

Oponentský posudek diplomové práce Bc. Miroslava Labaje

Příprava měďnatých komplexů z dinitramidových aniontů

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

Tématem diplomové práce je příprava a vlastnosti měďnatých komplexů s energetickým dinitraminovým aniontem, pro případné využití těchto energeticky bohatých látek pro propelenty nebo eventuálně iniciátory. Diplomová práce přehledně shrnuje možnosti přípravy solí dinitramidu a komplexů na jeho bázi. V praktické části lze pak najít velké množství syntéz komplexů na bázi dinitramidového, chloristanového i dusičnanového typu pro srovnání.

V úvodu práce popisuje autor historii objevení dinitramidových sloučenin a jejich využití a výhody pro aplikace ve hnacích hmotách oproti TPH s chloristanem amonným. Dále je diskutováno využití v propelentech známého ADN (amonium dinitramidu) a FOX-12 (amidinouronium dinitramidu), následně pak sloučenin s centrálním atomem kovu, kde může být výhoda např. katalýzy hoření palivového systému pro aplikace v raketových motorech.

V poměrně krátké teoretické části se pak autor věnuje metodám přípravy komplexů a detailněji možnostem syntézy a praktické výroby ADN.

Praktická část zahrnuje velké množství experimentů přípravy komplexních sloučenin mědi s dikyandiamidem, různými alkoholy a dinitramidovým aniontem. Dále je pak pro srovnání syntetizováno značné množství porovnávacích sloučenin s méně energetickým dusičnanovým a také s chloristanovým aniontem.

K diplomové práci mám tyto připomínky:

- 1) Teoretická část je možná příliš stručná.
- 2) Je zde obsaženo několik drobných chyb, např. místo v N (Newtonech) je uvedeno na straně 19 tření v J (Joulech), praktická část začíná na konci stránky apod.
- 3) Spalné teplo by bylo také vhodné uvádět v kJ/kg pro představu o hmotnostní palivové energii.
- 4) Škoda, že není spočítáno výbuchové teplo (nebo stanoveno spálením vzorků v inertní atmosféře) – energie v KJ/kg je asi hlavní parametr pro uvažované použití v propelentech i trhavinách. Lze očekávat poměrně zajímavé hodnoty u látek s ne příliš zápornou kyslíkovou bilancí, která také není uvedena, stejně jako obsah kovu.
- 5) V závěru bych ocenil obšírnější hodnocení ohledně praktického využití perspektivních měďnatých komplexů a čekal bych poznámku také ke komplexu mědi, který při zkoušce v DTA detonoval, zda by nešlo o potenciální iniciátor. Také bych osobně vyzdvihnul i v závěru vyšší termickou stabilitu a nižší citlivost k mechanickým impulsům komplexů oproti běžněji používanému ADN.
- 6) V závěru je uvedeno, že dinitramid bis(1-amidino2-methyl-izomočovina) měďnatý má vyšší slučovací teplo než tetraamin měďnatý a bis(ethylendiamn) měďnatý analog, což je v rozporu s tabulkou na straně 53. Analog ethylendiaminu je ve skutečnosti

energeticky bohatší a vzhledem k přiměřené citlivosti pravděpodobně také perspektivní.

Navzdory výše uvedenému diplomant projevilschopnost se zorientovat v problematice literární rešerše a samostatného nalezení správných východisek. Kromě toho provedl opravdu velké množství experimentů, kde se vypořádal s řadou překážek a správně vyhodnotil výsledky s pomocí dostupných metod (DTA, elementární analýza, rentgenová strukturní analýza, citlivost ke tření, nárazu apod.)

K obhajobě diplomové pokládám diplomantovi tyto otázky:

- 1) Jakou konkrétní aplikaci si představujete v oblasti raketových propelentů Vámi připravených sloučenin – např. jako hlavní nebo pomocná palivová složka v heterogenních nebo homogenních TPH? Uveďte použití a zhodnoťte obecně výhody a nevýhody heterogenních a homogenních TPH, zejména s ohledem na výkon a detekovatelnost raket nebo jiných hnacích systémů.
- 2) Jakou předpokládáte dlouhodobou termickou stabilitu dinitramidových komplexů a jak ji navrhujete měřit?
- 3) Chloristan bis(ethylendiamin) měďnatý detonoval při ohřevu během měření DTA, přičemž k nárazu a ke tření je poměrně málo citlivý. Uvažujete o jeho zkoušení jako iniciátoru pro použití do rozbušek?

Závěrem lze konstatovat, že předložená práce má vysokou kvalitu. Jedinou obecnou připomínkou může být nutnost rozsáhlejšího hodnocení pro praktické použití.

Autor prokázal schopnost orientovat se v problematice organických syntéz i oblasti energetických materiálů. Z výsledků literární rešerše správně stanovil směry svého dalšího zkoumání a provedl značné množství experimentů, kterými posunul současný stav poznatků o energetických komplexních sloučeninách. Závěry této práce a případně následných jsou cenné pro praxi a budoucí projekty.

Doporučuji předloženou diplomovou práci přijmout k obhajobě a hodnotím ji **stupněm B**.

V Pardubicích 23.5.20115

Mgr. Radovan Skácel, Ph.D.

