autority byly zapojeny do zpracování nebo posouzení instrukce. Vzor struktury instrukce je uveden v příloze A tohoto standardu; tím má být zajištěno, že instrukce obsahuje odpovídající úroveň podrobností pro zkušebnu k přípravě jejích vlastních programů a provedení zkoušek.

Program zkoušek. Program zkoušek zpravidla vypracovává zkušebna a implementuje zde technické aspekty provedení zkoušky specifikované v instrukci k provedení zkoušky. Pokud je to možné, mají být všechny programy zkoušek ve skutečném měřítku ještě před zahájením odsouhlaseny příslušnou národní autoritou. To dává záruku, že veškeré aspekty programu zkoušek jsou v souladu s nejlepší praxí a že zkouška dosáhne svých cílů. Formát programu zkoušek je odpovědností zkušebny.

Zpráva o zkouškách. Běžnou praxí je vypracování zprávy o zkouškách danou zkušebnou. Zpráva může být vydána samostatně nebo může např. tvořit klíčovou součást zprávy zhotovitele/dodavatele. Vzor zprávy je uveden v příloze A tohoto standardu.

Uchování záznamů. Způsob uchování protokolů a jiných záznamů ze zkoušek je popsán v příloze A tohoto standardu.

12.1.9 Ověření shody s instrukcí k provedení zkoušek a cíli zkoušky

Je nezbytné, aby zkouška byla provedena v souladu s instrukcí k provedení; jednou z odpovědností projektového týmu je potvrzení shody.

Jestliže byla prokázána nezbytnost odchylek od schválené instrukce k provedení zkoušek a programu zkoušek nebo postupu odsouhlaseného při posouzení připravenosti ke zkouškám, musí být tyto odchylky po konzultaci s bezpečnostními a technickými specialisty schváleny příslušným zástupcem projektového týmu.

12.2 Zkouška na sympatetickou reakci

12.2.1 Úvod

Ustanovení čl. 12.2 tohoto standardu mají dočasný charakter. Jeho obsah bude převeden do nově zpracovávané spojenecké publikace AOP-4396 a po jejím vydání a následném zavedení do prostředí ČR bude platnost čl. 12.2 zrušena.

Do té doby mají být pro posouzení požadavků na zkoušku ve skutečném měřítku a přípravu instrukce k provedení zkoušek zohledněny následující dokumenty:

- a) ČOS 130006;
- b) čl. 12.2 tohoto standardu;
- c) příloha A tohoto standardu.

12.2.2 Všeobecná ustanovení

Čl. 12.2 není samostatným dokumentem; nejprve je třeba se seznámit s podrobnostmi o postupech a procesech požadovaných pro tuto zkoušku, které jsou uvedeny v příloze A tohoto standardu.

Je-li plánováno splnit požadavky na IM i HC, má být program zkoušek koordinován s příslušnými národními autoritami pro obě oblasti.

Pro účely HC se podrobí zkouškám konfigurace munice, pro kterou se provádí klasifikace nebezpečnosti.

12.2.3 Konfigurace zkoušeného předmětu

Pro zajištění reprezentativní logistické konfigurace (např. paletizační jednotky) s reprezentativním uzavřením (obložením) může být v určitých případech použito dodatečné množství inertní munice v obalu (nebo obalů naplněných pískem).

Množství akceptorové a inertní munice bude záviset na logistické konfiguraci. Zpravidla se použijí nejméně tři akceptory včetně jednoho umístěného úhlopříčně, tak aby zkouška simulovala soustředění účinku střepin, které může mít za následek jejich větší energii v diagonálním směru (diagonální efekt). Jestliže se zkouška IM provádí zároveň se zkouškou HC, pak celkový objem obalů se zkoušenými předměty nemá být menší než $0,15 \text{ m}^3$.

U malých předmětů jako pyrotechnických prostředků, zařízení uváděných do činnosti pyronábojkou nebo střelivinou či nábojů malých a středních ráží je účelem zkoušky stanovit šíření reakce z obalu na obal. Je-li vyhodnoceno jako pravděpodobné, že veškeré účinky budou omezeny na obal s donorem, může se zkouška provést s jedním obalem. V opačném případě se zkouška provede i s obaly s akceptorovou municí.

Za určitých okolností, jestliže to požaduje vyhodnocení ohrožení a nebezpečí, může být rovněž nezbytné odzkoušet munici bez obalu, např. u munice uložené v hranicích bez obalu a pravděpodobně vystavené ohrožení, které by mohlo způsobit detonaci jednoho nebo více kusů.

Inertní akceptorová munice. Jestliže se mají použít hranice s municí (v obalech nebo bez nich), pak se pro získání odpovídající simulace uzavření (obložení) může využít i inertní munice. Struktura, hmotnost a tvar takové inertní munice mají být obdobné jako u donorové a akceptorové munice. Inertní munice určená pro uzavření (obložení) nemůže být použita pro splnění požadavku na minimální objem $0,15 \text{ m}^3$.

Značení a zbarvení. U sympatetické reakce hraje podstatnou roli schopnost rozlišit úlomky (střepiny) donorové a akceptorové munice. Pozornost má být věnována barevnému označení akceptorů, např. zbarvením vnějšího povrchu každého kusu odlišnou barvou. V některých případech není samotná barva postačující, proto se použije např. i vyražení značek, jejich vyleptání nebo jiné metody nesmazatelného značení.

12.2.4 Podmínky zkoušky

Zvláště důležité je zvolit odpovídající prostředky iniciace donorové munice.

Aby bylo u munice s náplní trhaviny dosaženo úplné detonace (což je zásadní), má být donor iniciován způsobem určeným konstrukcí. To může být uskutečněno

použitím plastické trhaviny k iniciaci počínové náplně nebo elektrickým roznětem rozbušky.

U raketových motorů je běžným způsobem iniciace donoru zásah pohonné hmoty kumulativní hlavicí s odpovídající představou vzdáleností. U menších předmětů, které nejsou určeny k tomu, aby detonovaly, má být donor iniciován způsobem určeným konstrukcí.

12.2.5 Zkušební zařízení

Aby bylo možno dohledat a zmapovat případné úlomky a střepiny, musí být na místě zkoušek vyčištěna odpovídající plocha.

12.2.6 Měřicí a záznamová zařízení

Požadavky jsou popsány v příloze A tohoto standardu.

12.2.7 Pozorování a záznamy

Kromě pozorování a záznamů stanovených v příloze A tohoto standardu se vyžaduje i potvrzení, že donor detonoval požadovaným způsobem.

12.2.8 Dokumentace

Zásady vypracování dokumentace a příslušné odpovědnosti jsou popsány v příloze A tohoto standardu.

Instrukce k provedení zkoušek. Každá jednotlivá zkouška je podrobně specifikována formou instrukce k provedení zkoušek, která má zahrnovat příslušné národní autority pro hodnocení bezpečnosti munice, IM a HC. Je přirozené, aby tyto národní autority byly zapojeny do zpracování nebo posouzení instrukce. Vzor struktury instrukce je uveden v příloze A tohoto standardu; tím má být zajištěno, že instrukce obsahuje odpovídající úroveň podrobností pro zkušebnu pro přípravu jejích vlastních programů a provedení zkoušek.

Program zkoušek. Program zkoušek zpravidla vypracovává zkušebna a implementuje technické aspekty provedení zkoušky specifikované v instrukci k provedení zkoušky. Pokud je to možné, mají být všechny programy zkoušek ve skutečném měřítku ještě před zahájením odsouhlaseny příslušnou národní autoritou. To dává záruku, že veškeré aspekty programu zkoušek jsou v souladu s nejlepší praxí a že zkouška dosáhne svých cílů. Formát programu zkoušek je odpovědností zkušebny.

Zpráva o zkouškách. Běžnou praxí je vypracování zprávy o zkouškách danou zkušebnou. Zpráva může být vydána samostatně nebo může např. tvořit klíčovou součást zprávy zhotovitele/dodavatele. Vzor zprávy je uveden v příloze A tohoto standardu.

Uchování záznamů. Způsob uchování protokolů a jiných záznamů ze zkoušek je popsán v příloze A tohoto standardu.

12.2.9 Ověření shody s instrukcí k provedení zkoušek a cíli zkoušky

Je nezbytné, aby zkouška byla provedena v souladu s instrukcí k provedení; jednou z odpovědností projektového týmu je potvrzení shody.

Jestliže byla prokázána nezbytnost odchylek od schválené instrukce k provedení zkoušek a programu zkoušek nebo postupu odsouhlaseného při posouzení

připravenosti ke zkouškám, musí být tyto odchylky po konzultaci s bezpečnostními a technickými specialisty schváleny příslušným zástupcem projektového týmu.

13 Interpretace typů reakce munice

Pro hodnocení reakce munice na podnět má zásadní význam zaznamenání maximálního množství relevantních údajů. Dvěma základními činiteli jsou vzdušná rázová vlna a tvorba střepin.

Měření přetlaku v čele vzdušné rázové vlny ve vzdálenosti 5 m, 10 m a 15 m poskytne údaje o úrovni reakce, ačkoliv neexistuje absolutní měřítko; výbuch velké munice s velkou čistou hmotností výbušnin (NEQ) znamená podstatně vyšší přetlaky než výbuch munice malých rozměrů s malou NEQ.

Stupeň fragmentace pláště (těla) munice, velikost úlomků a střepin a vzdálenost jejich rozletu jsou dalšími měřítky pro posouzení typu reakce. Detonační reakce charakteristicky tříští plášť munice na malé střepiny a vymrštjuje úlomky a střepiny na značnou vzdálenost, přičemž se spotřebuje veškerá energetická náplň. Jak se prudkost (intenzita) reakce snižuje od detonace po deflagraci, velikost úlomků a střepin narůstá, vzdálenost rozletu se zmenšuje a zůstává větší množství nezreagované náplně, kdežto při reakci typu hoření nedojde k tvorbě střepin a úlomky s energií přesahující 20 J (měřeno v 15 m) jsou vymrštěny na vzdálenost menší než 15 m. Proto je důležité místo zkoušky předem vyčistit, každý rozlet zmapovat a zaznamenat podstatné parametry úlomků a střepin (včetně fotografické dokumentace).

Další prostředky měření prudkosti reakce zahrnují např. použití svědečných desek k zaznamenání výstupního efektu výbuchu nebo detonace a zástěny a rámy pro měření rychlosti a velikosti úlomků a střepin. Ionizační sondy umístěné podél těla zkoušeného předmětu pro měření rychlosti reakce a odlišení detonace od výbuchu jsou další možností. Filmový záznam reakce tvoří podstatnou součást důkazního materiálu a často může poskytnout vhodnou indikaci prudkosti reakce, která ve spojení s dalšími údaji umožňuje posoudit typ reakce s určitou spolehlivostí.

Tato kapitola popisuje typické chování munice a z toho plynoucí účinky na okolí odpovídající klasifikátorům typu reakce (tj. typům reakce munice).

Klasifikátory typu reakce

Tyto klasifikátory (souhrn je uveden v tabulce 10, rozhodovací strom na obrázku 17) jsou určeny pro stanovení typu reakce zkoušené munice v souladu s tímto standardem a od posuzovatelů vyžadují plné využití jejich zkušeností a odborných znalostí. Munice se např. může podstatně lišit svou velikostí, druhem, balením a obsaženými EM a tyto rozdíly se musí vzít v úvahu. Kromě toho může být rozmetání úlomků a střepin způsobené přenosem mechanického impulzu v důsledku samotného zkušebního postupu, a ne reakcí zkoušeného předmětu, vyjmutu ze souboru důkazních materiálů pro stanovení úrovně reakce IM. Aby byla reakce vyhodnocena jako konkrétní typ, je potřebná přítomnost primárního důkazu daného typu. Sekundární důkazy zahrnují další indikátory, které se mohou vyskytnout. Kompletní soubor důkazů (primárních i sekundárních) musí být pečlivě zváženo a pro hodnocení použito jako celek. Konečné stanovení charakterizačního znaku IM provede národní autorita a musí obsahovat technické zdůvodnění každého primárního důkazu, který nebyl určujícím faktorem při rozhodnutí.

Detonace – reakce I. typu

Nejprudší typ reakce munice, při kterém je při nadzvukovém rozkladu veškerý EM spotřebován:

- a) primárním důkazem reakce I. typu je zjištění (na základě pozorování nebo měření) vzniku rázové vlny o velikosti a časovém průběhu odpovídajícím záměrné detonaci při kalibrační zkoušce nebo vypočítaným hodnotám a rychlé plastické deformace kovového pláště, dotýkajícího se EM, s rozsáhlou tvorbou střepin v důsledku působení střížných sil;
- b) sekundární důkazy mohou zahrnovat perforaci, fragmentaci a/nebo plastickou deformaci svědečné desky a vznik kráterů o velikosti odpovídající množství EM v munici.

Částečná detonace – reakce II. typu

Druhý nejprudší typ reakce munice, při kterém je při nadzvukovém rozkladu spotřebována část EM:

- a) primárním důkazem reakce II. typu je zjištění (na základě pozorování nebo měření) vzniku rázové vlny o velikosti menší, než je tomu u záměrné detonace při kalibrační zkoušce nebo u vypočítaných hodnot, a rychlé plastické deformace určité části kovového pláště dotýkajícího se EM s rozsáhlou tvorbou střepin v důsledku působení střížných sil;
- b) sekundární důkazy mohou zahrnovat rozmetaný hořící nebo nezreagovaný EM, perforaci, fragmentaci a/nebo plastickou deformaci svědečné desky a vznik kráterů.

Výbuch – reakce III. typu

Třetí nejprudší typ reakce munice s podzvukovým rozkladem EM a rozsáhlou tvorbou střepin:

- a) primárním důkazem reakce III. typu je rychlé shoření veškerého EM nebo jeho části ihned po začátku reakce munice, rozsáhlá roztržení kovových plášťů bez důkazu velkých deformací v důsledku působení střížných sil, vedoucí ke vzniku menšího množství větších střepin, než je tomu u záměrné detonace při kalibračních zkouškách;
- b) sekundární důkazy mohou zahrnovat rozsáhlé rozmetání hořícího nebo nezreagovaného EM na velkou vzdálenost; poškození svědečné desky; pozorování nebo naměření přetlaku v místě zkoušky s menší maximální hodnotou a podstatně delší dobou trvání, než je tomu u záměrné detonace při kalibračních zkouškách, a vznik kráterů.

Deflagrace (výbuchové hoření) – reakce IV(f). typu

Čtvrtý nejprudší typ reakce munice, při kterém vznícení a hoření utěsněných (uzavřených) EM vede k pozvolnějšímu uvolnění tlaku:

- a) primárním důkazem reakce IV(f). typu je hoření veškerého EM nebo jeho části a roztržení pláště, vedoucí ke vzniku několika málo úlomků, které mohou zahrnovat závěry pláště munice a další její části nebo příslušenství. Nejméně jeden úlomek (např. pláště, balení nebo EM) urazí, nebo by toho mohl být schopen, vzdálenost větší než 15 m a má energii, vypočítanou ze vztahů vzdálenost rozletu – hmotnost dle obrázku 16 (používaných při klasifikaci munice), větší než 20 J;

- b) sekundární důkazy mohou zahrnovat delší reakční čas, než by mohl být očekáván u reakce III. typu; značné rozmetání hořícího nebo nezreagovaného EM, obvykle na vzdálenost přesahující 15 m; důkaz tlaku v místě zkoušek, který se může měnit s časem nebo místem.

Propulze – reakce IV(p). typu

- a) primárním důkazem reakce IV.(p). typu je důkaz tahu schopného dopravit munici nebo její hlavní části na vzdálenost větší než 15 m (na základě porovnání zkoušené konfigurace versus aktuální konfigurace systému včetně systémů uchycení) s úrovní energie, vypočítanou ze vztahů vzdálenost rozletu – hmotnost dle obrázku 16, větší než 20 J. Takovým důkazem by mohlo být přímé nebo nepřímé měření tlaku, pohyb munice, přesunutí zkušební stolice apod.;
- b) sekundární důkazy mohou zahrnovat rychlý odvod spalin z munice s hvízdáním, narušení kovového pláště na několika místech, porušení trysky nebo určité důkazy tlaku v místě zkoušky na protilehlé straně oproti zaznamenanému pohybu munice nebo jejích součástí.

Deflagrace a propulze – reakce IV(fp). typu

Výsledkem zkoušky je reakce IV(fp). typu, pokud jsou současně zjištěny primární důkazy reakcí IV(f). i IV(p). typu. Mohou být pozorovány sekundární důkazy reakcí IV(f). a IV(p). typu.

Hoření – reakce V. typu

Pátý nejprudší typ reakce munice, při kterém dochází ke vznícení EM a jeho hoření způsobem, který nemá propulzní charakter:

- a) primárním důkazem reakce V. typu je nízkotlaké hoření veškerého EM nebo jeho určité části. Plášť se může roztrhnout za vzniku několika málo úlomků, které mohou zahrnovat uzávěry pláště munice a další její části nebo příslušenství. Ani jeden úlomek (např. pláště, balení nebo EM) neurazí, nebo by toho nemohl být schopen, vzdálenost větší než 15 m a nemá energii, vypočítanou ze vztahů vzdálenost rozletu – hmotnost dle obrázku 16, větší než 20 J. Neexistuje důkaz tahu schopného dopravit munici na vzdálenost větší než 15 m. Malé množství hořícího nebo nezreagovaného EM, vztaženo k celkovému množství v munici, může být rozmetáno do 15 m, ale ne dále než 30 m;
- b) sekundární důkazy mohou zahrnovat důkaz o nevýznamném tlaku v místě zkoušek a u raketového motoru podstatně delší reakční dobu, než v případě, kdy je iniciován způsobem určeným konstrukcí.

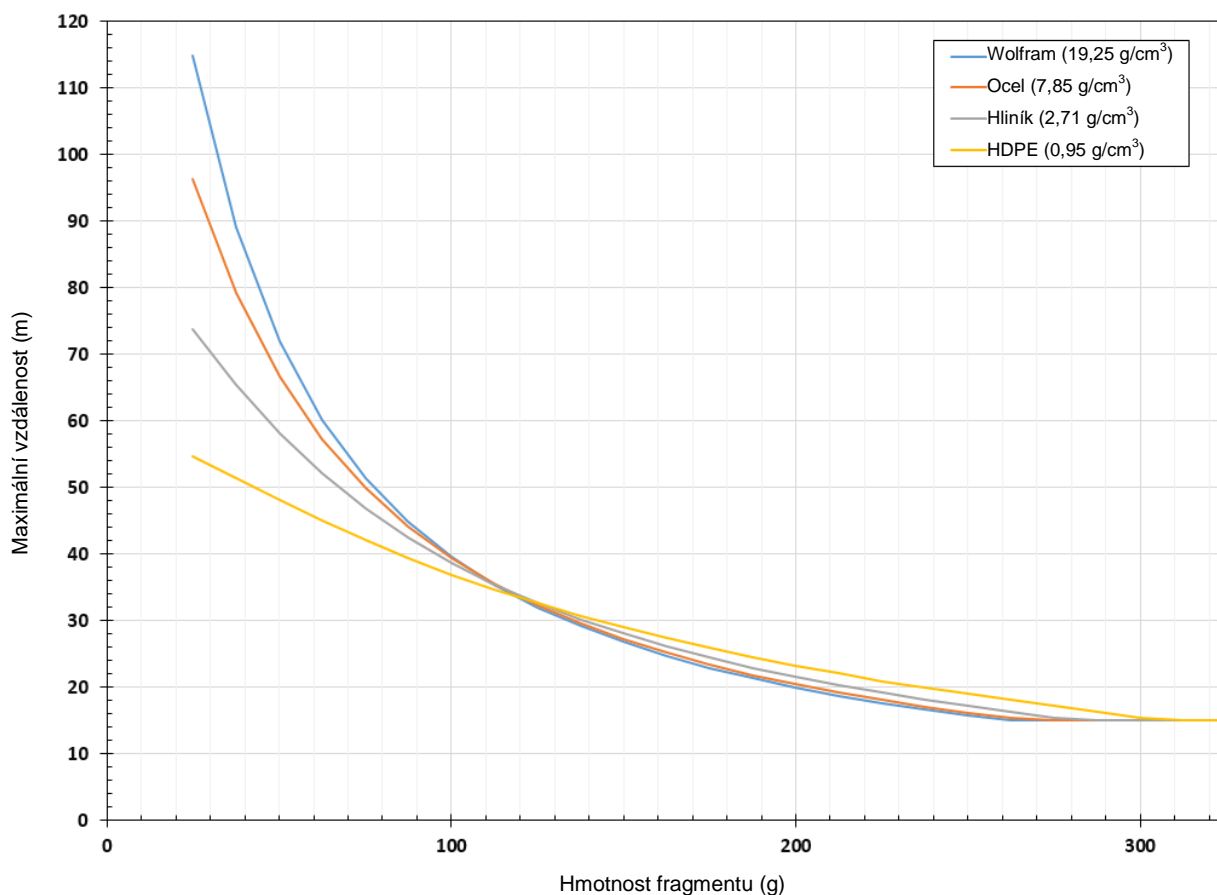
Žádná reakce – reakce VI. typu

Nejméně prudký typ reakce munice, při kterém je každá reakce okamžitě po odstranění vnějšího podnětu samozhášivá:

- a) primárním důkazem reakce VI. typu je neexistence jakékoliv reakce EM bez pokračujícího vnějšího podnětu, dohledání veškerého EM nebo jeho většiny bez příznaků hoření; žádná tvorba úlomků a střepin z pláště nebo balení větších než z porovnatelného inertního zkoušeného předmětu;
- b) sekundární důkaz – žádný.

Jestliže je zkoušeným předmětem munice v obalu, musí být reakce vyhodnocena na základě účinků vně obalu a chování EM uvnitř obalu se nepovažuje za primární důkaz.

V případě rozporů mezi klasifikátory typů reakce, uvedenými v předcházejícím textu kapitoly 13 a v tabulce 10, je určující textová část.



Hmotnost (g)	Vzdálenost rozletu (m)			
	Wolfram 20 J	Ocel 20 J	Hliník 20 J	HDPE 20 J
25	114,98	96,33	73,86	54,76
50	72,01	66,77	58,18	48,14
75	51,42	49,93	46,88	42,09
100	39,62	39,41	38,72	36,94
125	32,04	32,31	32,67	32,61
150	26,78	27,23	28,05	28,96
175	22,93	23,42	24,43	25,87
200	19,98	20,48	21,53	23,23
225	17,66	18,12	19,14	20,95
250	15,77	16,18	17,14	18,95
275	15,00	15,00	15,39	17,18
300	15,00	15,00	15,00	15,50
500	15,00	15,00	15,00	15,00

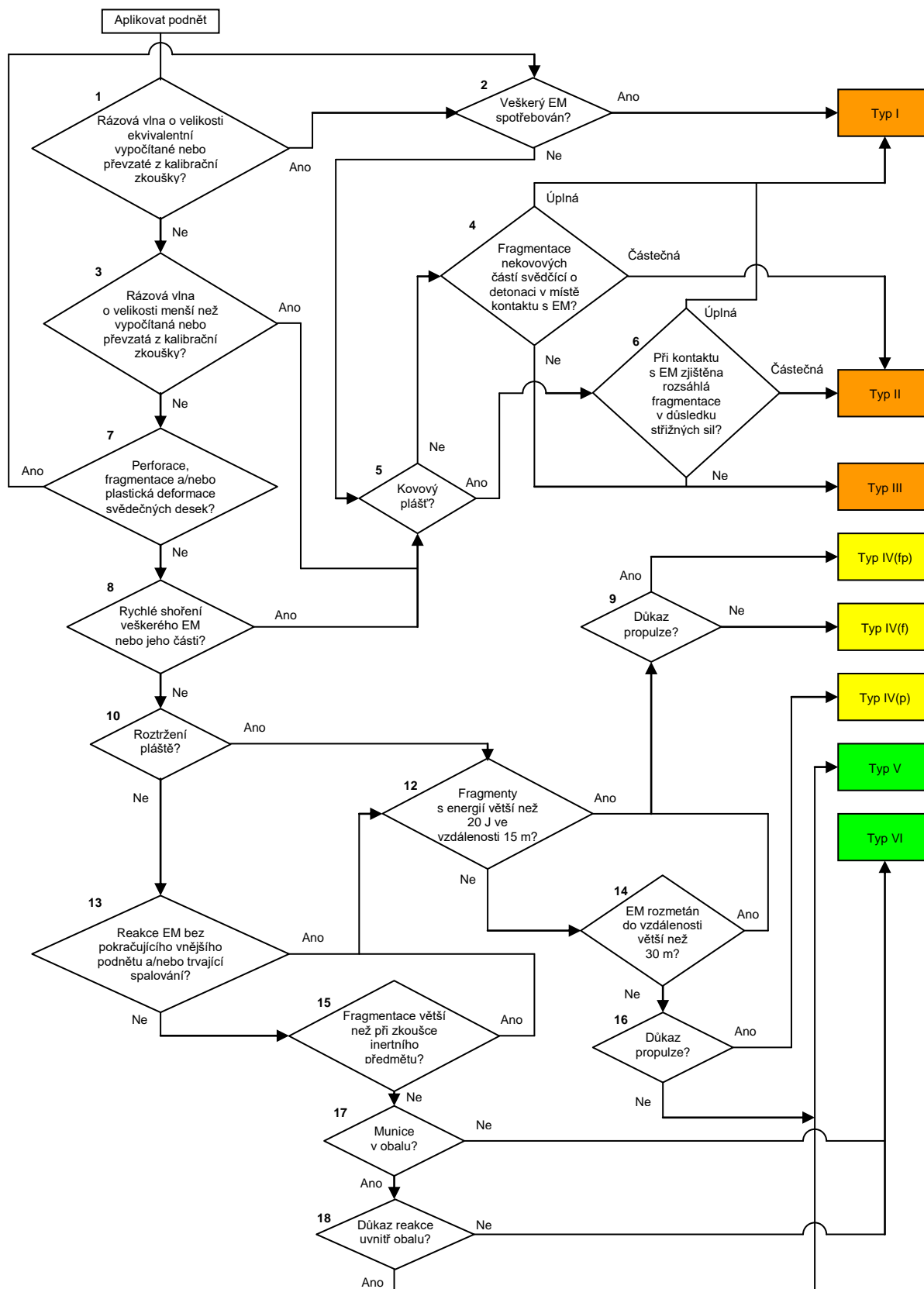
OBRÁZEK 16 – Vzdálenost rozletu fragmentů s energií 20 J na 15 m v závislosti na jejich hmotnosti a charakteru

TABULKA 10 – Klasifikátory typů reakce

Úroveň reakce	EM	Plášť	Tlakový ráz	Rozlet úlomků, střepin nebo EM	Jiné
Typ I	Okamžitá spotřeba veškerého EM.	(A) Rychlá plastická deformace kovového pláště dotýkajícího se EM s rozsáhlou tvorbou střepin působením střizných sil. (A)	(A) Rázová vlna o velikosti a časovém průběhu odpovídajícím záměrné detonaci při kalibrační zkoušce nebo vypočítaným hodnotám. (A)	Perforace, fragmentace a/nebo plastická deformace svědečných desek.	Vznik kráterů o velikosti odpovídající množství EM v munici.
Typ II	Okamžitá spotřeba určité části EM, ihned po začátku reakce.	(A) Rychlá plastická deformace určité části kovového pláště dotýkajícího se EM s rozsáhlou tvorbou střepin působením střizných sil. (A)	(A) Rázová vlna o velikosti menší, než je tomu u záměrné detonace při kalibrační zkoušce nebo u vypočítaných hodnot. (A)	Perforace, plastická deformace a/nebo fragmentace přilehlých kovových desek. Rozmetaný hořící nebo nezreagovaný EM.	Vznik kráterů o velikosti odpovídající množství detonovaného EM v munici.
Typ III	(A) Rychlé shoření veškerého EM nebo jeho části ihned po začátku reakce munice. (A)	(A) Rozsáhlá roztržení kovových plášťů bez důkazu velkých deformací v důsledku působení střizných sil, vedoucí ke vzniku menšího množství větších střepin, než je tomu u záměrné detonace při kalibračních zkouškách. (A)	Pozorování nebo naměření tlakové vlny v místě zkoušky s mnohem menší maximální hodnotou a podstatně delší dobou trvání, než je tomu u záměrné detonace při kalibračních zkouškách	Poškození svědečné desky. Rozsáhlé rozmetání hořícího nebo nezreagovaného EM na velkou vzdálenost.	Vznik kráterů.

Úroveň reakce	EM	Pláště	Tlakový ráz	Rozlet úlomků, střepin nebo EM	Jiné
Typ IV	(A) Shoření veškerého EM nebo jeho části. (A)	(A) Roztržení pláště, vedoucí ke vzniku několika málo úlomků, které mohou zahrnovat uzávěry munice a další její části nebo příslušenství. (A)	Důkaz tlaku v místě zkoušek, který se může měnit s časem nebo místem.	(A) Typ IV(f): nejméně jeden úlomek (např. pláště, uzávěrů nebo příslušenství) urazí vzdálenost větší než 15 m a má energii, vypočítanou ze vztahů vzdálenost dle obrázku 16, větší než 20 J. (A) Typ IV(f): Rozsáhlé rozmetání hořícího nebo nezreagovaného EM, zpravidla na vzdálenost větší než 15 m.	(A) Typ IV(p): důkaz tahu schopného dopravit munici nebo její hlavní části na vzdálenost větší než 15 m (na základě porovnání zkoušené konfigurace versus aktuální konfigurace systému včetně systémů uchycení). (A) Typ IV(p): důkaz velmi rychlého odvodu spalin z munice. Typ IV(f): delší reakční čas, než by mohl být očekáván u reakce III. typu.
Typ V	(A) Nizkotlaké hoření veškerého EM nebo jeho určité části. (A)	(A) Pláště se může roztrhnout za vzniku několika málo úlomků, které mohou zahrnovat uzávěry pláště munice a další její části nebo příslušenství. (A)	Důkazy o nevýznamném tlaku v místě zkoušek.	(A) Ani jeden úlomek (např. pláště, uzávěru nebo EM) neurazí vzdálenost větší než 15 m a nemá energii, vypočítanou ze vztahů vzdálenost rozletu – hmotnost dle obrázku 16 (používaných při klasifikaci munice), větší než 20 J. (A) (A) Malé množství hořícího nebo nezreagovaného EM, vztaženo k celkovému množství v munici, může být rozmetáno do 15 m, ale ne dále než 30 m. (A)	(A) Neexistuje důkaz tahu schopného dopravit munici na vzdálenost větší než 15 m. (A) U raketových motorů je podstatně delší reakční doba než v případě, kdy je iniciován způsobem určeným konstrukcí.

Úroveň reakce	EM	Plášť	Tlakový ráz	Rozlet úlomků, střepin nebo EM	Jiné
Typ VI	(A) Neexistence reakce EM bez pokračujícího vnějšího podnětu. (A) (A) Dohledání veškerého EM nebo jeho většíny bez příznaků trvajících hoření. (A)	(A) Žádná tvorba úlomků a střepin z pláště nebo balení větších než z porovnatelného inertního zkoušeného předmětu. (A)	Žádný.	Žádný.	Žádný.
POZNÁMKA					
1 Primární důkazy, vymezené v tabulce označením (A), by měly být zaznamenány téměř vždy a jsou pak rozhodující pro určení typu reakce.					
2 Sekundární důkazy mohou být zaznamenány a mají být použity, jestliže nejsou k dispozici žádné primární důkazy.					



V případě rozporů mezi tímto rozhodovacím stromem klasifikátorů typů reakce a klasifikátory popsány v předcházejícím textu kapitoly 13 je určující textová část.

OBRÁZEK 17 – Rozhodovací strom klasifikátorů typů reakce

14 Charakterizační znak necitlivé munice

Charakterizační znak IM je reprezentantem úrovně necitlivosti munice, tj. úrovně reakce munice na ohrožení IM.

Charakterizační znak IM má poskytnout následující informace:

- hodnocená munice a její konfigurace;
- ohrožení: pomalý ohřev (SH), rychlý ohřev (FH), zásah malorážovou střelou (BI), zásah střepinou (FI), sympatetická reakce (SR), zásah kumulativním paprskem (SCJI);
- rozsah platnosti hodnocení (specifické ohrožení, výchozí hodnocení, ...);
- typ reakce pro každé ohrožení: reakce I. typu – detonace (I), reakce II. typu – částečná detonace (II), reakce III. typu – výbuch (III), reakce IV. typu – deflagrace (IV), reakce V. typu – hoření (V), reakce VI. typu – žádná reakce (NR);
- metodika hodnocení pro každý typ reakce (analýza a/nebo zkouška ve skutečném měřítku);
- plnění požadavků na IM.

PŘÍKLAD 1. U následujícího charakterizačního znaku IM (viz tabulka 11) představuje symbol **O** skutečnost, že reakce byla hodnocena v konkrétní konfiguraci (konfigurace 1). Pro snadnější stanovení vyhovění nebo nevyhovění se použije jednoduchý systém barevného kódování – vyhovující požadovaná reakce pro dané ohrožení se označí bílým polem, nevyhovující pak šedým polem. Aby hodnocená konfigurace vyhověla požadavkům tohoto standardu na IM, musí být symboly **O** umístěny v bílém poli.

TABULKA 11 – Charakterizační znak IM – příklad 1

	FH	SH	BI	FI	SR (X)	SCJI
Žádná reakce			O			
Typ V	O	O				
Typ IV				O		
Typ III					O	
Typ II						
Typ I						

POZNÁMKA
(X) – reakce u donorové munice

PŘÍKLAD 2. U následujících charakterizačních znaků IM je pro zobrazení míry plnění požadavků použit podrobnější systém barevného kódování využívající barev světelných dopravních signálů. Systém je znázorněn v tabulce 12. Aby hodnocená konfigurace zcela vyhověla požadavkům tohoto standardu na IM, musí mít všechna pole zelené zbarvení. Příklady charakterizačních znaků IM, integrujících barevný kód i kód typu reakce, jsou uvedeny v tabulce 13.

TABULKA 12 – Charakterizační znaky IM – barevné kódování

Barva	Soulad s požadavky na IM	
Zelená	Požadavky na IM splněny.	Vyhovující (Y)
Žlutá	Požadavky na IM nesplněny. Neshoda mezi hodnocenou úrovní reakce a požadavkem na IM zjištěna v jednom případě.	Nevyhovující (F)
Červená	Požadavky na IM nesplněny. Neshoda mezi hodnocenou úrovní reakce a požadavkem na IM zjištěna ve dvou a více případech.	
Bílá	Nehodnoceno.	Nehodnoceno (N/A)

TABULKA 13 – Charakterizační znaky IM – příklad 2

		FH	SH	BI	FI	SR (X)	SCJI
Konfigurace 1		V		NR	IV	N/A	III
Konfigurace 2		III		IV	N/A	N/A	I
Konfigurace 3	Bojová hlavice	(I)	N/A	NR	V Hlavní náplň III Počínová náplň	Y	F
	Hnací jednotka	IV	V	V 12,7 AP IV 7,62 Ball	N/A	N/A	(Y)
	Úplná munice	(I)	V	IV	III	Y	F
POZNÁMKY Y – vyhovující F – nevyhovující N/A – nehodnoceno (I), (Y) – hodnocení na základě analýzy (X) – reakce u donorové munice							

Charakterizační znak shody s požadavky na IM, odpovídající nejhorší možné konfiguraci v rámci životního cyklu munice stanovené pro každé zvažované ohrožení a relevantní konfigurace, musí být jednoznačně zaprotokolován.

V příkladu charakterizačního znaku shody s požadavky na IM, uvedeném v tabulce 14, představují symboly ○, ▲, ▼ reakci stanovenou při konkrétní konfiguraci (v uvedeném pořadí: bez obalu, v logistickém balení bez namontovaného zapalovače, v logistickém balení s namontovaným zapalovačem).

Aby hodnocená konfigurace vyhověla požadavkům tohoto standardu na IM, musí být všechny tyto symboly umístěny v bílém poli.

TABULKA 14 – Příklad charakterizačního znaku shody s požadavky na IM

	FH	SH	BI	FI	SR (X)	SCJI
Žádná reakce			O			
Typ V	O	▲				
Typ IV				▼		
Typ III						O
Typ II					▼	
Typ I						
POZNÁMKA (X) – reakce u donorové munice						

15 Zpráva o hodnocení necitlivé munice

Zpráva o hodnocení IM musí obsahovat minimálně níže uvedené části.

Souhrn

Souhrn informací, které je možno uvolnit státům vyžadujícím informace související s úrovní necitlivosti munice. Má obsahovat přinejmenším následující údaje:

- Informace týkající se EM, konstrukce a balení munice.
- Charakterizační znak (znaky) IM pro různé konfigurace.
- Charakterizační znak shody s požadavky na IM.
- Platnost hodnoceného rozsahu ohrožení.

Informace o muničním systému

- Specifický odkaz na municí.
- Předpokládané operační použití.
- Informace o konstrukci munice včetně srovnávacích studií konstrukčních řešení majících vliv na IM.
- Všechny energetické součásti – mají být jednotlivě charakterizovány.
- Klasifikace nebezpečnosti pro přepravu a/nebo skladování. Uvést, zda klasifikace je prozatímní nebo konečná.
- Informace o bezpečnosti munice v souladu s ČOS 130004.

Hodnocené konfigurace

- Taktická konfigurace.
- Logistická (logistické) konfigurace.
- Konstrukční řešení balení.
- Uspořádání na paletě.

Analýza ohrožení munice

- Definice provozního prostředí včetně profilu životního cyklu munice.
- Popis významných ohrožení zbraňového/muničního systému v průběhu celého životního cyklu. Zahnout ohrožení v důsledku činnosti nepřátelských i vlastních sil se zvláštním důrazem na ohrožení IM. Popsat způsob provedení analýzy (včetně odkazů) a uvést souhrnnou tabulku výsledků.

Podpůrné důkazy

- Výsledky modelování. Modelování může být použito tam, kde existují jeho prokázané a řádně experimentálně ověřené schopnosti simulovat skutečné děje. Údaje z modelování a zkoušek ve zmenšeném měřítku mají být považovány za doplňkové k výsledkům zkoušek ve skutečném měřítku, nebo je v některých případech mohou i nahradit. Tato metoda je samozřejmě závislá na existenci ověřených modelů.
- Výsledky zkoušek. Zde mohou být zahrnuty např. výsledky laboratorních zkoušek, zkoušek ve zmenšeném měřítku, simulačních, na úrovni součástí, ve skutečném měřítku a zkoušek EM podle ČOS 137601. Aby bylo možno posoudit výsledky zkoušek IM, mají být dostatečně doloženy následující informace:
 - a) zpráva (zprávy) o zkouškách;
 - b) informace o uspořádání zkoušky a konfiguraci zkoušeného předmětu;
 - c) fotografie a filmové záznamy uspořádání a výsledků;
 - d) všechny zaznamenané kvantitativní údaje (např. tlak, teplota) a jejich popis;
 - e) zmapování úlomků a střepin;
 - f) výsledky zkoušek IM na úrovni součástí a úplné munice;
 - g) popis typu reakce munice v souladu s příslušnými definicemi, odpovídající odkazy.
- Historické údaje včetně výsledků variant munice a využití dříve získaných výsledků z hodnocení podobné munice.

Charakterizační znak IM

Více informací je uvedeno v kapitole 14 tohoto standardu.

16 Principy konstrukce necitlivé munice

Nejefektivnějším způsobem dosažení úspěšné konstrukce IM je použití systémového přístupu. Jeho třemi klíčovými prvky jsou:

- a) volba energetických materiálů;
- b) technologie zmírnění reakce na podnět a kompromisní řešení integrovaná do konstrukce pláště a obecněji do inertních částí munice;
- c) technologie zmírnění reakce na podnět a kompromisní řešení integrovaná do konstrukce balení.

16.1 Volba energetických materiálů

Určení EM, které se mají použít, je zpravidla prvním krokem celého procesu. Rozhodnutí záleží na mnoha faktorech, které je pro zajištění nejúčelnějšího řešení nezbytné vzájemně sladit:

- a) cena;

- b) technické a funkční parametry;
- c) vyrobiteľnosť a dostupnosť (včetně jednotlivých složek);
- d) zralost technologie (stav vývoje, existence specifikací, schválení pro použití, ...);
- e) problematika ochrany zdraví a bezpečnosti (vlivy na životní prostředí, toxicita, ...);
- f) citlivost k rázu, teple a nárazu;
- g) stárnutí.

Je třeba vzít v úvahu charakteristiky každého EM, které předurčují jeho schopnost příznivě reagovat na stanovený podnět. Některé z nezbytných údajů může poskytnout schvalování způsobilosti podle ČOS 137601.

Při výběru vhodného EM pro použití v IM je velmi žádoucí, aby měl přirozeně malou citlivost na podnět (ráz a teplo).

16.1.1 Reakce EM na podnět ve formě rázu

Základními ději, ovlivňujícími iniciaci heterogenních trhavin v důsledku působení rázových vln, jsou chemické reakce s konečnou rychlostí spojené s přeměnou pevné výbuštiny v plynné reakční produkty. Tyto reakce jsou iniciovány v lokalizovaných horkých jádrech nebo obecněji v lokalizovaných zdrojích energie. Zborcení (stlačení) dutin, viskózně plastické efekty, vícefázové reakce, tvorba smykových pásů, adiabatická komprese plynu, tření a odrazy rázu od vnitřních defektů jsou mechanismy, které jsou uvažovány jako zdroje energie. Protože relativní důležitost jednotlivých mechanismů je stále předmětem bádání, jednoduché seřazení materiálů podle citlivosti k rázu není možné. V každém případě jsou parametry rázu potřebného k iniciaci náplně EM závislé na:

- a) mikrostrukturu určující vlastnosti horkých jader;
- b) chemických vlastnostech/dějích určujících reakci na podnět;
- c) makrostrukturu určující šíření reakce.

Parametry z hlediska mikrostruktury, které mohou ovlivnit reakci na ráz, zahrnují velikost částic, jejich rozdělení a tvar, intragranulární a extragranulární pórovitost (dutiny). Makrostrukturní parametry, které mohou mít na tuto reakci vliv, pak zahrnují hustotu, vlastní citlivost, obsah sušiny, mechanické vlastnosti, dutiny a trhliny.

Kdykoliv je to možné, mají mít EM následující vlastnosti:

- a) vysokou odolnost vůči poškození;
- b) zanedbatelnou drobivost;
- c) houževnatost:
 - velkou průtažnost při plastických poruchách (zvláště při nízké teplotě a vysokých zátěžových rychlostech),
 - přísady s nízkou teplotou skelného přechodu;
- d) pojidla s dobrými mechanickými vlastnostmi a nízkým modulem pružnosti;
- e) polymery s vysokým měrným teplem a skupenským teplem tání ke zchlazení horkých jader;
- f) složky s nízkou citlivostí;
- g) optimální rozdělení částic pro smáčení pojidlem a pevnost vzájemné vazby;
- h) minimální pórovitost;
- i) nízkou hodnotu celkového obsahu sušiny.

16.1.2 Reakce EM na tepelný podnět

Reakce EM v důsledku přehřátí zahrnuje chemické i fyzikální děje a znamená nezbytnost zabývat se celou řadou témat jako hořením, materiálovými vlastnostmi či teorií tepelného výbuchu. Musí se odlišit dvě níže uvedené fáze.

Fáze před vznícením, při které musí být stanoveno kombinované tepelné, chemické a mechanické chování všech rozkládajících se EM. Pro předpověď vývoje stavu EM během tepelného napadení musí být zaznamenány důsledky teplotní roztažnosti, mechanického zatížení, přeměny fází a chemického rozkladu. To zahrnuje pružnost materiálu, objemové a deviatorické tečení, teplotní roztažnost, chemický rozklad, pórovitost a změnu fáze. Ve fázi před vznícením je mechanická reakce pláště kvazistatická.

Fáze po vznícení, při které se mechanická reakce pláště stává dynamickou. Předpokládá se, že dynamická reakce EM bude závislá na rychlosti deformace, intenzitě namáhání a na teplotě. Hoření je silně závislé na tepelném narušení; zvláště důležitou roli hrají zvětšená plocha povrchu a tlak.

Klíčovým faktorem při stanovení výsledné prudkosti reakce je řádová hodnota nárůstu tlaku (rychlosti vytváření přetlaku). Tento nárůst bude řízen vzájemnou dynamickou interakcí mezi:

- a) vnější a vnitřní plochou povrchu využitelnou pro hoření (vliv narušení);
- b) rychlostí hoření (vliv šíření plamene);
- c) odvodem spalin do vnějšího okolí (vliv utěsnění).

Vlastnosti EM, které mohou mít vliv na reakci vůči tepelnému podnětu, zahrnují:

- a) tepelné vlastnosti, které řídí tepelný tok, vznícení a rozvoj reakcí. Mezi ně patří tepelná vodivost a teplota vznícení;
- b) mechanické vlastnosti určující schopnost EM natékat do mezer a blokovat tak cestu pro odvod spalin nebo udržovat vnitřní tlaky a deflagrační chování materiálu.

Aby se u použitých EM zabránilo jejich narušení (poškození), doporučuje se:

- a) omezit vznik podpovrchové pórovitosti;
- b) minimalizovat tvorbu trhlin a dutin;
- c) redukovat tekutou (roztavenou) fází.

Aby se předešlo šíření plamene vysokou rychlostí, doporučuje se:

- a) zabránit nebo omezit šíření plamenů v počátečních stadiích rozvoje reakce;
- b) omezit nárůst dutin při vznícení v pevné fázi (bod tání < kritická teplota);
- c) zvýšit mezní tlak deflagrace;
- d) snížit tepelnou vodivost.

16.2 Konstrukční řešení munice

16.2.1 Materiál a konstrukce

Do návrhu konstrukce pláště munice mohou být z důvodu snížení úrovně reakce na podnět začleněny technologie pro zmírnění reakce na podnět a kompromisní řešení různých konstrukčních přístupů.

Bariérové technologie

Jsou to technologie zaměřené na zabránění účinkům příslušných podnětů a/nebo na jejich zmírnění.

Technologie pro zajištění odvodu spalin

Jejich účelem je zabránit katastrofickému nárůstu tlaku v důsledku reakce EM, případně tento tlak uvolnit. Kritickými parametry pro konstrukci vhodného systému odvodu spalin je rychlost nárůstu tlaku a rychlost jeho uvolnění. Odvodu spalin může být dosaženo buď prostřednictvím přirozeného roztržení pláště (příkladem jsou pláště u slabě utěsněných systémů, které jsou obvykle schopné se otevřít, jakmile se EM vznítí), nebo využitím metod zmírnění reakce na podnět (např. u silně utěsněných pláštů).

Přirozený odvod spalin. Pro uvažovanou tloušťku a pevnost pláště je potřebné nalézt kompromis mezi požadovanými technickými/funkčními parametry a úrovní reakce IM. Tabulka 15 srovnává výhody a nevýhody různých technických řešení přirozeného odvodu spalin z hlediska IM.

TABULKA 15 – Srovnání technických řešení přirozeného odvodu spalin

Technické řešení	Výhody	Nevýhody
Tlustý plášť oproti tenkému plášti	Větší zeslabení rázu. Větší ochrana před nárazem (zásahem). Nižší nárůst teploty v závislosti na čase.	Menší odvod spalin po proražení. Větší nárůst tlaku. Menší dolní mezní průměr. Větší hmotnost.
Vysokopevnostní plášť oproti nízkopevnostnímu plášti	Lepší technické/funkční parametry. Menší nárůst tlaku (je-li materiál křehký).	Větší hmotnost.
Kovový plášť oproti nekovovému plášti	Vyšší ochrana proti nárazu (zásahu). Nižší cena.	Větší nárůst tlaku.

Metody zmírnění reakce na podnět. Systémy odvodu spalin lze rozdělit na dva základní typy, aktivní a pasivní:

- a) aktivní systémy se zakládají na iniciaci energetického prostředku, který rozřízne plášť nebo vytvoří jeho dostatečné zeslabení v takové míře, aby při určitém tlaku byla umožněna relativně snadná separace pláště;
- b) pasivní systémy vycházejí z chemických nebo fyzikálních změn ve specifických materiálech, které umožní vytvoření otvorů pro odvod spalin nebo řízené oddělení koncových částí / uzávěrů munice.

V některých případech může stejná technologie fungovat jako bariérový systém i systém odvodu spalin.

Shrnutí technologií zmírnění reakce na podnět obsahuje tabulka 16.

TABULKA 16 – Mechanismy a použití technologií zmírnění reakce na podnět

Typ technologie	Technologie zmírnění reakce	Mechanismus	Použití/Umístění
Bariéra	Napěnitelný nátěr	Zvyšuje reakční dobu na tepelný podnět.	Vnější povrch pláště
	Tlumicí pěna	Omezuje rozsah zásahu úlomky tuhé pohonné hmoty.	Centrální kanál raketového motoru
Odvod spalín	Tavitelné součástky (plasty, kovy)	Roztaví se při teplotách nižších než teplota vznícení EM, čímž zajistí cestu pro odvod spalín.	V koncových uzávěrech/víkách
	Přední/zadní destičky pro odvod spalín	Umožňují uvolnění tlaku velkým otvorem.	
	Mechanické uvolnění	Uvolňuje utěsnění a uzávěr při předem stanoveném tlaku nebo teplotě.	
	Drážka pro uvolnění napětí	Umožňuje protržení pláště při nárůstu tlaku.	Vnější povrch pláště
	Selektivní izolace	Umožňuje porušení pláště kolem neizolované nebo méně izolované plochy.	
	Řezač pláště	Rozřízne plášť munice při předem stanoveném tlaku nebo teplotě.	
	Vrstvené struktury	Při vystavení vlivu tepla ztrácí za teplot nižších než teplota vznícení EM mechanickou pevnost. Při zásahu se průrazem pláště vytvoří velký vstupní a výstupní otvor pro následný odvod spalín. Snižuje počet možných nebezpečných fragmentů.	Plášť
	Spalitelná nábojnice	Umožňuje porušení nábojnice tepelným rozkladem pláště.	Vnitřní konstrukce
	Preventivní zážehové prostředky	Zažehnou EM před dosažením jeho teploty samovznícení.	
	Pomocný raketový motor s odvodem spalín	Zabraňuje nárůstu tlaku v důsledku vznícení pomocného raketového motoru.	
Víceúčelová	Vnitřní vložka	Zeslabuje ráz a zásahy malorážovými střelami a po svém rozložení vlivem tepla poskytuje cestu pro odvod spalín.	Mezi EM a pláštěm

16.2.2 Náplň energetického materiálu

V úvahu se vezmou tři níže uvedené konstrukční parametry.

Rozměry náplně. Nejúčinnější cestou, jak se vyhnout detonačnímu ději, je navrhnout utěsněnou náplň tak, aby nedosahovala rozměrů dolního mezního průměru. To je však možné pouze u muničních součástí, u kterých se pro jejich funkci nevyžaduje detonace, tzn. u pohonné (hnací) části.

Přítomnost vnějších prázdných prostor (dutin) jako čelních (hlavových) a dnových, příp. povrchových dutin. Jsou buď určeny k umožnění tepelných objemových změn EM při provozních teplotách, nebo jsou přirozeným důsledkem výrobního postupu. Mezi další možná řešení patří zabránění tlakovému ohřevu uzavřeného vzduchu, tření nebo smyku, odstranění vzduchu, zlepšení kontroly kvality výroby, odstranění nepravidelností na povrchu pláště a použití výplní (pěna, plst).

Použití dvojitých náplní EM, přičemž jedna je méně citlivá než druhá.

16.2.3 Balení

Základním posláním balení je poskytnout munici ochranu před předpokládanými podněty a snížit dosah účinků výbuchu při její případné iniciaci. Každé řešení způsobu balení IM musí vzít v úvahu následující omezení, která mají zásadní vliv na volbu vhodných materiálů a technologií:

- a) skladování v logistické a taktické konfiguraci a provozní faktory;
- b) u velkých počtů relativně levné munice (např. dělostřeleckých střel) musí být cena zaváděných řešení co nejnižší;
- c) požadavky z hlediska dopadů na životní prostředí.

Při konstrukčním řešení a konfiguraci balení mohou být použity principy uvedené v čl. 16.2.3.1 až 16.2.3.3 (podobné postupům pro konstrukci munice).

16.2.3.1 Snížení energie podnětu

Jedinou metodou využitelnou pro snížení energie podnětu přenášené na munici je aplikace obalových bariér. Jejich druh a uspořádání bude záviset na konkrétním podnětu a na všech logistických omezeních (hmotnost, velikost apod.). Je možné uvažovat o třech druzích bariér popsanych níže.

Bariéry proti mechanickému zásahu

Bariéry vhodné pro omezení mechanického ohrožení buď zastaví, nebo zmenší přenos kinetické energie z dopadajícího elementu na munici. Důležitými parametry v tomto procesu jsou u penetrátoru jeho délka, průměr, rychlost, hustota a pevnost, u bariéry pak hustota, pevnost, geometrie a schopnost pohltit energii.

Komplikace při navrhování co nejúčinnější bariéry spočívá v absolutní velikosti působícího ohrožení. Každá bariéra je proto z hlediska použití a předpokládaného ohrožení specifická. Nicméně současným trendem je konstrukce vícesložkových ochran, které kombinují vrstvy různorodých materiálů, např. tvrdého pro deformaci/rozložení střely a poněkud poddajnějšího pro zpomalení střely a/nebo úlomků a střepin.

Bariéry je nezbytné umístit dovnitř balení nebo kolem něj tak, aby citlivé části munice (tj. energetické materiály) byly chráněny před zásahem ze všech možných úhlů.

Kromě cenového omezení je rozhodujícím faktorem hmotnost a objem dodatečně instalovaných materiálů.

V tabulkách 17 a 18 je uvedeno pět hlavních druhů materiálů absorbujících energii a pět převažujících kombinací vícevrstvých materiálů (sendvičových struktur). Další vyspělejší druhy pancéřové ochrany zde nejsou uváděny, protože se používají převážně jen u bojové techniky.

TABULKA 17 – Příklady materiálů absorbujících energii

Materiály	Příklady	Technické parametry / principy činnosti
Přírodní materiály	Zrnité materiály (pemza, zemina, ...).	Viz čl. 16.2.3.1, část „Bariéry proti zásahu rázem“.
Polymery	Jednoduchá tkanina (nylon). Polymerové pěny.	
Kovy	Ocel jako např.: - válcovaný homogenní pancíř, - litý homogenní pancíř, - pancíř s vysokou tvrdostí. Titan jako např.: - Ti-6Al-4V (TA6V). Hliníkové slitiny jako např.: - hliník-hořčík, - hliník-hořčík-zinek, - hliník-měď-mangan.	Kovy absorbují kinetickou energii projektilu pomocí plastické deformace: - kovy s vysokou hustotou jsou účinnější proti střelám s vysokou rychlostí, - kovy s vysokou pevností jsou účinnější u střel s nízkou rychlostí. Ocel nabízí nejlepší kompromis mezi cenou a odolností vůči průrazu ze všech kovů, ale na úkor dodatečného zvýšení hmotnosti. Titan poskytuje vyšší hmotnostní účinnost než ocel a hliníkové slitiny, ale při vyšší ceně. Hliníkové slitiny jsou srovnatelné s ocelí z hlediska ceny a odolnosti vůči průrazu, ale vyžadují mnohem větší tloušťku. Titanové a hliníkové materiály ušetří v porovnání s ocelí asi 25 % až 40 % hmotnosti, přičemž hliníkové se snadněji obrábějí a svařují než titanové.
Kompozitní materiály s polymerovou maticí	Sklolaminát. Aramidové vlákno. Kompozitní materiály s polyetylenovým vláknem.	Mohou zajistit balistickou ochranu ekvivalentní s kovy, ale při nižší plošné hustotě.

Materiály	Příklady	Technické parametry / principy činnosti
Keramické materiály	Oxid hlinitý. Karbid bóru. Karbid křemíku. Diborid titanu.	Keramické materiály absorbují energii projektilu prostřednictvím svého prasknutí. Mají vynikající vlastnosti z hlediska tvrdosti a pevnosti, čímž mohou způsobit rozbití většiny penetrátorů při dopadu, ale jsou poměrně křehké. Nejčastěji používaný je vzhledem k nízké ceně beztlakově slinutý oxid hlinitý, kdežto karbid bóru nabízí nejlepší kombinaci funkčních parametrů a nízké hmotnosti.

TABULKA 18 – Sendvičové struktury

Koncepce	Principy	Technické parametry / principy činnosti
Kovové hybridní lamináty	Skládají se z tvrdé čelní plochy, na které se projektil rozlomí, a zadní části, která zachytí úlomky.	Vyvíjeny pro zlepšení funkčních parametrů překonávajících pancíře s vysokou tvrdostí. Jejich tvarování a svařování je obtížné.
Hybridy kov – kompozitní materiál	Skládají se z kovové vrstvy opatřené na rubové straně kompozitním materiálem s polymerovou maticí.	Vyvíjeny pro minimalizaci úlomků.
Hybridy keramický materiál – kov	Skládají se z tvrdé keramické vrstvy, na které se projektil rozbije, roztrhne nebo rozruší a následně zasáhne zadní kovovou vrstvou.	Vyvíjeny proti ohrožení střelami středních a velkých ráží s rychlostí od 1 300 m/s do 1 600 m/s.
Hybridy keramický materiál – kompozitní materiál	Skládají se z keramického materiálu s rubovou stranou z kompozitního materiálu s polymerovou maticí.	Efektivnější než konstrukční řešení s kovovou rubovou stranou. Velké elastické a plastické deformace kompozitního materiálu vyžadují dodatečná technická řešení z hlediska vícenásobných zásahů.

Koncepce	Principy	Technické parametry / principy činnosti
Hybridy keramický materiál – kov – kompozitní materiál	Skládají se z hybridů keramický materiál – kov opatřených na zadní straně měkkým kompozitním materiálem s polymerovou maticí.	Vyvíjeny z důvodů minimalizace hmotnosti a úlomků a maximalizace funkčních parametrů. Kombinací kovových nebo vláknitých kompozitních materiálů jako rubového materiálu nabízí výsledný keramický kompozitní pancíř výbornou hmotnostní a prostorovou účinnost, zvláště pro lehkou a střední třídu pancířů. Poskytuje úroveň ochrany dvakrát až třikrát lepší než válcovaný homogenní pancíř při dvakrát až třikrát nižší hmotnosti.

Jako ochrana před malorážovými střelami se osvědčily tzv. skládané pancíře, které jsou v tomto případě až dvakrát účinnější než válcovaný homogenní pancíř se stejnou hmotností.

Bariéry proti působení tepla

Rozhodujícími pro účinnost těchto bariér je jejich tepelná vodivost a tepelná kapacita. Možná technologická řešení jsou uvedena v tabulce 19.

TABULKA 19 – Řešení bariér proti působení tepla

Řešení	Principy činnosti
Prostředky zpomalující hoření	Materiály při zvýšené teplotě potlačují proces hoření.
Dočasně žáruvzdorné materiály	Zvýšená teplota způsobí chemickou přeměnu exponovaného povrchu, přičemž se vytvoří vrstva odolná proti teplu. Tato vrstva vyžaduje pro své odstranění další energii.
Povrchové bariéry	Plynotěsná tepelně izolující vrstva omezuje přestup tepla.
Napěňující se nátěr	Nátěr se při vystavení teplu mění v tuhou pěnu (vývinem plynů a následnou karbonizací) s nízkou teplotní vodivostí.

Bariéry proti zásahu rázem

Účinné materiály pro zeslabení rázu musí být schopné zeslabit akustické a rázové vlny, přetlaková maxima (i odražená) a účinky impulzu a dohořívání paliva. Může toho být dosaženo pomocí následujících postupů:

- a) Rozdělení rázu. Ráz se šíří rychlostí, s tlakem a velikostí částic danými rázovou impedancí materiálu, skrz který postupuje. Ke změně rázu dojde, když rázová vlna narazí na nespojitost. V místě styku s materiálem o rozdílné rázové impedanci se ráz zpravidla rozdělí na odraženou a procházející část. Maximální hodnoty tlaku odraženého a procházejícího rázu mohou být sníženy použitím materiálu s vhodnou impedancí.

- b) Absorpce/rozptýlení energie rázu. Energie rázu může být zredukována použitím vhodné energie k vytvoření nevratných materiálových změn, jako jsou fázové změny nebo stlačení (zmáčknutí) pórovitých látek. Vhodnými kandidáty jsou materiály s velkou deformovatelností, nízkou pevností v tlaku a vysokým stupněm stlačitelnosti.

Aby se bariérový materiál nestal pro munici ohrožením (svým vymrštěním nebo působením odraženého rázu na okolní munici), je možné použít takové materiály, které se rozbijí na malé kousky, nebo pórovité látky, aby ráz mohl projít skrz ně.

Příklady možných technických řešení jsou uvedeny v tabulce 20.

TABULKA 20 – Řešení bariér proti zásahu rázem

Řešení	Příklady
Rozdělení rázu	Voda, vodní sprcha, vodní zaplavovací systém.
	Dvoufázové materiály (uzavřená stabilizovaná hliníková pěna, vodní pěna).
	Vícevrstvé materiály s upravenou impedancí (ocel/polymetylmetakrylát, hliník/plast/vzduch/plast, ...).
Absorpce energie	Materiály s vysokou extragranulární pórovitostí (prázdnými prostory, dutinami), jako jsou přírodní materiály (pískový cement, pemza, dřevní vlákna spojená cementem) utěsněné tenkým pláštěm.
	Materiály s vysokou intragranulární pórovitostí (dutinami) jako: <ul style="list-style-type: none"> - pemza, - houbovitá hornina, - včelí plástev vyplněná (nebo ne) zrnitými materiály, - beton s nízkou hustotou, absorbující ráz, - chemicky pojený keramický materiál s vysokou pórovitostí, absorbující ráz.

16.2.3.2 Snížení vlivu balení na reakci munice

Jestliže munice reaguje na podnět nedetonačním způsobem, může její uzavření v obalu zvýšit prudkost reakce. Pokud je toto považováno za pravděpodobné, bude nutné balení opatřit určitou formou zařízení na odvod spalin nebo systémem pro utlumení vnitřního nárůstu tlaku (obdobně jako odvod spalin z munice). Kromě toho musí být balení navrženo tak, aby zařízení pro odvod spalin z munice fungovalo s potřebnou účinností.

16.2.3.3 Omezení účinků výbuchu

Jestliže munice v obalu reaguje na podnět a vytváří výbušné efekty považované za nepřijatelné, bude třeba tyto efekty potlačit. Toho je obvykle dosahováno prostřednictvím balení a označováno jako z odolnění vůči rázu. Potlačení účinků výbuchu může být uskutečněno:

- a) použitím vhodných bariér uvnitř balení pro absorpci energie (rázové/tepelné). Více informací o možných technologiích snížení energie podnětu vstupujícího do munice lze nalézt v čl. 16.2.3.1;

- b) vhodným prostorovým rozdělením munice, aby nevytvářela ještě větší ohrožení okolní munice (např. diagonálním efektem). K tomuto účelu lze použít usměrňovače (odchylovače) výbuchu mezi uloženou municí.

16.2.4 Zapalovače

16.2.4.1 Základní požadavky

Zapalovač pro IM:

- musí splňovat požadavky ČOS 130014 a tohoto standardu;
- svým začleněním do systému nesmí znehodnocovat charakterizační znak IM;
- musí spolehlivě fungovat ve všech předepsaných provozních prostředích;
- musí zajistit účinnou iniciaci munice požadovaným způsobem.

V ČOS 130014, ve kterém jsou souhrnně popsány konstrukční požadavky na rozněcovací (iniciační) systémy, se uvádí, že konstrukční vlastnosti zapalovače musí zabránit iniciaci počínové náplně až do doby, než dojde k jeho odjištění. Pokud je však munice při zkouškách IM vystavena zatížením, které jsou mnohem intenzivnější než při normálních zkouškách vlivu prostředí a nehodových stavů, pak tato zatížení nemají způsobit takovou reakci počínové náplně zapalovače jako při iniciaci roznětného řetězce.

Zapalovač musí mít prostředky pro spolehlivou iniciaci hlavní náplně za všech provozních podmínek. Hlavní náplň bude obvykle tvořena trhavinou a ve stále více případech to bude EM vhodný pro použití v IM a bude tedy vykazovat nízkou zranitelnost.

Zapalovače s nelineovým rozněcovadlem a pojistnou přepážkou, jako je např. klasický dělostřelecký zapalovač, zpravidla obsahují rozbušku s náplní třaskaviny a musí splňovat požadavky ČOS 130014, čl. 7.3.1. Výsledek tam uvedené zkoušky bezpečnosti součástí obsahujících třaskaviny poskytuje jistotu, že přerušovač (pojistná přepážka) zabrání jakékoliv formě přenosu detonace z rozbušky na počínovou náplň zapalovače. Obtíže mohou nastat v případě nahrazení trhaviny v počínové náplni zapalovače méně citlivou výbušninou, kdy spolehlivá iniciace může vyžadovat rozbušku buď výkonnější, nebo s optimalizovaným výstupním efektem.

Souhrn používaných prvků roznětného řetězce je uveden v tabulce 21.

TABULKA 21 – Prvky roznětného řetězce

Prvek	Citlivost	Výkon	Materiál
Rozněcovadlo	Citlivé	Nízký	Třaskavina
Přenosová náplň	Dost citlivá	Střední	Trhavina
Počínová náplň zapalovače	Dost citlivá	Střední	Trhavina
Počínová náplň munice	Necitlivá	Střední/vysoký	Trhavina
Hlavní náplň	Necitlivá	Vysoký	Trhavina

16.2.4.2 Další faktory

Rozněcovací (iniciační) systémy je možno rozdělit do dvou kategorií: liniové a neliniové. Liniové systémy nemají obsahovat žádnou třaskavinu a musí být iniciovány jedním z řady způsobů, které byly vypracovány v poměrně nedávné době. Příkladem může být výbušné fóliové rozněcovadlo, výbušný elektrický můstek nebo laser.

Iniciace roznětného řetězce

Zkoušky prováděné u rozněcovacích systémů vycházejí z předpokladu, že zapalovač nebyl poškozen jinak než uměle vyvolaným stárnutím. Zapalovače jsou však u minometných a dělostřeleckých střel zpravidla umístěny na jejich špici a v posledních letech se navrhuje z lehčích materiálů, jako je hliník nebo plast, z čehož vyplývá větší pravděpodobnost jejich poškození. K tomu může dojít jak při běžné manipulaci, tak vnějším napadením, např. zásahem malorážovou střelou či střepinou. Proto je odůvodněné zabývat se i uceleností konstrukce z hlediska možnosti vytvoření výstupního efektu třaskaviny, který by mohl proniknout k počínové náplni zapalovače. Je tedy žádoucí zmenšit takové ohrožení odstraněním citlivějších materiálů a zavedením jiných způsobů iniciace počínové náplně, jako jsou liniové systémy. I když v současné době nemusí být jejich použití u některých druhů munice z prostorových či cenových důvodů možné, může to být reálné v budoucnosti.

Bezpečnost liniových systémů, používajících elektricky iniciované zážehové systémy, bude vyžadovat splnění požadavku na potlačení nežádoucí iniciace způsobené nesprávnými logickými kroky nebo nechtěnými zdroji elektromagnetické energie. Zkoušení a hodnocení těchto konstrukčních řešení je popsáno v ČOS 130014.

U neliniových systémů je rozbuška jako první člen roznětného řetězce až do okamžiku odjištění zapalovače oddělena od dalších prvků řetězce fyzickou bariérou. Po úspěšném absolvování již výše zmíněné zkoušky bezpečnosti součástí obsahujících třaskaviny (viz ČOS 130014) je nezbytné se zabývat jen EM, který v řetězci následuje za touto bariérou. Obecně musí rozněcovací systém fungovat ve všech požadovaných prostředích a po celou dobu své doby života, nebo u něj maximálně může dojít k poruše s následky neohrožujícími bezpečnost (s předepsanou úrovní spolehlivosti). Pro splnění požadavků na IM však musí být roznětný řetězec zapalovače co nejméně citlivý k rázu a vystavení tepelným vlivům nesmí vést k prudší reakci než hoření. Použitá výbušnina tedy musí být iniciovatelná plamenem nebo rázem a schopná přejít v detonaci, přitom nesmí být citlivá k náhodné/nehodové iniciaci působením vlivů prostředí jako požáru kapalných paliv, pomalého ohřevu nebo rázů při manipulaci.

Výbušnina použitá v počínové náplni zapalovače musí být dostatečně citlivá a mít odpovídající výbušnost pro šíření detonace v roznětném řetězci, přitom však nesmí být citlivá k náhodnému/nehodovému vznícení či příliš citlivá k detonaci.

16.2.4.3 Konstrukce zapalovače

Stejně jako u úplné munice je i u konstrukce zapalovačů pro IM neúčinnějším způsobem dosažení požadovaných vlastností systémový přístup. Rozhodujícími prvky jsou:

- a) energetické materiály;
- b) technologie zmírnění reakce na podnět;
- c) systémové aspekty vztahující se k zapalovači.

Volba EM

Hlavní požadavky na EM byly uvedeny již v čl. 16.1, ale v souvislosti s použitím v zapalovačích je třeba zmínit ještě další činitele. Při rozhodování o konkrétním EM je rozhodující:

- a) cena (ale vzhledem k použitému množství je méně důležitá než u hlavní náplně);
- b) funkční parametry (především spolehlivé fungování předepsaným způsobem);
- c) vyrobiteľnosť a dostupnosť (včetně jednotlivých složek);
- d) zralost technologie (stav vývoje, existence specifikací, ve výrobě, zaveden, ...);
- e) problematika ochrany zdraví a bezpečnosti (vlivy na životní prostředí, toxicita, ...);
- f) snášitelnost s jinými EM a materiály použitými v zapalovači;
- g) citlivost k rázu, teple a nárazu, odolnost vůči zpětné setrvačné síle;
- h) stárnutí;
- i) likvidace.

Počínová náplň zapalovače musí být navržena tak, aby iniciovala hlavní náplň nebo počínovou náplň munice, je-li vystavena specifickému energetickému impulzu, ale zároveň musí být odolná vůči všem dalším podnětům. Schvalování způsobilosti materiálu podle ČOS 137601 poskytne konstruktérovi potřebné údaje o citlivosti k rázu, tření, elektrostatickému výboji, vznícení apod. Žádaným cílem je rovněž přiřazení k podtřídě nebezpečnosti 1.6 dle ČOS 130013.

Při výběru vhodného EM pro použití v IM je velmi žádoucí, aby měl přirozeně nízkou zranitelnost (tj. sníženou úroveň reakce na tepelný a mechanický podnět).

Reakce EM na ráz

Je nezbytné, aby počínová náplň zapalovače byla citlivá k iniciaci rázem, zesílila rázovou vlnu a předala ji dál za účelem iniciace hlavní náplně. Je nutné vzít v úvahu faktory jako orientaci, utěsnění, teplotu a hustotu. Ty budou mít vliv na dolní mezní průměr a přechod v detonaci. Zohlednit se z důvodu přenosu detonace na hlavní náplň musí i samotná konfigurace počínové náplně. Pro posouzení všech faktorů však nejsou k dispozici potřebné teoretické podklady.

Kdykoliv je to možné, mají mít EM následující charakteristiky:

- a) dobré mechanické vlastnosti:
 - minimální křehkost (drobivost),
 - houževnatost (vysoká průtažnost při porušení v oblasti plastické deformace, zvláště při nízkých teplotách a vysoké rychlosti zatížení),
 - nízkou teplotu skelného přechodu,
 - pojídla s nízkým modulem pružnosti;
- b) polymery s vysokým měrným teplem a skupenským teplem tání ke zchlazení horkých jader;
- c) složky s nízkou citlivostí;
- d) optimální rozdělení částic pro smáčení pojídlem a pevnost vzájemné vazby;
- e) minimální pórovitost.

Prostředí s možností přehřátí je z hlediska pravděpodobnosti mnohem větším rizikem než neúmyslná (nehodová) či záměrná iniciace rázem. Zasažení střelou, střepinou nebo kumulativním paprskem s dostatečnou energií tak, aby došlo ke kontaktu

s počínovou náplní bez narušení utěsnění i protržení vnějšího pláště, je většinou podstatně méně pravděpodobné než působení prostého požáru. Podrobnosti o tepelném ohrožení jsou uvedeny v čl. 16.1.2 tohoto standardu.

Rozhodujícím činitelem při stanovení výsledné prudkosti reakce je řádová hodnota nárůstu tlaku.

16.2.4.4 Konstrukce munice z hlediska zapalovače

Jak je uvedeno v čl. 16.2.1, pro zamezení katastrofického nárůstu tlaku v důsledku reakce EM se používají technologie odvodu spalin / porušení utěsnění. V případě zapalovačů se používá metoda zeslabených závitů nebo adaptéru zapalovače, který změkne nebo se roztaví, takže zapalovač se může od munice rychle oddělit.

Systémy odvodu spalin lze rozdělit na dva základní typy, aktivní a pasivní:

- a) aktivní systémy se zakládají na iniciaci energetického prostředku, který rozřízne plášť nebo vytvoří jeho dostatečné zeslabení v takové míře, aby při určitém tlaku bylo umožněno relativně snadné rozdělení pláště;
- b) pasivní systémy vycházejí z chemických nebo fyzikálních změn ve specifických materiálech, které umožní vytvoření otvorů pro odvod spalin nebo řízené oddělení koncových částí / uzávěrů munice.

Srovnání vhodných technologií zmírnění reakce je uvedeno v tabulce 16. Tělo zapalovače je pochopitelnou volbou pro odvod spalin ze střel, ale u větší munice to nemusí být dostatečné. V případě roznětného řetězce zapalovače, který zahrnuje oddělení elementu s třaskavinou od počínové nebo hlavní náplně, to však může být žádoucí.

16.2.4.5 Konstrukce zapalovače z hlediska energetického materiálu

Zpravidla se berou v úvahu tři níže uvedené konstrukční parametry.

Rozměry náplně. Návrh náplně s menším průměrem, než je dolní mezní průměr při utěsnění, je jistě nejefektivnější cestou, jak se vyhnout detonačnímu ději. To je však možné jen u muničních součástí, u kterých není vyžadováno, aby při své funkci detonovaly (tzn. u pohonné/hnací části). Možným řešením by mohlo být rozdělení počínové náplně na dvě poloviny a jejich spojení až po bezpečném odjištění.

Přítomnost vnějších prázdných prostor (dutin) jako čelních (hlavových) a dnových, příp. povrchových dutin. Z důvodu nezbytné vysoké homogenity náplně je nežádoucí, aby obsahovala vzduchové mezery, dutiny, praskliny a aby byla pórovitá. Konstrukce musí rovněž zabránit pohybu náplně, jejímu velkému objemovému roztažení či smrštění. Mezi další možná řešení patří zamezení tlakového ohřevu uzavřeného vzduchu, tření nebo smyku, odstranění vzduchu, zlepšení kontroly kvality výroby, odstranění nepravidelností na povrchu pláště a použití výplní (pěna, plst).

Použití dvojité náplně EM, přičemž jedna je méně citlivá než druhá. V praxi to znamená použít co nejmenší možné množství citlivého EM a minimalizovat cílovou plochu ohrožení. Příkladem může být využití systému roznětných řetězců nebo různé lisovací tlaky u náplní rozbušek.

16.2.4.6 Balení

Jak již bylo uvedeno v čl. 16.2.3, je třeba se zabývat zvýšením úrovně ochrany nejzranitelnějších oblastí, přičemž její možnosti prostřednictvím mechanických a tepelných bariér vycházejí z výsledků vyhodnocení ohrožení a nebezpečí.

Jestliže zapalovač reaguje na podnět nedetonačním způsobem, může jeho uzavření v obalu zvýšit prudkost reakce. Kromě toho musí být balení navrženo tak, aby zařízení pro odvod spalin z munice fungovalo s potřebnou účinností, tzn. musí být zajištěn prostor pro rychlé oddělení (vytlačení) zapalovače od munice a vytvoření otvoru pro odvod spalin.

16.2.4.7 Vhodné technologie pro zlepšení charakterizačního znaku IM

Příklady konstrukčních koncepcí a technologií IM použitelných pro rozněcovací systémy jsou uvedeny v tabulce 22.

Posouzení vhodných metod je uvedeno v tabulce 23.

16.2.4.8 EM se sníženou zranitelností pro počínové náplně zapalovačů

Většina klasických počínových trhavin (jako tetryl, Composition CH-6 nebo Composition A-5) při vystavení účinkům požáru kapalných paliv reaguje se značnou prudkostí.

Byly vyvinuty tři obecné typy trhavin odolných vůči přehřátí na bázi HMX, HNS a TATB. Příkladem jsou trhaviny B-2188, B-2238, P-63, Rowanex 3601, PBXN-5 nebo PBXN-7. Mají však buď určité výkonové limity, především při nízkých teplotách (např. PBXN-7), nebo meze svého chování při přehřátí (např. PBXN-5). Výborné vlastnosti prokazuje TATB. Hexogen může být z důvodu zvýšení výkonu nahrazen oktogenem (PBXW-14, V-350, ORA-86, PBXN-9, PBXN-110). TATB a HNS jsou relativně drahé. Za potenciální náhradu TATB se považuje NTO.

Při dosud publikovaných omezených zkouškách na mechanická ohrožení (zásah malorážovou střelou, střepinou nebo kumulativním paprskem) bylo zjištěno, že nové počínové výbušniny by měly vyhovět zásahu malorážovou střelou, ale budou mít těžkosti se zkouškou na zásah střepinou. Pokud je však zapalovač integrován do munice, konstrukce munice mu poskytuje dodatečné mechanické bariéry proti počátečnímu podnětu. Kumulativní nálož je problematictější, je však pravděpodobné, že iniciuje hlavní náplň munice, přičemž má být zohledněn účinek kumulativního paprsku na celý systém, jakož i snížená pravděpodobnost zásahu relativně malé počínové náplně.

Příklady možných směsných trhavin se sníženou zranitelností pro použití v počínových náplních jsou uvedeny v tabulce 24.

TABULKA 22 – Technologie IM pro rozněcovací systémy

Konstrukční koncepce IM	Technologie IM
Počínová a přenosová náplň odolná vůči přehřátí	Viz tabulka 24
Tepelně izolující materiály	Napěňující se nátěry
	Polymerové vložky
	Izolační návleky
Systémy odvodu spalin	Rychlé oddělení (vytlačení) zapalovače
	Roztavitelné zátky
	Kompenzátory pnutí materiálu
	Snadno rozlomitelné spoje
	Slitiny s tvarovou pamětí
	Otvory pro odvod spalin z počínové náplně
Minimalizace utěsnění	Výběr vhodných materiálů a konfigurace zapalovače
Minimalizace množství EM jeho tvarováním	Počínová náplň s Munroe efektem
	Počínová náplň s inverzním Munroe efektem
	Kruhová počínová náplň
	Kuželovitá počínová náplň
	Generátory Machových vln
Minimalizace množství EM (velikosti počínové náplně)	Zlepšení výbušných parametrů počínové náplně (nahrazení hexogenu oktogenem)
Speciální pouzdra počínových náplní	Vyletující destičky
	Vícebodová iniciace
Liniové rozněcovadlo	Výbušné fóliové rozněcovadlo
Zvýšení spolehlivosti iniciace	Zapuštěná a chráněná počínová náplň
	Zlepšení výbušných parametrů počínové náplně (použití trhavin pro výbuchové urychlení kovů)
Balení zmírňující ohrožení teplem a rázem	Materiály a bariéry zmírňující ohrožení rázem
	Napěňující se nátěr obalu (oddaluje reakci na přehřátí)

TABULKA 23 – Relativní hodnocení vhodných technologií

Technologie	Přínosy	Cena	Spolehlivost	Nevýhody
Nové výbušniny pro počínové náplně	Snižují citlivost k rázu. Odolné vůči přehřátí.	Nízká až střední (TATB, HNS)	Vysoká	Výstupní efekt musí být pro zajištění funkce hlavní náplně upraven. Vyžaduje úplné zkoušky pro schválení způsobilosti.
Napěňující se nátěry	Oddalují iniciaci počínové náplně a zajišťují jednotnou velikost vstupujícího tepla.	Nízká	Vysoká	Zvyšuje hmotnost a objem. Jsou-li aplikovány v municích, musí se řešit jejich snášenlivost.
Polymerové vložky	Oddalují iniciaci počínové náplně a zajišťují jednotnou velikost vstupujícího tepla.	Nízká	Vysoká	Může snížit utěsnění počínové náplně. V důsledku stárnutí se mohou měnit mechanické vlastnosti.
Izolační návleky	Oddalují iniciaci počínové náplně a zajišťují jednotnou velikost vstupujícího tepla.	Nízká/střední	Vysoká	Zvyšuje hmotnost a objem.
Rychlé oddělení (vytlačení) zapalovače	Žádné riziko přenosu iniciace na hlavní náplň.	Nízká/střední	Střední/vysoká	U munice v obalu musí být zajištěn prostor pro rychlé oddělení zapalovače, proto narůstá objem logistického balení.
Roztavitelné zátky	Brání nárůstu tlaku.	Nízká/střední	Vysoká	Nutná ochrana před aerodynamickým ohřevem, může stárnout.
Snadno rozlomitelné spoje	Brání nárůstu tlaku.	Nízká	Vysoká	Zeslabení těla (prostředí s velkým zrychlením), stárnutí.
Slitiny s tvarovou pamětí	Brání nárůstu tlaku.	Nízká/střední	Střední/vysoká	Stárnutí.
Otvory pro odvod spalin z počínové náplně	Brání nárůstu tlaku.	Nízká	Vysoká	Snižuje utěsnění počínové náplně.
Specifický tvar počínové náplně	Zlepšuje výkon počínové náplně, může snížit hmotnost a objem zapalovače.	Nízká/střední	Střední/vysoká	Výrobní proces (přesnost sestavy).
Generátory Machových vln	Zlepšuje výkon počínové náplně, minimalizuje hmotnost a objem zapalovače.	Nízká/střední	Střední/vysoká	Výrobní proces (přesnost sestavy).
Zlepšení výbušných parametrů počínové náplně	Zlepšuje spolehlivost iniciace, snižuje pravděpodobnost selhání, umožňuje další funkčnost zapalovače.	Nízká až střední (TATB, HNS)	Vysoká	Výstupní efekt musí být pro zajištění funkce hlavní náplně upraven. Vyžaduje rozsáhlé zkoušky bezpečnosti a spolehlivosti.

Technologie	Přínosy	Cena	Spolehlivost	Nevýhody
Vyletující destičky	Zlepšuje spolehlivost iniciace, snižuje pravděpodobnost selhání.	Střední/vysoká	Vysoká	Výrobní proces (přesnost sestavy).
Vícebodová iniciace	Zlepšuje spolehlivost iniciace, snižuje pravděpodobnost selhání, snižuje riziko náhodné iniciace.	Střední/vysoká	Vysoká	Výrobní proces (přesnost sestavy).
Výbušné fóliové rozněcovadlo	Snižuje cenu pojistného a odjišťovacího ústrojí.	Střední	Vysoká	Výrobní proces (přesnost sestavy).

TABULKA 24 – Možné směsné trhavinny se sníženou zranitelností pro počínové náplně

Trhavina	Složení	Typ	Použití
B-2188 A	PETN/HMX/PU 44/40/16	PBX	Řízené střely
B-2238	RDX/HTPB 85/15	Litá PBX	Řízené střely
B-2248	HMX/NTO/HTPB 42/46/12	Litá PBX, EIDS	Schválená způsobilost
DIPAM			Trhavina pro přenosové a počínové náplně se schválenou způsobilostí
DXP-1380	HMX/pojidlo 92/8	Lisovaná PBX	Trhavina pro počínové náplně se schválenou způsobilostí
DXP-1340	HMX/pojidlo 96/4	Lisovaná PBX	
DXP-2380	RDX/pojidlo 92/8	Lisovaná PBX	Trhavina pro počínové náplně se schválenou způsobilostí
DXP-2340	RDX/pojidlo 96/4	Lisovaná PBX	
FPX-P1	PETN/pojidlo	PBX	
FPX-P2	PETN/pojidlo	PBX	
HK5	HNS/pojidlo Kel-F	Lisovaná PBX	Střely ráže 76 mm a 155 mm
HNS Type 1		Lisovaná	Trhavina pro přenosové a počínové náplně se schválenou způsobilostí

Trhavina	Složení	Typ	Použití
ORA-86	HMX/PU 86/14	Litá PBX	Trhavina pro počínové náplně pum se schválenou způsobilostí
P-15636	HMX/NTO/pojidlo	PBX	Trhavina pro počínové náplně a výbuchové urychlení kovů
P-63	HNS/pojidlo 94/6	Lisovaná PBX	Trhavina pro počínové náplně se schválenou způsobilostí
PBX-9502	TATB/kopolymer KeLF 95/5	Lisovaná PBX	Trhavina typu EIDS pro počínové náplně se schválenou způsobilostí
PBX-9407	RDX/kopolymer EXON 94/6	Lisovaná PBX	Trhavina pro počínové náplně se schválenou způsobilostí
PBXN-5	HMX/elastomer Viton 95/5	Lisovaná PBX	Trhavina pro počínové náplně se schválenou způsobilostí, používána v některých bojových hlavicích
PBXN-6	RDX/elastomer Viton 95/5	Lisovaná PBX	Trhavina pro počínové náplně se schválenou způsobilostí
PBXN-7	RDX/TATB/elastomer Viton 35/60/5	Lisovaná PBX	Trhavina pro počínové náplně se schválenou způsobilostí, používána v některých bojových hlavicích
PBXN-9	HMX/elastomer Hytemp/dioktyladipát 92/6/2	Lisovaná PBX	Trhavina pro počínové náplně se schválenou způsobilostí pro bojové hlavice
PBXN-10	RDX/elastomer Hytemp/dioktyladipát 94/1,5/4,5	Lisovaná PBX	Trhavina pro počínové náplně se schválenou způsobilostí
PBXN-110	HMX/HTPB/ isodecylpelargonát/jiné 88/5/5/2	Litá PBX	
PBXN-301	PETN/silikon	Vytlačovaná PBX	
PBXW-14	HMX/TATB/pojidlo	Lisovaná PBX	Trhavina pro počínové náplně ve vývoji
Rh-83	Neznámé	Lisovaná PBX	

Trhavina	Složení	Typ	Použití
Rowanex 3601	RDX/TATB/ termoplastický elastomer 35/60/5	Lisovaná PBX	
V-350	HMX/TATB/pojidlo 45/52/3	Lisovaná PBX	Trhavina pro počínové náplně se schválenou způsobilostí
XTF-111G	HNS/pojidlo	Lisovaná PBX	Střely pro námořní děla ráže 4,5 palce

16.2.4.9 Zlepšení z hlediska IM ve vztahu k bezporuchovosti systému

Interoperabilita mezi zapalovači a municí je obecně popsána ve standardizačních dokumentech, které se zabývají jejich konstrukcí, formou výkresů rozhraní. Nejsou zde však žádné informace nebo požadavky týkající se přenosových charakteristik jednotlivých členů roznětného řetězce. Přitom však např. náhrada trhaviny Composition A-5 (teoretický detonační tlak kolem 32,8 GPa) trhavinou PBXN-7 (teoretický detonační tlak kolem 25,2 GPa) v počínové náplni zapalovače může bez provedení dodatečných konstrukčních úprav zvýšit počet selhaných. Proto je požadováno náležité posouzení různých navržených řešení („IM“ zapalovač s klasickou střelou, klasický zapalovač s „IM“ střelou apod.). Jednou z možných variant je větší velikost počínové náplně zapalovače nebo začlenění další počínové náplně do konstrukce munice. Pokud by obvykle zapalovač, který není IM, měl být vyřazen z užívání dříve než střela nebo puma bez zapalovače, pak nové zapalovací systémy by ideálně stále měly mít dostatečný energetický výstup pro iniciaci starší munice. Na druhé straně může vzniknout operativní požadavek, aby konvenční zapalovač fungoval rovněž s náplní munice zhotovené z EM se sníženou citlivostí – této situaci je však, pokud je to možné, nutno se vyhnout.

PŘÍLOHY

Příloha A
(normativní)

Zásady organizace, provádění a dokumentace zkoušek ve skutečném měřítku

A.1 Úvod

Tato příloha obsahuje obecné zásady organizace, plánování, provádění a dokumentace zkoušek ve skutečném měřítku pro hodnocení vlastností munice z hlediska IM a HC, které mají být uplatněny ve spojení s ČOS zabývajícími se jednotlivými zkouškami.

Pokud dojde k rozporu mezi ČOS pro konkrétní zkoušku ve skutečném měřítku a touto přílohou, pak mají přednost ustanovení uvedená v ČOS pro konkrétní zkoušku.

Předpokládá se obecně použitelná organizační struktura a příslušné odpovědnosti, přičemž celý proces je popsán v typické chronologické posloupnosti. Zásady jsou strukturovány následovně:

- a) systém a organizace zkoušek, odpovědnosti;
- b) program zkoušek;
- c) plánování a vedení zkoušek;
- d) specifické aspekty zkoušek;
- e) dokumentace zkoušek;
- f) provedení zkoušek;
- g) zpráva o zkouškách.

Podrobnosti o systému a organizaci zkoušek jsou uvedeny v kapitole A.6.

A.2 Program zkoušek

Pro správné a náležité hodnocení reakce munice je zásadní zaznamenat co nejvíce relevantních údajů.

Při zpracování programu zkoušek v rámci přípravy instrukce k provedení zkoušek se mají vzít v úvahu:

- a) informace z dokumentace předcházejících zkoušek;
- b) specifické aspekty zkoušky (podrobněji uvedeny v ČOS pro konkrétní zkoušku ve skutečném měřítku);
- c) obecné zásady (viz kapitola A.7).

Při stanovení parametrů zkoušek IM ve skutečném měřítku se mají využít všechny dostupné průkazné podklady z předchozích vývojových zkoušek a analýz (např. modelování, zkoušky v laboratorním a zmenšeném měřítku a na úrovni součástí, charakterizace EM) a dříve získané údaje o výsledcích zkoušek jiné munice s podobnými konstrukčními charakteristikami.

Tyto průkazné podklady mají být použity jak pro posouzení pravděpodobné reakce munice při zkoušce ve skutečném měřítku, tak pro stanovení specifických parametrů a podmínek zkoušky. Jestliže příslušný ČOS pro zkoušku ve skutečném měřítku uvádí různé možnosti nebo umožňuje volbu mezi standardní a alternativní

(upravenou) zkouškou, mohou být takové podklady důležité při odůvodnění konfigurace a parametrů zkoušky.

A.3 Specifikace a plánování zkoušek

Tato kapitola popisuje způsoby přípravy zkoušek ve skutečném měřítku. Obsahuje rovněž rozsah a hloubku požadovaných údajů o zkouškách potřebných pro následné hodnocení IM. Jednoznačně a kvalitně připravená dokumentace pro zkoušky je zásadní pro úspěšnou realizaci programu zkoušek.

A.3.1 Požadavky na zkoušky

Specifické

Při vypracování programu zkoušek a instrukce k provedení zkoušek mají být pro zahrnutí do instrukce posouzeny požadavky uvedené v ČOS pro konkrétní zkoušky ve skutečném měřítku. Tyto ČOS mohou obsahovat specifické požadavky na jednotlivé zkoušky z hlediska konfigurace, uspořádání, přístrojového a měřicího zařízení a provedení.

Obecné

U všech zkoušek ve skutečném měřítku existují faktory, které jsou aplikovatelné na většinu z nich (pokud ne na všechny). Při zpracování programu zkoušek a instrukce k jejich provedení se mají především zohlednit pokyny uvedené v této příloze.

Obecné zásady zkoušek jsou podrobněji rozvedeny v kapitole A.7. Požadavky jednotlivých článků této kapitoly mají být pro zabezpečení všech dostupných důkazů řešeny v instrukci k provedení zkoušek.

Zkoušky klasifikace nebezpečnosti

Jestliže se zkoušky mají využít rovněž pro HC, musí být mezi příslušnými národními autoritami dosaženo shody na počtu zkoušených kusů, jejich konfiguraci (v obalu nebo bez něj) a počtu prováděných zkoušek.

A.3.2 Instrukce k provedení zkoušek

V programu zkoušek a každé instrukci k provedení zkoušek mají být uvedeny příslušné národní autority pro hodnocení bezpečnosti munice, IM a HC. Je přirozené, aby příslušné národní autority byly zapojeny do zpracování nebo posouzení instrukce.

Instrukce k provedení zkoušek je pro zkušebnu klíčovým dokumentem, který jí umožňuje připravit plán zkoušek a zajistit shromáždění příslušných údajů.

Vzor informací, které by měly být zahrnuty v instrukci pro provedení zkoušek, je uveden v kapitole A.8.

A.3.3 Plán zkoušek

Zpracování plánu zkoušek je obvykle odpovědností zkušebny, příp. vývojového subjektu. V plánu zkoušek jsou implementovány specifikace obsažené v instrukci k provedení zkoušek a může v něm docházet ke změnám v závislosti na omezujících místních faktorech.

Příloha A
(normativní)

Plán zkoušek je zpravidla předkládán ke schválení projektovému týmu (dle znění kontraktu) a má být před zahájením zkoušek odsouhlasen příslušnou národní autoritou. Projektový tým má zabezpečit konzultaci odborníků při zpracování plánu zkoušek.

A.4 Provedení zkoušek

Zkoušky se provádějí systematickým a strukturovaným způsobem v souladu s instrukcí k provedení zkoušek a schváleným plánem zkoušek. Většina zkoušek ve skutečném měřítku má za následek zničení drahých předmětů zkoušek, vyžaduje shromáždění velkého množství dočasně ukládaných údajů a nemusí být opakovatelná.

A.4.1 Prostorové uspořádání zkušební plochy a její vyčištění

Prostorové uspořádání zkušební plochy a přístrojového zařízení musí odpovídat instrukci k provedení zkoušek a schválenému plánu zkoušek. Je nezbytné, aby před zkouškou byla plocha vyčištěna od úlomků a střepin z předcházejících zkoušek.

Před zkouškou se musí vzít v úvahu úroveň předpokládané reakce munice a pravděpodobná velikost úlomků a střepin včetně vzdálenosti jejich rozletu, aby byla vyčištěna dostatečně velká plocha.

Aby bylo možno dohledat úlomky či střepiny, musí mít zkušební plocha (a její bezprostřední okolí) pevný povrch, v ideálním případě by měla být z betonu nebo mít pevný písčité podklad. Případný travnatý porost má být posekán na nejkratší možnou výšku.

A.4.2 Měřicí a záznamová zařízení

Měřicí a záznamová zařízení se instalují v souladu s pokyny obsaženými v instrukci k provedení zkoušek a schváleném plánu zkoušek.

Je důležité, aby veškeré měřicí zařízení bylo před zkouškou přezkoušeno a zkalibrováno a kabelová vedení chráněna před účinky výbuchu.

A.4.3 Potvrzení průběhu zkoušky

Průběh zkoušky bude zpravidla sledován a potvrzen zástupci zhotovitele a projektového týmu (ten si může přizvat další specialisty, např. z kontrolního orgánu / národní autority nebo z oblasti výzkumu a posuzování bezpečnosti munice a výbušnin).

Informace od těchto osob se mohou ukázat jako velmi cenné pro proces hodnocení a je důležité, aby všichni účastníci zkoušky poskytli příslušné poznámky a záznamy pro následnou kompletní soubor důkazních materiálů.

A.4.4 Ověření shody s instrukcí k provedení zkoušek a cíli zkoušky

Jednou z důležitých odpovědností projektového týmu je ověřit shodu s požadavky a cíli obsaženými v instrukci k provedení zkoušek.

Pokud se ukáže jako nezbytné odchýlit se od instrukce k provedení zkoušek a plánu zkoušek nebo postupu odsouhlaseného při posouzení připravenosti ke zkouškám, musí to být po konzultaci s příslušnými odborníky schváleno kontrolním orgánem / národní autoritou nebo jimi pověřeným zástupcem projektového týmu.

A.5 Zpracování zprávy o zkouškách

Zprávu o zkouškách zpravidla zpracovává organizace, která je provádí (zkušebna). Zpráva může být vydána samostatně nebo může tvořit klíčovou součást celkové zprávy o hodnocení IM. Příklad struktury zprávy o zkouškách a její minimální obsah jsou uvedeny v kapitole A.9.

Pokud dojde k opakování zkoušky, má být každá zkouška ve zprávě o zkouškách zdokumentována samostatně, aby mohla být i samostatně hodnocena. To umožní identifikovat a posoudit nejprudší reakci munice.

Jakmile jsou zkoušky ve skutečném měřítku ukončeny, stávají se obrazové (příp. i zvukové) záznamy spolu se zprávou o zkouškách jediným podkladem pro hodnocení úrovně reakce munice (předpokládá se určitý stupeň výbušné reakce vedoucí k závažnému poškození či zničení zkoušeného vzorku).

Veškeré záznamy, výsledky měření a pozorování se musí po zkoušce předepsaným způsobem uchovávat jako rozhodující součást souboru důkazních (podkladových) materiálů pro následné přezkoumání a hodnocení zkoušky. Mohou totiž obsahovat informace přesahující rozsah informací uváděných ve zprávě o zkouškách.

Zpráva o zkouškách se předloží projektovému týmu v co nejkratším termínu, nejpozději tři měsíce po jejich ukončení.

Projektový tým potvrdí, že zpráva splňuje požadovaný standard a formálně ji převezme. Jestliže se ve zprávě vyskytnou nedostatky, může si vyžádat jejich nápravu, což samozřejmě pozdrží celý proces převzetí a hodnocení.

Každá zpráva o zkouškách musí být jednoznačně identifikována a evidována dle příslušných předpisů.

Pokud je zpráva změněna nebo aktualizována, musí být rovněž odpovídajícím způsobem identifikována.

V souladu s platnými předpisy se zpráva o zkouškách včetně souboru důkazních materiálů archivuje péčí projektového týmu tak, aby dokumenty byly dostupné po celou dobu používání munice. Požaduje se jejich uchování i v elektronické podobě.

A.6 Systém a organizace zkoušek

A.6.1 Stanovení cílů zkoušky

Prvním krokem při zpracování programu zkoušek je jednoznačná definice cílů zkoušky. Zpravidla jsou dva obecné cíle – stanovení reakce munice na podněty a podpora národních procesů hodnocení munice z hlediska požadavků na IM a HC.

Tyto cíle nejsou nutně totožné. Reakci je nezbytné zjistit i v případě, kdy shody s požadavky na IM není dosaženo. Tato informace je nutná pro hodnocení bezpečnosti, rizika a zranitelnosti a pro informaci o prostředcích pro zmírnění reakce munice na podnět, které mohou být potřebné ke snížení rizika na nejnižší rozumně dosažitelnou úroveň.

Z řady dalších důvodů pro provádění zkoušek IM ve skutečném měřítku lze uvést:

a) stanovení doby do reakce;

Příloha A
(normativní)

- b) stanovení účinnosti různých druhů balení a systémů pro zmírnění reakce na podnět;
- c) stanovení reakce s alternativní účinnou náplní a sestavou rozněcovacího systému;
- d) stanovení reakce při použití rozdílných konstrukčních prvků a charakteristik jako materiálu a tloušťky pláště, povrchových úprav a bariér, iniciačních zařízení, zařízení pro odvod spalin apod.

Cíle zkoušky mají rovněž jednoznačně stanovit, jak a kým budou výsledky hodnoceny.

A.6.2 Skupina pro plánování zkoušek a její povinnosti

Projektová skupina pro plánování zkoušek má být obvykle zřizována na počátku každého muničního programu. Mají v ní být zástupci projektového týmu, příslušných národních autorit a v případě potřeby i specialisté z výzkumných a zkušebních pracovišť. Skupina zajišťuje kolektivní dohled nad všemi příslušnými zkouškami od jejich plánování až po vyhodnocení a nad kompletností důkazního materiálu, na základě kterého pak může být posouzeno dosažení shody s požadavky na IM.

Mezi odpovědnosti této skupiny patří zabezpečit posouzení připravenosti ke zkouškám. Pro toto posouzení lze využít i formu kontrolního listu splnění požadavků na zkoušky, který může být součástí instrukce k provedení zkoušek.

A.6.3 Odpovědnosti národní autority

Odpovědností příslušných národních autorit je zpravidla zabezpečit, že požadavky na zkoušky jsou správně a úplně specifikovány pro účely následného hodnocení. Dále se mohou podílet na přípravě instrukce k provedení zkoušek a na posouzení podrobností zkoušek v rámci posouzení připravenosti ke zkouškám.

Finanční náklady a v některých případech dostupnost zdrojů pro provádění zkoušek ve skutečném měřítku limitují možnosti opakování zkoušek. Bez ohledu na zavedené národní postupy má mít národní autorita, odpovědná za hodnocení výsledků zkoušek, možnost v rámci daných postupů sama zajistit, aby důkazní materiál ze zkoušek byl postačující pro následné hodnocení. To má být výslovně aplikovatelné pro hodnocení IM a HC, zvláště jsou-li za tyto oblasti odpovědné různé národní autority.

A.6.4 Odpovědnosti projektového týmu

Projektový tým má celkovou odpovědnost (buď přímou, nebo společně s příslušnou národní autoritou) za zpracování programu zkoušek zahrnujícího zkoušky ve skutečném měřítku. Je rovněž odpovědný za zajištění konzultací s národní autoritou před zahájením zkoušek.

Projektový tým je odpovědný za to, že plán zkoušek zpracovaný zkušebnou poskytne dostatečné důkazy, na základě kterých může být provedeno hodnocení shody s požadavky na IM (buď obecnými, nebo obsaženými v konkrétní zadávací dokumentaci).

Projektový tým je rovněž odpovědný za předložení výsledků zkoušek po jejich dokončení národní autoritě pro jejich formální posouzení. Toto hodnocení se zpravidla provede do tří měsíců po ukončení zkoušek. Národní autorita si může

Příloha A
(normativní)

vyžádat dodatečné informace o konstrukci munice, EM a funkci munice. Dále je projektový tým odpovědný za vyžadování aplikace zásad uvedených v této příloze a v ČOS pro konkrétní zkoušky ve skutečném měřítku.

A.6.5 Odpovědnosti zkušebny

Zkušebna je odpovědná za realizaci programu zkoušek v souladu s jeho obsahem nebo s instrukcí k provedení zkoušek. Jestliže se ukáže jako nezbytné odchýlit se od podmínek/parametrů uvedených v instrukci nebo plánu zkoušek, musí si k tomu zkušebna vyžádat souhlas projektového týmu a příslušné národní autority.

Zkušebna je zpravidla odpovědná za vypracování zprávy o zkouškách, která musí být vyčerpávající a obsahovat všechny informace nezbytné pro objektivní hodnocení výsledků zkoušek. Zásady sestavení zprávy o zkouškách jsou uvedeny v kapitole A.9 této přílohy a v ČOS pro konkrétní zkoušky ve skutečném měřítku.

A.7 Obecné zásady zkoušek ve skutečném měřítku

Zásady řešení různých aspektů specifikace zkoušek ve skutečném měřítku pro zapracování do instrukce k provedení zkoušek jsou v této kapitole rozčleněny do následujících oblastí:

- a) konfigurace zkoušených předmětů;
- b) podmínky zkoušek;
- c) referenční zkoušky;
- d) přístrojová a záznamová zařízení;
- e) pozorování a záznamy.

A.7.1 Konfigurace zkoušených předmětů

Konfigurace zkoušeného předmětu má být stanovena na základě vyhodnocení ohrožení a odpovídat fázi životního cyklu, která je reprezentována zkouškou. Může být v obalu nebo bez něj; v některých případech může být nezbytné provést zkoušky obou variant.

U malých předmětů se s větší pravděpodobností použije konfigurace v obalu. Jestliže se provádí zkouška IM zároveň se zkouškou HC, vyžaduje se, aby konfigurace v obalu zahrnovala tři obaly nebo objem zkoušeného předmětu v obalu nebyl menší než 0,15 m³ (podle toho, která hodnota objemu je větší). V současné době se to vyžaduje u následujících zkoušek HC a mělo by být specifikováno ve srovnatelných zkouškách IM:

- a) zkouška 6(b) – zkouška hromady obalů;
- b) zkouška 6(c) – zkouška vnějším ohněm (na hranici);
- c) zkouška 7(g) – zkouška předmětu podtřídy 1.6 vnějším ohněm.

A.7.1.1 Konstrukční standard

Zkoušky ve skutečném měřítku se nejčastěji provádějí na konci vývojového cyklu munice a se zkoušenými předměty, které jsou standardním výrobním typem nebo standardem přijatelně reprezentativním pro příslušnou národní autoritu. Přijatelné varianty standardního výrobního typu jsou diskutovány v dalším textu této kapitoly. V průběhu vývojových prací mohou být provedena předběžná hodnocení reakcí

Příloha A
(normativní)

na podněty, ale aby mohla být považována za platná, musí splňovat požadavky a postupy uvedené v této příloze.

Aby byly zkoušky platné, zkoušené předměty s obsahem energetických materiálů musí být standardním výrobním typem. Neenergetické součásti v roznětné linii musí být standardním výrobním typem nebo alespoň fyzikálně reprezentativní.

Každé zkoušené balení pro hodnocení shody s požadavky na IM (příp. požadavky zadávací dokumentace) má vždy plně představovat konečný konstrukční standard.

Aby zkouška byla považována za platnou, musí být u všech změn standardního výrobního typu prokázáno, že neovlivní výsledky zkoušek.

A.7.1.2 Ostré (funkční) a inertní součásti

V ideálním případě má být zkoušená munice kompletní položkou. Pro příklad lze uvést situaci, kdy různé součásti roznětného řetězce mohou mít podstatný vliv na reakci munice a vynechání jedné nebo více může mít za následek netypickou reakci.

Pokud však drahé elektronické součásti nemají vliv na reakci při zkoušce, je jen málo důvodů pro jejich zničení. Mohou pak být nahrazeny tepelně, mechanicky, geometricky a fyzikálně reprezentativními inertními součástmi, a to za předpokladu, že se nezmění tepelné charakteristiky munice a mechanické utěsnění (uzavření) energetických součástí.

Nevýbušné části nebo konstrukční prvky mohou být rovněž nahrazeny tepelně a geometricky reprezentativními díly. Ty mají během zkoušky prokázat porovnatelné mechanické a tepelné chování jako nevýbušné předměty standardního výrobního typu.

Součásti mohou být nahrazeny pouze tehdy, pokud při jejich záměně neexistuje potenciál vedoucí k iniciaci zkoušeného předmětu v důsledku zkušebního prostředí nebo podnětu. U některých součástí, např. komplexních elektronických jednotek, může být vyžadováno samostatné ověření. Doporučuje se, aby do zkoušky byly zahrnuty součásti, které akumulují energii, jako tepelné baterie nebo plynové láhve.

Je-li munice opatřena odnímatelným (demontovatelným) zapalovačem, musí rozhodnutí o konfiguraci zkoušeného předmětu vycházet z hodnocení ohrožení a životního cyklu. U munice s pevně zabudovaným zapalovačem není obvykle přijatelné použít při zkouškách inertní zapalovač.

A.7.1.3 Použití munice vystavené před zkouškami vlivu prostředí

Neexistuje zvláštní pravidlo, zda má být zkoušená munice nově vyrobená a v původním stavu, nebo zda má být vystavena určitému urychlenému stárnutí a/nebo zatížení prostředím s tepelnými nebo mechanickými vlivy. Obojí je akceptovatelné.

Použití nové munice může poskytnout užitečné výchozí informace, kdežto zkoušky se zatíženou municí lépe reprezentují pravděpodobné ohrožení IM během jejího provozu.

A.7.1.4 Munice v obalu nebo bez obalu

Požadovanou konfiguraci pro zkoušky stanoví analýza ohrožení; v některých případech může být nutné provést konkrétní zkoušku jak v obalu, tak bez obalu (logistické nebo taktické konfiguraci). U některé munice jsou logistická a taktická konfigurace stejné.

Při zkouškách v taktické konfiguraci nemá být zkoušený předmět opatřen balicími/paletizačními stahovacími páskami. U zkoušených předmětů v obalu, ať hromadných, či jednotlivých, se klasifikátory typu reakce budou vztahovat na celé balení.

A.7.1.5 Zkoušky úplné munice nebo na úrovni součástí

Rozhodnutí, zda provádět zkoušky úplné munice nebo na úrovni součástí, bude záviset na řadě faktorů. Prvním je velikost munice. Při malých rozměrech bude munice vždy zkoušena jako úplná, zpravidla v obalu. Možnost provádět zkoušky na úrovni součástí se vyskytuje pouze u větších muničních celků, např. u řízených střel obsahujících více než jednu hlavní energetickou součást jako samostatnou bojovou hlavici a raketový motor.

U zkoušek s působením tepla (rychlý a pomalý ohřev) může být výhodné provádět zkoušky na úrovni součástí, aby reakce každé důležité součásti mohla být jednoznačně stanovena samostatně. Může však docházet k interakci mezi součástmi vedoucí k odlišné reakci, a proto se doporučuje provádět také zkoušku úplné munice. Kromě toho se zkoušený předmět (součást nebo úplná munice) nemá z hlediska tepelného profilu (přestupu tepla) lišit od skutečné součásti nebo úplné munice.

Zkoušky na zásah malorážovou střelou, střepinou a kumulativním paprskem se standardně provádějí na úrovni součástí a nejprudší reakce je pak přisouzena munici jako celku.

Zkoušky na sympatetickou reakci se pro určení reakce a možností jejího zmírnění mohou provádět na úrovni součástí. Pokud nemůže být reakce spolehlivě posouzena na této úrovni, vyžadují se zpravidla i zkoušky úplné munice v obalu.

Kromě toho je vždy nutné vzít v úvahu působení energetických nebo mechanických vlivů nejdříve reagujících součástí na další části munice.

Jestliže je rozhodnuto provádět zkoušky na úrovni součástí, je důležité zajistit, aby součásti byly v konfiguraci odpovídající podmínkám v úplné munici.

A.7.2 Podmínky zkoušek

A.7.2.1 Bezpečnost

Předměty zkoušené v souladu s požadavky a zásadami popsány v této příloze mohou reagovat s prudkostí měnící se od reakce VI. typu do reakce I. typu nebo se stát propulzivními. Proto je odpovědností zkušební zajistit bezpečnost osob a zařízení během přípravy a průběhu zkoušky i po jejím provedení.

Jestliže musí být zkoušený předmět z důvodů bezpečnosti nějakým způsobem zajištěn (uchycen), je třeba se řídit ustanoveními čl. A.7.2.4 této přílohy. Řízené střely a rakety se doporučuje zkoušet pouze umístěné uvnitř ochranné klece nebo použít vhodné upínací prostředky, které zabrání jejich pohybu. Použití prostředků

Příloha A
(normativní)

pro měření propulze a střepinového účinku zkoušeného předmětu musí být řádně zdokumentováno a odsouhlaseno příslušnou národní autoritou.

Pokud budou mít bezpečnostní důvody vliv na provedení zkoušky, musí být informována příslušná národní autorita.

A.7.2.2 Umístění a orientace

Zkoušený předmět je zpravidla umístěn a orientován v souladu s umístěním a orientací ve zkoušené logistické nebo taktické situaci. Pokud nemohou být splněny požadavky na záměrný bod / bod zásahu a směr střelby (dráhu střely), pak v případě nezbytnosti může být změněna orientace zkoušeného předmětu (nutný souhlas národní autority).

Jestliže je to nezbytné a odsouhlasené národní autoritou, může být zkoušený předmět uchycen/zajištěn vhodnými prostředky (např. lany, stahovacími páskami nebo řetězy), aby se zabránilo jeho náhodnému pohybu, např. působením větru.

Upínací prostředky, zajišťující umístění a orientaci zkoušeného předmětu, nemají narušovat působení podnětu (např. rychlosti zahřívání) na předmět ani průběh a důsledky samotné zkoušky.

A.7.2.3 Záměrný bod, bod zásahu a směr střelby

U zkoušek na zásah malorážovou střelou, střepinou a kumulativním paprskem je důležité zvolit odpovídající záměrné body. Zásah malorážové střely a střepiny se zpravidla vede na nejcitlivější součást či EM (např. zažehovač raketového motoru, počinovou náplň bojové hlavice) a na hlavní náplň výbušniny. Za nejcitlivější součást se považuje ta, jejíž vystavení danému ohrožení má za následek nejprudší reakci munice a která není oddělena od hlavní energetické součásti bariérami nebo jinými bezpečnostními (pojistnými) zařízeními.

Energetické součásti, které by vyvolaly nejprudší reakce, mohou být přezkoušeny dvakrát místo dvojích zkoušek všech hlavních energetických součástí, což poskytne vhodné technické zdůvodnění pro schválení národní autoritou.

Na pravděpodobnost zasažení takové součásti je však potřebné se dívat střízlivě; platí to zejména o velmi malých počinových náplních nebo rozněcovadlech ukrytých hluboko v munici. V takových případech je podstatnější zasáhnout hlavní náplň výbušniny.

Jestliže jsou zkoušeny malé předměty uložené v krabici/truhlíku, má být směr střelby zvolen tak, aby došlo k zásahu co největšího počtu předmětů.

Směr střelby je zpravidla kolmý k povrchu zkoušeného předmětu, aby byl zajištěn průraz předmětu. Projektilu by pokud možno neměly stát v cestě žádné nevybušné součásti nebo konstrukční prvky.

Každá zkouška by měla být posouzena samostatně s využitím konzultací s odborníky, aby byla zaručena volba vhodných záměrných bodů s odpovídajícími tolerancemi odrážejícími obtížnost dosažení absolutní přesnosti zamíření.

A.7.2.4 Zajištění a upevnění zkoušené munice

Jestliže se předpokládá, že u munice dojde při zkoušce k propulzi, bude pravděpodobně nezbytné munici upevnit, aby se snížilo nebezpečí pro zařízení

Příloha A
(normativní)

zkušebny a přítomné osoby. Toho může být dosaženo např. umístěním munice do klece nebo ohrady z betonových bloků, uchycením ve zkušební stolici nebo může být munice zajištěna upevňovacími prostředky jako ocelovými řetězy nebo lany.

Klece, bariéry a prostředky pro uchycení mohou ovlivnit účinek zkušebního podnětu a mají být umístěny tak, aby nezmírňovaly tepelné nebo mechanické podněty. U každé použité metody je podstatné, aby body pro uchycení a upevnění předmětu neovlivnily reakci munice, což by mohlo vést k chybným výsledkům. Při jejich umístění se má zabránit zápornému ovlivnění měření přetlaku v čele vzdušné rázové vlny, přesného měření rozletu úlomků, funkce zařízení pro zmírnění reakce na podnět, schopnosti zkoušeného předmětu prasknout nebo rozložit se na střepeiny a zahřátí nebo vystavení ohni.

U raket a řízených střel bude zpravidla významné stanovit, zda nastane propulze, a provést měření tahu motoru.

A.7.2.5 Temperování před zkouškou

Zkoušky ve skutečném měřítku se obvykle provádějí se zkoušenými předměty o teplotě okolí, pokud nejsou zvláštní důvody pro jejich temperování na nižší nebo vyšší teplotu. Taková úprava teplot může samozřejmě vést k odlišné reakci munice.

Pokud však z analýzy ohrožení vyplývá, že ke konkrétnímu ohrožení nejpravděpodobněji dojde při vysoké nebo nízké teplotě, je vhodné provést zkoušku při této teplotě. Zkoušený předmět má být stabilizován na požadovanou teplotu ještě před provedením zkoušky.

U zkoušek vlivu tepla (rychlý a pomalý ohřev) se má vždy začínat se zkoušeným předmětem o teplotě okolí. Zkouška na pomalý ohřev umožňuje rychlé předběžné temperování munice na vyšší teplotu jako součást předepsaného postupu. V takovém případě je nejúčelnější provést zvýšení teploty zkoušeného předmětu i termostatu najednou.

Použití munice vystavené před zkouškami vlivu prostředí je diskutováno v čl. A.7.1.3.

A.7.2.6 Označování zkoušených předmětů

Jestliže má zkoušený předmět hromadný charakter (obsahuje více kusů téže munice či součástí), má být pro identifikaci reakcí veškeré munice zváženo označení (obvykle barevné) jednotlivých kusů. To je důležité u zásahových zkoušek, kde reakce přilehlé munice může pomoci lepšímu pochopení sympatetické reakce nebo reakce zaměřené munice. Obdobně tomu může být i u tepelných zkoušek.

V některých případech samotné barevné označení nepostačuje, především při zkouškách v podmínkách utěsnění. Má se uvážit označení předmětů vyražením nebo vyleptáním značek, příp. použitím jiných metod trvalého značení.

A.7.2.7 Meteorologické podmínky

Je nutné se vyhnout extrémním meteorologickým podmínkám (např. větru, dešti, teplotám), které mohou ovlivnit výsledky zkoušek. Veškeré mezní hodnoty meteorologických veličin, uvedené v instrukci k provedení zkoušek, musí být monitorovány a zaznamenány pro kontrolu jejich dodržení.

A.7.2.8 Opětné použití zkoušeného předmětu, nedojde-li k reakci

Příloha A
(normativní)

U zkoušek na zásah malorážovou střelou a střepinou, při kterých nedošlo k žádné reakci zkoušeného předmětu, může být přijatelné opětovné použití tohoto předmětu pro další zásahovou zkoušku. Bude to záviset na rozsahu porušení munice nebo pláště a následném zeslabení utěsnění EM.

Pokud je vyhodnoceno, že vstupní (a případně výstupní) otvory po zásahu malorážovou střelou nebo střepinou při první zkoušce budou mít malý vliv na výsledky následující zkoušky, může být zkoušený předmět opětovně použit.

A.7.3 Referenční zkoušky

Některé zkoušky ve skutečném měřítku mohou pro usnadnění hodnocení IM vyžadovat provedení výchozích referenčních zkoušek, zvláště v případě předpokládaných komplikací při interpretaci výsledků zkoušek ve skutečném měřítku. Zkoušky přiměřeně reprezentativních inertních nebo ostrých (funkčních) předmětů mohou být potřebné pro lepší rozlišení důkazů o reakcích zkoušených předmětů a eliminaci důkazů vyvolaných nebo zmírněných samotnou zkouškou. Referenční zkoušky se mají provést pokud možno současně se zkouškami ve skutečném měřítku, aby se minimalizovaly vlivy prostředí, meteorologických podmínek nebo jiných faktorů, které by mohly ovlivnit výsledky. Referenční zkoušky lze rozdělit do tří skupin popsanych níže.

A.7.3.1 Referenční zkoušky s inertními předměty

Tyto zkoušky se provádějí pro stanovení výstupních parametrů inertního zkoušeného předmětu vystaveného ohrožení v definovaném prostředí.

Inertní zkoušené předměty mají být v co největším možném rozsahu standardním výrobním typem. Nevýbušné části musí být geometricky, fyzikálně a tepelně reprezentativní. Inertní materiály nahrazující EM mají mít odpovídající hustotu, rázovou impedanci, tepelné a mechanické vlastnosti.

Referenční zkoušky s inertními předměty mohou být potřebné pro lepší rozlišení důkazů o reakcích zkoušených předmětů od důkazů vyvolaných samotnou zkouškou. Příkladem takového důkazu může být rozmetání úlomků způsobené přenosem mechanického momentu při nárazu malorážové střely nebo střepiny.

A.7.3.2 Referenční zkoušky s ostrými (funkčními) předměty

Tyto zkoušky se provádějí pro zjištění výstupních parametrů systému daných jeho konstrukcí v definovaném prostředí.

Zkoušené předměty mají být stejného standardního typu jako předměty pro zkoušky ve skutečném měřítku, ať se jedná o standardní výrobní typ, nebo obsahují inertní části nebo součásti, které jsou mechanicky, geometricky, fyzikálně a tepelně reprezentativní.

Referenční zkoušky s ostrými předměty mohou být potřebné pro stanovení úplné reakce (např. detonace) zkoušeného předmětu pro srovnání s reakcí při zkoušce IM nebo výstupního efektu donoru při zkoušce na sympatetickou reakci.

A.7.3.3 Kalibrační zkoušky

Jedná se o zkoušky zařízení a měřidel používaných pro ověření zkušebních parametrů jako přesnosti zamíření, dopadové rychlosti nebo tepelného toku a za účelem kalibrace záznamového zařízení.

A.7.4 Měřicí a záznamová zařízení

Pro zajištění dostatečných údajů k prokázání správného provedení zkoušek a stanovení intenzity reakce munice má být použito vhodné a odpovídající přístrojové vybavení. Přístrojové a záznamové zařízení by mělo minimálně obsahovat:

- a) měření tepelného toku (pokud je reakcí hoření, je žádoucí asistence hasičů);
- b) měření přetlaku v čele vzdušné rázové vlny;
- c) ionizační sondy;
- d) svědečné desky;
- e) zástěny a rámy pro měření rychlosti úlomků a střepin;
- f) statické fotografie stavu před zkouškou a po ní, vysokorychlostní obrazový záznam zkoušeného předmětu a okolního prostoru;
- g) záznam zvuku pomocí mikrofону;
- h) další měření a záznamy stanovené plánem zkoušky a/nebo jinými požadavky.

A.7.4.1 Zkušební podnět

U zásahových zkoušek musí měřicí metoda umožnit hodnocení bodu zásahu bez ohledu na typ a rychlost reakce. To může vyžadovat měření trajektorie fragmentu v krátké vzdálenosti od zkoušeného předmětu ve vztahu k předpokládanému směru střelby.

U zkoušek na zásah střepinou má metoda měření dopadové rychlosti zahrnovat kompenzaci účinků aerodynamického odporu. Kromě toho má uváděná hodnota zahrnovat odhad nejistoty měření. U kompenzace účinků aerodynamického odporu lze předpokládat hodnotu koeficientu aerodynamického odporu 1,65 a rozpětí nejistoty $\pm 0,05$.

A.7.4.2 Tepelný tok

Měření tepelného toku jako detektoru reakce je problematické, protože jeho parametry jsou závislé na rozměrech a tvaru munice a tok bude mít pravděpodobně směrový charakter. Proto není tepelný tok zahrnut do primárních nebo sekundárních důkazů jakékoliv úrovně reakce a není předepsán standardy zabývajícími se zkouškami ve skutečném měřítku. Je však užitečným parametrem pro stanovení průvodních škod při reakci munice a celkové bezpečnosti. Může být rovněž potřebný při hodnocení HC.

A.7.4.3 Přetlak vzdušné rázové vlny

Ačkoliv přetlak vzdušné rázové vlny není předepsán jako primární důkazní prostředek pro všechny úrovně reakcí, je klíčovým parametrem při hodnocení typu reakce a měl by se měřit při všech zkouškách ve skutečném měřítku.

Aby mohly být použity snímače s odpovídajícím rozsahem měření, je potřebné ještě před zkouškou předběžně určit pravděpodobnou reakci munice a s ní spojený přetlak v čele vzdušné rázové vlny. Rovněž může být vhodné kalibrovat snímače prostřednictvím měření výstupního efektu detonace jednotlivé munice, což poskytne výchozí základnu pro porovnání při následných zkouškách IM a identifikuje příspěvek donorové munice při sympatetické reakci.

Příloha A
(normativní)

Snímače přetlaku se zpravidla umísťují ve vzdálenosti 5 m, 10 m a 15 m, pokud se nepředpokládá reakce nižšího řádu nebo jestliže zkoušená munice má malou NEQ, kde mohou být hodnoty sníženy na 2,5 m, 5 m a 10 m. Dodržení těchto standardních vzdáleností je důležité pro vzájemné porovnání výsledků jednotlivých zkoušek a různé munice.

Přestože to není některými ČOS pro zkoušky ve skutečném měřítku předepsáno, mají se při každé zkoušce použít nejméně dvě navzájem kolmé řady snímačů přetlaku v čele vzdušné rázové vlny. Při rozdílných jednotlivých zkouškách mají být snímače umístěny vždy ve stejné pozici a se stejnou orientací vzhledem ke zkoušenému předmětu.

A.7.4.4 Ionizační sondy

Ionizační sondy se mohou použít pro měření rychlosti šíření reakce v munici tak, že postupně indikují vznik a průběh detonace. Jsou vhodné i pro potvrzení, že donorová munice při zkoušce na sympatetickou reakci dosáhla úplné detonace.

Užití ionizačních sond má však svá omezení. Jsou např. efektivní pouze při měření rychlosti šíření reakce, pokud k jejímu vzniku dochází v jednom místě munice – akceptorová munice je při sympatetické reakci zpravidla zasažena rázem, vzdušnou rázovou vlnou a střepinami po celé své délce a pravděpodobně nebude možné získat jakýkoliv smysluplný záznam rychlosti šíření reakce v ní.

Využitelnost ionizačních sond při rozlišování mezi reakcemi nižšího řádu není rovněž zcela vyjasněná a je nepravděpodobné, že sondy poskytnou dostatečné informace pro jakékoliv hodnocení.

A.7.4.5 Svědečné desky

Svědečné desky mohou být velmi cenné při rozlišování mezi typy reakcí. Vrypy, důlky a další stopy na pancíři mohou celkem zřetelně ukázat, zda munice detonovala, nebo u ní došlo k reakci nižšího řádu.

Svědečné desky mají výhodu v tom, že poskytují trvalý doklad o charakteru reakce, který může být po zkoušce podrobně prozkoumán – mají být dostatečně pevné, aby odolaly detonaci zkoušeného předmětu.

Optimální materiál pro zhotovení svědečných desek je závislý na druhu a rychlosti předpokládaných střepin. Pro velkou municí s ocelovým pláštěm (tělem) se doporučuje použít ocelová deska o tloušťce nejméně 25 mm, u munice s hliníkovým nebo velmi tenkým ocelovým pláštěm může poskytnout lepší výsledky hliníková deska. Užití svědečných desek nemusí být naopak vhodné u munice s plastovým nebo kompozitním pláštěm.

Svědečné desky je vhodné umístit v přiměřené vzdálenosti pod zkoušeným předmětem a po jeho dvou nebo třech stranách.

Nesmí vytvářet překážku pro řádnou funkci jiných měřicích a záznamových zařízení (např. snímačů přetlaku v čele vzdušné rázové vlny) nebo omezovat rozlet střepin či úlomků. Zároveň musí však být v dostatečné blízkosti zkoušeného předmětu, aby bylo možné získat smysluplné záznamy tvorby střepin a poškození vzdušnou rázovou vlnou.

Příloha A
(normativní)

Jestliže se předpokládá sympatetická reakce, je pro získání dalších důkazních materiálů vhodné umístit svědečnou desku v těsné blízkosti donoru nebo pod ním; stejná zásada platí i pro akceptory. Účelem je umožnit porovnání poškození desky v důsledku úplné detonace donoru i akceptorů.

A.7.4.6 Rozlet, rychlost a hmotnost úlomků a střepin

Jedním z rozhodujících činitelů při hodnocení typu reakce je velikost a hmotnost úlomků a střepin vytvořených zkoušenou municí a vzdálenost, na kterou jsou vymrštěny. Při detonační reakci bude plášť munice roztržena na velmi malé kousky, které budou vymrštěny na značnou vzdálenost a veškerý EM bude spotřebován. S klesající prudkostí (intenzitou) typu reakce roste velikost úlomků a střepin (přičemž se zmenšuje vzdálenost jejich rozletu) i množství nespotřebovaného EM.

Podrobné údaje (tabulky, grafy) o rozdělení úlomků a střepin podle daných charakteristik jsou podstatnou součástí každé zprávy o zkouškách ve skutečném měřítku.

Pro zmapování se úlomky a střepiny vyfotografují na místě, shromáždí a pořídí se kompletní fotodokumentace. Zaznamená se jejich celková hmotnost, roztrídí se a rozdělí na skupiny podle jednotlivých kusů munice, aby je bylo možno porovnat s původní hmotností munice. Při zkouškách IM se mají shromáždit veškeré úlomky a střepiny, ne jenom ty, které se nacházejí v určitých sektorech či vzdálenostech.

Velikost a rychlost se může měřit také s využitím pohlcujících materiálů, jako jsou lepenky, dřevovláknité desky nebo měkké plastové panely pro zachycení střepin. Obvykle se používá řada vrstev, které se po zkoušce oddělí. Střepiny se dohledají, identifikují a zváží, přičemž hloubka průniku se použije pro výpočet jejich rychlosti.

Lepenky (nebo jejich ekvivalenty) se umístí ve stanovené vzdálenosti od zkoušeného předmětu (jako standard se doporučuje 5 m a 15 m) na jeho protilehlých stranách podél osy představující linii největší tvorby střepin. U předmětů s trhavinovou náplní (např. dělostřeleckých střel) se umístí kolmo k tělu střely a u munice s usměrněným střepinovým účinkem pak bude nutné vybrat odpovídající osu s největší tvorbou střepin.

Úlomky a střepiny se zkontrolují pro stanovení druhu lomu, což může být zásadní pro rozlišení mezi reakcí III. typu a I. nebo II. typu.

A.7.4.7 Obrazové záznamy

Fotografická a filmová dokumentace je pro hodnocení reakce nezbytná. Při všech zkouškách má být použit vysokorychlostní filmový záznam, aby mohl být zpětně analyzován průběh zkoušky.

Záznamové přístroje mají být umístěny tak, aby zachytily všechny potřebné skutečnosti a aby se v jejich zorném poli nenacházely žádné předměty, které by bránily záznamu.

V ideálním případě se použijí dvě vysokorychlostní kamery: jedna poskytující celkový pohled na místo zkoušky (včetně zachycení rozletu úlomků a střepin a vzniku případné ohnivé koule) a druhá zabírající z blízkosti zkoušený předmět.

Pro zaznamenání konfigurace zkoušky před jejím zahájením slouží statické fotografie. Mají být pořízeny celkové záběry místa zkoušek a zkušební stolice,

Příloha A
(normativní)

detailní snímky zkoušeného předmětu (je-li munice v obalu, pak obsah tohoto obalu tak, aby byl zřejmý způsob balení a orientace zkoušených předmětů) včetně jeho umístění na zkušební stoliici. U zásahových zkoušek se pořídí i záběry ukazující záměrný bod.

Po zkoušce se pořídí statické fotografie zkušební stolice a zbytků zkoušeného předmětu, detailní snímky svědečných desek, všech případně vytvořených kráterů a veškerých významných úlomků včetně nezreagovaného EM (ty pak musí být jednoznačně identifikovány v následné zprávě).

A.7.4.8 Zvukové záznamy

Při zkouškách se pořizuje zvukový záznam jejich průběhu, který je využitelný zejména pro rozlišení detonačního děje a výbuchu.

Zvláště cenný je takový záznam v případě, kdy na zkoušený předmět není vidět, např. kvůli dýmu a plamenům při zkoušce na rychlý ohřev, při jeho umístění do termostatu u zkoušky na pomalý ohřev nebo je-li předmětem zkoušky munice v obalu.

Všechny zvukové záznamy mají být synchronizovány s filmovými záznamy (zpravidla formou zvukové stopy).

A.7.4.9 Měření tahu (u propulzních reakcí)

Při dřívějších zkouškách ve skutečném měřítku se měření tahu provádělo jen výjimečně. Avšak s tím, jak munice postupně začala vyhovovat požadavkům na IM a standardem se spíše než výbušná reakce stalo hoření, zvyšovala se i pravděpodobnost propulzní reakce od zkoušeného raketového motoru.

Pro hodnocení bezpečnosti je důležité stanovit, zda u motoru nastane propulze. Zatímco tvorba proudu spalných plynů a rázových vln je její jednoznačnou indikací, měření tahu je důležité v těch případech, kdy je vizuální pozorování neprůkazné. Příkladem metody měření tahu je instalace snímačů tlaku v závěsném zařízení motoru na zkušební stoliici nebo mezi přední částí motoru a stěnou zkušební komory.

A.7.5 Pozorování a záznamy

Jako minimum se mají provést následující pozorování (jsou-li aplikovatelná) a jejich záznamy uchovat dle platných předpisů:

- a) identifikace zkoušeného předmětu (typ, výrobní číslo apod.) včetně podrobností o balení;
- b) podrobnosti o temperování zkoušeného předmětu před zkouškou;
- c) druh a hmotnost EM;
- d) prostorová orientace zkoušeného předmětu a způsob jeho zavěšení a/nebo upevnění, vzdálenosti od zkoušeného předmětu k ochranným stěnám nebo zábranám, výška spodní části zkoušeného předmětu nad hladinou paliva;
- e) podrobnosti o dříve provedených zkouškách vlivu prostředí;
- f) identifikace a umístění termočlánků;
- g) popis zkušebního zařízení včetně podrobností o zkušebním podnětu (např. střepině, palivu, zbrani a malorážové střele) zahrnující:
 - záměrný bod,

Příloha A
(normativní)

- bod zásahu pro prokázání odchylky od určeného směru střelby,
 - dopadovou rychlost a rychlost střelby,
 - podrobnosti o kalibračních střelbách,
 - úplnou charakteristiku kumulativního paprsku a srovnávacího pancíře, je-li použit;
- h) popis technických parametrů měřicích a záznamových zařízení a metodika použitá při měření;
- i) záznam klimatických podmínek v průběhu zkoušky – má zahrnovat i rychlosti větru uvnitř a kolem každého uzavřeného prostoru;
- j) záznam událostí v průběhu zkoušky v závislosti na čase zahrnující zejména:
- dobu od iniciace podnětu do konce bezpečné fáze po poslední reakci,
 - záznamy snímačů přetlaku v čele vzdušné rázové vlny,
 - záznamy snímačů teploty;
- k) zvukový záznam zkoušky synchronizovaný s filmovým záznamem;
- l) povaha všech reakcí zkoušeného předmětu;
- m) záznam teploty v závislosti na čase pro každý termočlánek;
- n) záznam tlaku v závislosti na čase;
- o) indikace propulze (pomocí filmového záznamu nebo jiného vhodného prostředku);
- p) identifikace a místo dopadu všech úlomků (včetně grafického zakreslení);
- q) podrobnosti o průrazu a stopách na zástěnách pro indikaci střepin;
- r) měření a fotografický záznam zásahů svědečných desek/zástěn, jsou-li použity;
- s) záznam měření rychlosti pomocí zástěn a rámu;
- t) analýza struktury (typu) lomu u střepin.

Mají se pořídít následující obrazové záznamy:

- a) statické fotografie zkoušeného předmětu před každou zkouškou a po ní včetně vnitřního uspořádání balení (u konfigurace v obalu) s vyznačením rozměrů;
- b) statické fotografie uspořádání zkoušky a způsobu instalace zkoušeného předmětu, veškerých uchycení a záchytných klecí;
- c) statické fotografie všech významných úlomků a střepin vzniklých v důsledku reakce zkoušeného předmětu (spojení s grafickým zakreslením) s vyznačením rozměrů, jejich fotografie na místě dopadu/nárazu;
- d) barevný filmový záznam celého průběhu zkoušky synchronizovaný se záznamem času a zvuku, přičemž se má kamerou zachytit nejen reakce zkoušeného předmětu, ale i rozlet úlomků, střepin a hořících zbytků.

Příloha A
(normativní)

A.8 Informace, které mají být obsaženy v instrukci k provedení zkoušek

Informace, které mají být specifikovány v instrukci k provedení zkoušek, jsou podrobně uvedeny níže, přičemž je nezbytné vzít v úvahu preferovanou (standardní) zkoušku, jak je definována v příslušném ČOS pro zkoušku ve skutečném měřítku, a další obecné aspekty prováděné zkoušky dle této přílohy:

- a) použitá zkouška a použitý postup (z příslušného ČOS pro zkoušku ve skutečném měřítku);
- b) kolikrát má být zkouška opakována a všechny odchylky od postupu zkoušky;
- c) standardní výrobní typ zkoušeného předmětu a přípustné odchylky (viz obecné a specifické zásady zmíněné v dalších bodech);
- d) počet zkoušených předmětů;
- e) zda je zkoušený předmět ve svém normálním balení, bez obalu nebo v jiné konfiguraci. Obecné zásady jsou uvedeny v této příloze a specifické požadavky na danou zkoušku v příslušném ČOS pro zkoušku ve skutečném měřítku;
- f) předběžné vystavení vlivům prostředí (pokud je požadováno);
- g) specifické požadavky na danou zkoušku (viz příslušný ČOS pro zkoušku ve skutečném měřítku);
- h) další obecné zásady pro danou zkoušku z této přílohy;
- i) všechna dodatečná pozorování a záznamy kromě těch, které jsou specifikovány v příslušném ČOS pro zkoušku ve skutečném měřítku;
- j) počet a umístění všech použitých filmových kamer;
- k) všechny povolené odchylky od postupu zkoušky.

A.9 Struktura a obsah zprávy o zkouškách

Zásadní součásti zprávy o zkouškách IM jsou popsány níže. Její přesné uspořádání se může lišit v závislosti na požadavcích zákazníka a standardních postupech zkušebny.

Uvedené základní součásti je nutno brát jako absolutní minimum a přestože zpráva má být stručná, je vhodnější, když obsahuje i nepodstatné informace, než kdyby byly některé důležité vynechány.

Souhrn

Jednostránkový souhrn popisující zkoušky a uzavírající výchozí hodnocení reakce munice.

Úvod

Informace o důvodech, zadavateli, místu a termínu provedení zkoušek a použitém postupu (metodě) zkoušek.

Cíl (účel) zkoušek.

Seznam osob pověřených řízením, provedením a kontrolou zkoušek.

Seznam všech účastníků zkoušek.

Materiál a zařízení pro provedení zkoušek

Identifikace veškerého materiálu a zařízení použitého pro zkoušky. Zpravidla bude zahrnovat:

- a) munici, její konstrukční typ (standard), podrobnosti o všech výbušných i inertních součástech a o balení se schematickými nákresy a fotografiemi zkoušených předmětů před zkouškou;
- b) výkres materiálu v obalu (při zkouškách materiálu v obalu pro znázornění konfigurace balení a vnitřního příslušenství);
- c) pomocná zařízení (např. zbraně pro střelbu malorážových střel nebo střepin);
- d) odpalovací/iniciální systém (např. rozbušku nebo kumulativní hlavici pro iniciaci donorové munice při sympatetické reakci);
- e) seznam použitého měřicího a záznamového zařízení.

Postup zkoušek

Uspořádání zkoušek. Popis místa zkoušek, prostorového uspořádání zkoušeného předmětu včetně zkušební stoly a způsobu upevnění munice, popis a prostorové uspořádání měřicího a záznamového zařízení. Grafické znázornění prostoru zkoušek, umístění zkoušeného předmětu, pozice svědečných desek, zástěn pro indikaci vzdušné rázové vlny a podobných zařízení včetně veškerého měřicího a záznamového zařízení. Barevné fotografie celkového uspořádání zkoušek, detailů zkoušeného předmětu a způsobu jeho instalace.

Kalibrace

Podrobnosti všech kalibračních zkoušek (např. použitých jako srovnávací podklad pro dosažení správných hodnot dopadové rychlosti a místa zásahu pro malorážové střely a střepiny).

Bezpečnostní opatření

Podrobnosti o bezpečnostních opatřeních pro ochranu osob a materiálu.

Meteorologické podmínky

Záznam převládajících důležitých meteorologických podmínek v průběhu zkoušek (např. teploty, vlhkosti vzduchu, rychlosti větru) a identifikace všech odchylek překračujících definované meze.

Výsledky

Výsledky mají zahrnovat pozorování a záznamy specifikované v čl. A.7.5 této přílohy a příslušných ČOS pro zkoušky ve skutečném měřítku.

Podrobný popis zkoušek, především reakce zkoušeného předmětu; v případě potřeby včetně časového záznamu událostí (např. u pomalého a rychlého ohřevu):

- a) podrobnosti všech přístrojových měření, záznamů teplot a přetlaku v čele vzdušné rázové vlny;
- b) jednoznačný popis reakce zkoušeného předmětu;
- c) zmapování úlomků a střepin identifikující všechny vymrštěné fragmenty, místo jejich dopadu a vzdálenost od místa výbuchu;

Příloha A

(normativní)

d) fotografie zkoušeného předmětu po zkoušce, vzniklých úlomků a střepin, místa zkoušky (poškození a krátery), svědečných desek a zástěn. Každá fotografie musí být označena tak, aby mohla plnit svou identifikační funkci. Jestliže byla zkouška prováděna s municí v obalu a jeho víko zůstalo na původním místě, pořídí se fotografie vnitřku obalu s odstraněným víkem, ale musí se uvést, že dané víko bylo odstraněno až po zkoušce. Součástí obrazového materiálu jsou i všechny rentgenové snímky pro zjištění stavu zkoušeného předmětu.

Likvidace výbušných předmětů

Stručná informace o způsobu likvidace výbušných předmětů po zkoušce.

Závěr

Stručný souhrn výsledků zkoušky a výchozí hodnocení typu reakce včetně jeho odůvodnění.

Související dokumenty

Vždy má být zahrnuta instrukce k provedení zkoušek a postupy/metodiky zkoušek (případně odkaz na příslušný ČOS pro zkoušku ve skutečném měřítku).

(VOLNÁ STRANA)

(VOLNÁ STRANA)

(VOLNÁ STRANA)

Účinnost českého obranného standardu od: **9. září 2020**

Změny:

Změna číslo	Účinnost od	Změnu zpracoval	Datum zpracování	Poznámka

Upozornění: Oznámení o českých obranných standardech jsou uveřejňována měsíčně ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví v oddíle „Ostatní oznámení“ a Věstníku MO.

V případě zjištění nesrovnalostí v textu tohoto ČOS zasílejte připomínky na adresu distributora.

Rok vydání: 2020, obsahuje 70 listů

Distribuce: Odbor obranné standardizace Úř OSK SOJ, nám. Svobody 471/4, 160 01 Praha 6

Vydal: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti
www.oos.army.cz

NEPRODEJNÉ
