

Oponentský posudek disertační práce Ing. Ondřeje Vodochodského

Improvizované výbušiny: syntéza a charakterizace vybraných látek

Oponent: Mgr. Radovan Skácel, Ph.D.
Explosia, a.s.
Výzkumný ústav průmyslové chemie
Semtín 107
530 50 Pardubice

Předmětem posuzované práce je oblast improvizovaných výbušnin, které lze snadno vyrobit domácím prostředím a mohou být zneužity k trestné činnosti, zejména pak k ohrožení většího počtu osob a teroristické činnosti. V této oblasti byly v posledních cca dvaceti letech zaznamenány případy použití organických peroxidů, nitrátu močoviny apod., přičemž policie České republiky a další bezpečnostní složky nejsou na identifikaci uvedených látek na letištích a jiných ohrožených prostorách stále příliš dobře vybaveny. Chybí zejména metody předvýbuchové detekce pomocí cvičených psů nebo infračervené spektroskopie. Na tuto situaci reaguje předložená práce, přičemž hlavním praktickým přínosem bylo zavedení detekčních sad pro výcvik psů pro vyhledávání výbušnin a zpřesnění možností detekce jednoduchých výbušnin.

Činnost autora lze rozdělit do tří základních celků – shromáždění dat a experimentální příprava výbušnin, s návazností na změření některých málo známých výkonnostních a citlivostních parametrů, dále pak druhá oblast popisuje a navrhuje možnosti detekce výbušnin, s ohledem na identifikaci pomocí charakteristických pásů v infračervené spektrometrii. Třetí oblast je věnována vývoji přípravy sad pro cvičení policejních psů. Tato oblast má zásadní praktický význam, přičemž lze vyzdvihnout, že byly vyvinuty manipulačně zcela bezpečné sady s dostatečnou účinností pro výcvik. Dále je vědecký přínos práce možné spatřovat také ve stanovení detonačních parametrů, jako detonační rychlost, spodní a horní kritický průměr v případě dusičnanu tetraaminměďnatého, citlivostní parametry čistých a flegmatizovaných peroxidů nebo vyvrácení některých vžitých mýtů o citlivosti velkých krystalů či nízké chemické stabilitě triaceton triperoxidu (dále TATP).

K předložené práci mám následující poznámky a připomínky:

- 1) Na straně 65 a 66 je zkoumána citlivost TATP k nárazu s ohledem na velikost krystalů, které mohou vznikat při dlouhodobém skladování během resublimace části materiálu. Správně byl vyhodnocen nízký vliv velikosti na citlivost k nárazu. V této části by bylo zajímavé také změření citlivosti ke tření. V případě jiných citlivých výbušnin typu pentrit je citlivost ke tření slně ovlivněna velikostí krystalů. Např. jemný pentrit má citlivost ke tření v rozmezí 60-70 N, ale větší dlouhé krystaly jen 30-50 N. Dále by bylo vhodné také stanovení délky předdetonační zóny v případě malých a velkých krystalů. Velké krystaly TATP mají často sklon hořet na otevřeném a v částečně uzavřeném prostoru pomaleji.
- 2) Navazující část od strany 67 se zabývá zajímavou oblastí plastických trhavin a PBX, obsahujících TATP a HMTD. Užitečného znečistivění HMTD bylo dosaženo pomocí vazelíny, kdy výsledná trhavinová po iniciaci elektrickým palníkem pouze shoří (což je typické pro trhavinu a ne třaskavinu) a je také dosaženo 3 x nižší hodnoty citlivosti ke tření. Zároveň je však nepochybně snížena také už tak nízká pracovní schopnost výsledné výbušiny. Doporučil bych např. otestovat vlastnosti také podstatně

výkonnějších směsí trhací želatiny s obsahem HMTD, kdy trhavina dosahuje díky HMTD vysoké detonační rychlosti a po iniciaci plamenem také pouze shoří.

- 3) Celkově bych doporučil uvést a srovnat více vlastností peroxidů s běžnými trhavinami a třaskavinami. Např. by mohly být uvedeny výdutě v oloveném bloku a další parametry, srovnání citlivostí peroxidů s jinými třaskavinami, ideálně v tabulkové formě. U některých látek není uvedeno, jestli mají vlastnosti iniciátorů. Pro představu a snadnější orientaci čtenáře v problematice je také vhodné uvést, zda látka v malém množství detonuje nebo deflagruje, případně vyhledat a uvést iniciační mohutnosti diskutovaných látek, DPZ atd.
- 4) Při vývoji sad s obsahem HMTD byla sledována stabilita během 3 měsíců při běžné teplotě. Je ovšem známo, že HMTD se začíná rozkládat s doprovodem zápachu po aminech během 6ti měsíců a více. Rozbušky s HMTD, které byly testovány, se musely měnit během 1-2 let, což bylo překážkou pro jejich praktické použití. Doporučil bych sady dále sledovat a případně zavést jejich častější výměnu v případě potřeby. Nejen kvůli zhoršené potenciální stabilitě, ale i z důvodu změny zápachu a nežádoucímu učení psů na produkty rozkladu než na pach čisté výbušiny.

V části o organických peroxidech je zajímavé vyhodnocení PBX s „tvrdými“ polymery typu polystyren a diskutována problematika uzavření výbušiny pojivem. To se evidentně projevuje zkrácením předdetonační zóny a zároveň znečistlivení kompozice k nárazu a ke tření, což je potenciálně výhodná kombinace vlastností pro budoucí vývoj ekologicky přijatelných iniciátorů.

K obhajobě práce pokládám související následující dotazy:

- 1) Bylo by podle názoru autora možné cíleně zkrátit délku předdetonační zóny a zároveň zvýšit fyzikální stabilitu TATP či jiné výbušiny přidávkem pojiva typu polystyren nebo polyvinylacetát z vodné disperze? Pokud by byla omezena resublimace a zvýšena manipulační bezpečnost, lze uvažovat o využití TATP či jiného peroxidu nebo i jiné výbušiny s dlouhou DPZ podobným způsobem v oblasti iniciátorů?
- 2) Jak je možné iniciovat dusičnan tetraminměďnatý, je dostatečné malé množství primární výbušiny? Byla tato látka podrobena podobným testům?
- 3) Je podle názoru autora možné dosáhnout snížení citlivosti a zároveň tvorby jemnějších krystalů s větším povrchem a zvýšenou tenzí par např. dávkováním acetonového roztoku ETN nebo pentritu o nižší koncentraci, např. 2-5 %? Zředěnější roztoky, jak známo, tvoří při srážení menší krystaly. Je potenciálně možné také provádět nástřík s rozptylem jemných kapiček?
- 4) Bylo uvažováno o nástříku acetonových roztoků ETN a pentritu s přidávkem flegmatizující látky, rozpuštěné v acetonu, např. Estanu nebo Vitonu B? Mohou polymery nebo nečistoty v nich obsažené ovlivnit pachovou stopu?
- 5) Jakou předpokládá autor životnost výcvikových sad např. s obsahem TATP? Tato látka snadno sublimuje a lze očekávat i difuzi par přes obalové materiály. Jak budou sady do budoucna sledovány a vyhodnocovány obsahy a stabilita účinných látek?

Předložená práce je cenným přínosem v oblasti boje se zneužívanými výbušinami a zároveň přináší nové poznatky o improvizovaných výbušinách a jejich citlivostních i jiných parametrech.

Práce splňuje podmínky kladené na disertační práce a doporučuji předloženou disertační práci přijmout k obhajobě.

V Pardubicích 2.9.20119

Mgr. Radovan Skácel, Ph.D.

