

## Oponentský posudek diplomové práce Bc. Ondřeje Vodochodského

### „Modifikované pryskyřice kyanátového typu jako nosiče pro identifikační tělíška“

Oponent: Ing. Kamil Dudek, Ph.D.  
Explosia, a.s.  
Výzkumný ústav průmyslové chemie  
Semtín 107  
530 50 Pardubice

Předložená diplomová práce je sepsána přehledně a obsahuje všechny náležitosti, které diplomová práce má obsahovat. Práce je napsána jednoduchým, ale výstižným způsobem. V textu nebyly nalezeny žádné významné gramatické chyby, pouze pár drobných překlepů, které se běžně v těchto pracích vyskytují.

V Úvodu diplomové práce je popsán cíl diplomové práce, způsoby značkování výbušnin a výběr vhodných pryskyřic a také záměr, s jakým byly uvedené pryskyřice připraveny.

Teoretická část diplomové práce obsahuje literární rešerši, která v první části popisuje některé metody identifikace výbušnin a zaměřuje se na značkování výbušnin, jak na předvýbuchové, tak hlavně na povýbuchové značení, které právě využívá polymerní matrice jako nosiče identifikačních kódů trhavin. V druhé části diplomant popisuje vlastnosti polymerních matric pro identifikační tělíška na bázi epoxidových a kyanátových pryskyřic, kde se zaměřuje na jejich syntézu, vlastnosti a vytvrzování. V poslední části diplomant popisuje možnosti použití směsí kyanáto-epoxidových pryskyřic.

Diplomantovi se podařilo vypracovat rešerši, která obsahuje velké množství podstatných informací a hodnotím ji jako kvalitní.

Experimentální část je rozdělena do 4 kapitol. V úvodu jsou detailně popsány použité chemikálie, včetně pryskyřic a identifikačních směsí. V druhé kapitole diplomant popisuje syntézu bromované epoxidové pryskyřice (B520) a středněmolekulární epoxidové pryskyřice (E12). Tyto pryskyřice byly připraveny ze základního typu epoxidové pryskyřice CHS – Epoxy 520 bromací tetrabromdianem (B520) nebo redukcí dianem (E12). Pro zvýšení houževnatosti všech 3 typů epoxidových pryskyřic diplomant provedl modifikaci kapalnými kaučuky. Pro modifikaci použil čtyři druhy kapalných kaučuků – polybutadienové kaučuky Krasol LBM-22 (LBM-22), Krasol LBM-32 (LBM-32) a akrylonitril-butadienové kaučuky Hycar CTBN 1300 X8 (Hycar X8) a Hycar CTBN 1300 X13 (Hycar X13) – čímž připravil celkem 15 typů modifikovaných epoxidových pryskyřic. V třetí části je popsána technologie přípravy zkušebních desek, které již obsahovaly identifikační směsi oxidů kovů. V poslední kapitole experimentální části jsou popsány jednotlivé zkušební metody připravených kompozic. Jedná se o analytické metody, fyzikální metody, zkoušky mechanických vlastností, zkoušky termomechanických vlastností. K experimentální části mám následující připomínky:

- V kap. 3.2 - Syntézy popisujete syntézy různých typů epoxidových pryskyřic. Popisované postupy jsou dost obecné a nelze zde vyčíst s jakými navážkami jste pracoval, případně kolikrát jste každou reakci prováděl. Tím pádem zde chybí i informace, jako jsou např. výtěžky reakcí, případně nějaké analytické potvrzení požadované struktury, apod..

- V kap. 3.3 – Technologie přípravy zkušebních desek opět popisujete pouze obecné postupy, bez udání navážek a podobně.

V kapitole Výsledky a diskuse jsou přehledně zhodnoceny jednotlivé fáze testování matric pro identifikační tělíska a jednotlivé zkušební metody, které jsou doprovázeny přehlednými tabulkami a grafy. Ke kapitole Výsledky a diskuse mám následující otázky a připomínky:

- V tabulce VIII. v kap. 4.1.2.3 uvádíte výsledky měření mechanických vlastností v tahu pro epoxykyanátové matrice. U všech předešlých zkoušek jste vždy vypracoval přehledný sloupcový graf, v tomto případě ho postrádám, určitě by to přispělo k lepší orientaci ve výsledcích.
- V kapitole 4.2.1 na str. 72 popisujete v textu obrázek 10, ale ve skutečnosti by to měl být obrázek 12.
- V kap. 4.2.3 na str. 78 uvádíte: „U stejného systému se směsí E je pokles hodnoty meze pevnosti v tahu téměř o třetinu.“ – nemůžete to říct tak obecně, protože se to týká pouze směsi 52MF, ve srovnání se směsí 52 MG je pokles výrazně menší.
- V kap. 4.2.3 na str. 79 uvádíte: „Mez pevnosti v tahu je nejvyšší u vzorků 52NG a B52NG, naopak nejnižší je u těchto systémů při použití identifikační směsi E.“ – opět nemůžete to říct tak obecně, protože vzorek 12NE má vyšší hodnotu než obdobné systémy s G a F.
- V kap. 4.3 popisujete výsledky výbuchových zkoušek. Tady postrádám více informací o těchto zkouškách, které měl být uvedeny v experimentální části.
- V kap. 4.3 na str. 86 popisujete analýzu tělísek před zabudováním do výbušiny (A) a po zabudování do výbušiny (B). Mohl byste vysvětlit proč byly tyto analýzy realizovány a co se tím sledovalo? A proč výsledek analýzy B má vždy nepatrně nižší hodnotu než výsledek analýzy A?

V kapitole Závěr diplomant shrnuje dosažené výsledky během svého výzkumu, kde uvádí, že studované a připravené kapalnými kaučuky modifikované pryskyřice kyanátového typu jsou z hlediska sledovaných tepelných a mechanických vlastností vhodné jako nosiče pro identifikační tělíska výbušin. Obecně lepších hodnot dosahují pryskyřice modifikované polybutadienovými kaučuky LBM-22 a LBM-32, nejlepší tepelné stability a tvrdosti dosahují vzorky s modifikovanou EP E520. Ze zkoumaných směsí oxidů dosahují celkově nejlepších výsledků systémy obsahující identifikační směs G. Výbuchové zkoušky ukázaly, že testovaná identifikační tělíska se dochovala v dostatečně dobrém stavu a informace v nich obsažená byla čitelná a odpovídala chemickým složením původní informací. Ke kapitole Závěr mám následující otázku:

- Mohl byste vysvětlit, proč pro výbuchové zkoušky jste použil matrice vycházející z epoxidové pryskyřice B520 (bromovaná varianta) a jako směs oxidů jste použil variantu E, resp. F, když z vašich tepelně-mechanických výsledků vyplývá, že nejlepších výsledků bylo dosaženo u EP E520 a směsi oxidů G?

Závěrem lze konstatovat, že diplomantem předkládaná diplomová práce se zabývá velice zajímavou oblastí makromolekulární chemie, ale také oblastí značkování výbušin, která je v současné době velice požadována a výsledky této diplomové práce budou velkým přínosem pro povýbuchové značkování výbušin v praxi do budoucna. Diplomová práce je sepsána přehledně a obsahuje všechny náležitosti, které diplomová práce má obsahovat. Diplomant prokázal znalost studované problematiky, je schopen se dobře orientovat v studované problematice a hlavně je schopen provést vyhodnocení získaných výsledků s výstižnou diskusí.

**Doporučuji** předloženou diplomovou práci přijmout k obhajobě a hodnotím ji **výborně - m.**

V Pardubicích 23. 5. 2012

Ing. Kamil Dudek, Ph.D.

Handwritten signature of Kamil Dudek in black ink.