

## Posudek disertační práce

**Autor práce:** Ing. Michaela Vyhnanáková  
**Název práce:** Krystalizace nátěrových systémů na bázi epoxidových pryskyřic  
**Studijní obor:** 3911V006 Fyzikální a stavebně materiálové inženýrství  
**Oponent:** Ing. Vít Petránek, Ph.D. MBA  
ALUMISTR SE, statutární ředitel  
**Datum zadání posudku:** 06. 03. 2018

### Aktuálnost tématu

Disertační práce se zabývá problematikou změn probíhajících v epoxidových pryskyřicích před aplikací. Základním procesem probíhajícím v epoxidových pryskyřicích je přirozená krystalizace, která zásadním způsobem ovlivňuje skladovatelnost a následnou použitelnost těchto materiálů. V rámci této práce byly zkoumány faktory ovlivňující proces krystalizace a možnosti změny krystalizačního procesu a jeho dynamiky ve prospěch finálních vlastností epoxidových nátěrových systémů na bázi bisfenolu A a bisfenolu F. Běžnou praxí při výrobě epoxidových pryskyřic na bázi bisfenolu A a bisfenolu F je minimalizace přirozené krystalizace a tedy prodloužení skladovatelnosti. Na druhou stranu právě krystalizace polymerů v určité míře výrazným způsobem zlepšuje jejich finální vlastnosti. Na této myšlence je postavena podstatná část disertační práce.

Hodnocení:

velmi aktuální     aktuální     běžně řešené     neaktuální

### Cíle práce

Obecným cílem disertační práce je popis kinetiky krystalizace epoxidových pryskyřic a stanovení účinků míry krystalizace na vlastnosti finálních nátěrových systémů.

Tento obecný cíl je rozdělen na tři dílčí cíle:

- analýza krystalizace epoxidových pryskyřic s plnivý a maximální stupně krystalizace jednotlivých směsí,
- výzkum možností modifikace krystalizační dynamiky jednotlivých směsí,
- analýza vlivu stupně krystalinity na výsledné vlastnosti vybraných epoxidových nátěrových systémů.

Cíle práce jsou hodně ambiciózní a zejména poslední z jmenovaných dílčích cílů je nesnadno dosažitelný vzhledem k velké variabilitě činitelů ovlivňujících dynamiku krystalizace.

I z tohoto pohledu je nutné velice kladně posuzovat dosažené výsledky i jejich praktickou využitelnost při modifikacích epoxidových pryskyřic.

Hodnocení:

splněny       částečně splněny       splněny s výhradou       nesplněny

### Postup řešení problému – metody zpracování

Metody zpracování práce byly vhodně zvoleny. Metodiky I. a II. etapy byly navrženy podle normy ISO 4895, která se běžně v České republice nevyužívá. Pro stanovení tendence ke krystalizaci je tento postup vhodný.

Pro stanovení stupně krystalinity se u ostatních polymerů využívá diferenční scanovací kalorimetrie (DSC), ale pro epoxidové pryskyřice je tato metoda nevhodná a výsledky jsou pouze orientační. Proto zvolený postup stanovení krystalinity výpočtem se jeví jako vhodné dostatečně přesné řešení pro daný účel za předpokladu využití srovnávacích vzorků.

Výběr stanovovaných vlastností finálních vytvrzených materiálů byl vhodně zvolen tak, aby pokryl co nejširší spektrum vlastností vytvrzených polymerů. Byly zvoleny standardní metody pro zjištění jednotlivých mechanických, tepelných a chemických vlastností.

Hodnocení:

výborně zvolené       vhodně zvolené       zvolené s výhradou       nevhodně zvolené

### Význam práce pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

Význam této práce spočívá v nastínění vlivu určité míry krystalinity na výsledné mechanické parametry směsí epoxidových pryskyřic na bázi bisfenolu A a F vytvrzené tvrdidlem na bázi isoforondiaminu. Tyto nové informace jsou prakticky využitelné pro všechny výrobce nátěrových, podlahových či laminačních hmot a lepidel na bázi epoxidových pryskyřic.

Tato práce souhrnně popisuje celou metodiku zjištění tendence ke krystalizaci včetně vhodných norem a postupů ověření i výpočtů. Uvedená metodika je využitelná pro ověření tendence ke krystalizaci jejich pryskyřic či nově naformulovaných modifikovaných směsí epoxidových pryskyřic. Principy lze využít i pro formulaci dalších polymerních nátěrových hmot.

Dalším prakticky použitelným výsledkem je zjištění nejvýhodnější směsi epoxidové pryskyřice na bázi bisfenolu A a bisfenolu F pro nejefektivnější a ekonomicky nejvýhodnější směs, která má velmi nízkou tendenci ke krystalizaci. Epoxidové pryskyřice na bázi bisfenolu F jsou cenově nákladnější asi o 20–30 %. Optimální nastavení poměrů bisfenol A a bisfenol F epoxidové pryskyřice je tedy kritické pro zajištění nízké tendence ke krystalizaci a co nejnížší cenové náročnosti surovin.

V praxi jsou použitelná i zjištění a popsání metodika dosažení vysoké míry krystalinity epoxidové pryskyřice na bázi bisfenolu F v krátkém časovém úseku. Nalezení takovéto metodiky bylo předpokladem pro výzkum vlivu krystalinity na mechanické parametry vytvrzeného polymeru. Za normálních okolností sice mají epoxidové pryskyřice tendenci ke krystalizaci, avšak samotný proces a jeho průběh je nahodilý a těžko reprodukovatelný.

Hodnocení:

velký přínos       nižší přínos, ale rozšiřuje vědní obor       nerozšiřuje vědní obor

## Formální úprava práce a její jazyková úroveň

Po formální stránce je práce dobře zpracovaná, členění práce na jednotlivé kapitoly je vhodně zvolené a posloupnost a popis experimentální části odpovídá úrovni disertační práci. Jazyková úroveň je také odpovídající. Doktorandka prokázala znalost a přesné používání technických termínů.

Drobné nedostatky by bylo možné vytknout grafickému zpracování práce jako je například nekonzistentnost používaných typů písma, přechodů tabulek ze stránky na stránku bez znovuuvedení nadpisů jednotlivých sloupců. Kvalita některých použitých obrázků by mohla být větší. Na druhou stranu je nutné vyzdvihnout velké množství použité literatury s vhodnou citací technickým způsobem.

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> výborná	<input checked="" type="checkbox"/> velmi dobrá	<input checked="" type="checkbox"/> dobrá	<input type="checkbox"/> nevyhovující
----------------------------------	---	---	---------------------------------------

## Hodnocení práce a činnosti doktoranda

Studentka zpracováním práce prokázala schopnost se věnovat systematické výzkumné činnosti a to zejména sestavením metodiky experimentální části práce. Z rozsahu práce je viditelný rozsah a časová náročnost experimentů. Doktorandka prokázala i organizační schopnosti při zajišťování laboratorního vybavení vyráběného na zakázku speciálně pro experimenty v rámci této disertační práce. Sepsáním této práce byla také prokázána schopnost orientovat se v rozsáhlé odborné literatuře a vhodně ji využít.

Publikační činnost je uvedena v autoreferátu v seznamu publikací autora. Autorka se podílela na 6 zahraničních vědeckých publikacích, dvou domácích publikacích, v jednom případě jako hlavní autor. Doktorandka v 6 případech publikovala na českých a zahraničních konferencích, z toho ve 3 případech jako hlavní autor. V seznamu publikací doktorandka uvádí také články uveřejněné v mezinárodních databázích Web of Science a Scopus, v jednom případě jako hlavní autor a ve 3 případech jako spoluautor.

Hodnocení:

<input checked="" type="checkbox"/> výborná	<input type="checkbox"/> velmi dobrá	<input type="checkbox"/> dobrá	<input type="checkbox"/> nevyhovující
---	--------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------------

## Poznámky a připomínky k textu práce

K předkládané disertační práci mám tyto připomínky a dotazy, které by měl doktorand v rámci diskuze zodpovědět.

Připomínky:

- V kapitolách shrnujících výsledky jednotlivých etap by bylo vhodné použít pro názornost nějaké grafické vyjádření, například souhrnné grafy nebo vizuální porovnání.
- V prezentaci práce by bylo vhodné shrnout souvislost teploty skelného přechodu krystalizace,
- Dále pak stručně popsat metodu pro stanovení křivky DMA

Dotazy:

- Jaký by jste jmenovala jeden nejrychleji a nejsnáze využitelný poznatek této práce by pro producenty nátěrových systémů na bázi epoxidových pryskyřic?
- Byl zkoumán vliv urychleného rozvoje krystalinity v epoxidové pryskyřici na zbytkovou skladovatelnost takto upravené pryskyřice?

- Je možné zdůvodnit proč byly u vzorků s obsahem určité míry krystalinity pozorovány nižší chemické odolnosti než u vzorků amorfních?
- Bylo by možné nějakým způsobem zvýšit míru přesnosti zjištění krystalinity výpočtovou metodou?

## Závěr

Disertační práce výrazným způsobem rozšiřuje znalosti v úzkém oboru nátěrových hmot na bázi epoxidových pryskyřic a významným způsobem také přispívá k porozumění procesům zkracujícím skladovatelnost epoxidových nátěrových systémů. Studentka prokázala schopnosti v oblasti vývoje ochranných nátěrů a tato práce splňuje požadavky standardně kladené na disertační práce.

Uchazeč zpracováním disertační práce prokázal způsobilost k samostatné tvůrčí vědecké práci ve smyslu § 47 zákona č. 111/1998 Sb. a změnách a doplnění dalších zákonů.

Doporučuji, aby disertační práce **byla** přijata k obhajobě a v případě jejího úspěšného obhájení, aby byl udělen titul doktor „Ph.D.“

Datum: 4. dubna 2018

Podpis oponenta: 