

Oponentský posudek diplomové práce Bc. Milana Jančíka

Deriváty 1,3,5-triazinů vhodné pro generátory plynů

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

Předložená diplomová práce pojednává o široké oblasti derivátů triazinu a zabývá se syntézou poměrně značného množství látek, které jsou potenciálně vhodné pro generátory plynů, používané v automobilovém a vojenském průmyslu pro přepínače bezpečnostních pásů, airbagy atd. Některé z těchto sloučenin jsou použitelné i jako manipulačně bezpečné trhaviny nebo jako vstupní látky pro moderátory hoření.

Dle názoru oponenta je mimořádně zajímavá část práce, věnující se syntéze a vlastnostem sloučeniny, označené jako DNAM (2-hydroxy-4,6-bis(nitramino)-1,3,5-triazin). Pokud se ověří diplomantem zjištěné vlastnosti, může jít o potenciálně zajímavou trhavinu pro nízkozranitelné aplikace, nebo ve formě solí pro generátory plynů a jiné propelenty.

Další, potenciálně zajímavé sloučenina, je 4,6-diazido-1,3,5-triazin-2-amin a 4,6-dihydrazino-1,3,5-triazin-2-amin, jakožto palivo pro generátory plynů.

Teoretická část je poměrně stručná, věnuje se syntéze vybraných derivátů triazinu obsahující azidovou, hydrazinovou nebo nitraminovou skupinu. Pro účely diplomové práce je však její rozsah poměrně dostatečný. Přínosná je souhrnná tabulka vlastností derivátů triazinu na konci teoretické části.

Praktická část je věnována krátkému popisu použitých přístrojů a metod měření a poté syntéze mnoha derivátů triazinu. Rozsah experimentální činnosti je dost značný. Dále byly změřeny důležité výbušninářské charakteristiky syntetizovaných látek, jako citlivost k mechanickým podnětům, DSC, slučovací tepla a hustota. Zejména měření hustoty, slučovacích a spalných tepel je velmi podstatné pro určení vhodného uplatnění, které nebývá vždy součástí vědeckých prací. V závěru správně autor hodnotí možné použití některých syntetizovaných sloučenin.

Pro snazší orientaci bych doporučil autorovi pro další práce používat důsledně zkratky (od prvního výskytu, např. DNAM až v diskusi) anebo přiřadit ke sloučeninám čísla. Zejména v pracích, kde jde o velké množství diskutovaných látek je jednoduché označování látek vhodné.

K předložené práci mám následující připomínky:

- 1) Na straně 16 nahoře (obrázek 4) je uvedena stejná vstupní látka a produkt.
- 2) Na straně 41 o sloučenině DNAM je nedokončený odstavec (odkaz na prakt. Část, několik teček atd.).
- 3) Citlivostní parametry připravených sloučenin by bylo vhodné shrnout do tabulky.
- 4) Přehlednost práce je značně snížena používání celých názvů sloučenin bez označení např. tučně čísly nebo zkratkami.
- 5) Doporučuji uvádět hodnoty spalných, výbuchových a slučovacích tepel v kJ/kg, což umožňuje rychlou představu o skutečné energii, obsažené v dané látce.
- 6) Doporučuji další měření dlouhodobých tepelných stabilit připravených látek, zejména v případě sloučenin s hydrazinovou skupinou a stanovení jejich snášenlivosti s dalšími

komponentami propelentů (např. TAGN je pro většinu aplikací díky nízké snášenlivosti a omezené termické stabilitě nepoužitelný).

V závěru jsou vyzdvíženy některé příznivé vlastnosti diskutovaných látek. K tomu bych ještě doplnil, že jako palivo pro green propelenty bych přednostně uvažoval 4,6-dihydrazino-1,3,5-triazin-2-amin, protože není citlivý k nárazu a ke tření. Výbušné látky nachází díky legislativním obtížím při zpracování v nezavalovaných objektech a také z pohledu využití v automobilovém průmyslu jen obtížné využití.

K obhajobě práce pokládám následující dotazy:

- 1) Bylo naměřeno poměrně vysoké kladné slučovací teplo sloučeniny DNAM oproti literárním údajům. Kolikrát bylo spalné teplo měřeno a jak velké byly rozptyly při měření ve spalném kalorimetru?
- 2) Jaké nečistoty předpokládá autor ve sloučenině DNAM ? (Vzhledem k výsledkům elementární analýzy).
- 3) Jak by doporučoval autor sloučeninu DNAM syntetizovat ve velkém měřítku? Jaké by doporučil zpracování odpadní směsi kyselin?
- 4) Jaké by autor doporučil rozpouštědlo pro krystalizaci, aby nedošlo k tak velkým ztrátám? (např. porovnat s NTO, kde je používána v průmyslovém měřítku voda).

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 výrobě triazinů. Závěry této práce a případně následných jsou velmi cenné pro praxi a budoucí projekty.

Přes značné klady vykazuje práce známky poměrně rychlého vytvoření, obsahuje řadu překlepů a pravopisných chyb a zejména postrádá v některých ohledech přehlednost. Nebýt těchto nedostatků, nepochybně by šlo o práci výbornou.

Doporučuji předloženou diplomovou práci přijmout k obhajobě a hodnotím ji jako **velmi dobrou**.

V Pardubicích 26.5.20117

Mgr. Radovan Skácel, Ph.D.

