

Hodnocení doktorské disertační práce

„Termo-fyzikální vlastnosti chalkogenidových materiálů“

Autor práce: **Ing. Michaela Včeláková**

Posudek vypracoval: prof. Ing. Tomáš Wágner, DrSc.

V předložené disertační práci Ing. Michaely Včelákové, s názvem „**Termo-fyzikální vlastnosti chalkogenidových materiálů**“ se v úvodu práce věnuje autorka studiu termo-fyzikálních vlastností chalkogenidových materiálů. Chalkogenidové materiály připravené klasickou metodou byly zkoumány pomocí několika experimentálních technik.

Následující složení byla pečlivě vybrána pro experimentální výzkum, každé pro své jedinečné vlastnosti a potenciál přispět k pochopení vlastností chalkogenidových materiálů: $\text{Ag}_x[(\text{GeS}_2)_{50}(\text{Sb}_2\text{S}_3)_{50}]_{100-x}$ ($x = 0; 5; 7.5; 10; 15$), systém As-Se ($\text{As}_{20}\text{Se}_{80}$; $\text{As}_{40}\text{Se}_{60}$ (As_2Se_3)), Ge-Se systém ($\text{Ge}_5\text{Se}_{95}$; $\text{Ge}_{10}\text{Se}_{90}$; $\text{Ge}_{15}\text{Se}_{85}$; $\text{Ge}_{20}\text{Se}_{80}$; $\text{Ge}_{25}\text{Se}_{75}$), systém Se-Te systém ($\text{Se}_{95}\text{Te}_5$, $\text{Se}_{90}\text{Te}_{10}$, $\text{Se}_{80}\text{Te}_{20}$), a systém Sb-Se ($\text{Sb}_{0.5}\text{Se}_{99.5}$; $\text{Sb}_1\text{Se}_{99}$; $\text{Sb}_2\text{Se}_{98}$; $\text{Sb}_4\text{Se}_{96}$; $\text{Sb}_6\text{Se}_{94}$). Měření rozpadu povrchové struktury byla provedena na složení $\text{As}_{20}\text{Se}_{80}$, Se, $\text{Se}_{95}\text{Te}_5$ a $\text{Se}_{90}\text{Te}_{10}$ přičemž každé z nich nabízí jedinečný vhled do termofyzikálních vlastností chalkogenidových materiálů.

Viskozitní chování materiálů bylo zkoumáno pomocí termomechanické analýzy, nanoindentace, v oblasti skla a podchlazené taveniny, a pomocí kapilární metody (PAMFT) v oblasti taveniny. Všechny získané hodnoty viskozity byly proloženy pomocí standardních tříparametrových viskozitních modelů. Na základě Angellova grafu byla jednotlivá složení porovnána mezi sebou. Strukturní relaxace byla zkoumána pomocí termomechanické analýzy (TMA) a pomocí diferenční skenovací kalorimetrie (DSC). Získané TMA nebo DSC křivky byly proloženy Tool-Narayanawamy-Moynihan (TNM) modelem a parametry tohoto modelu byly získány pomocí fitovacího programu. Metody založené na principu měření vyhlazování pravidelné sinusoidní mřížky o jedné periodě, pomocí mikroskopie atomárních sil nebo transmisních optických měření, byly použity k získání rychlostní konstanty v několika různých složeních. Také nanoindentace byla použita k získání rychlostní konstanty, ale pouze v jednom složení. Na základně literárních zdrojů, bylo rozhodnuto, který děj je řídicím procesem při vyhlazování vtisknuté mřížky.

Experimentální výsledky prezentované v této disertační práci sloužily jako klíčový podklad pro deset vědeckých publikací (2 z nich jsou ve formě „draft“). Rukopisy jsou připojeny k této práci. Spojujícím prvkem společným pro všechny články je studium viskozitního chování amorfních chalkogenidových materiálů. Výsledky výzkumu byly následně použity k objasnění strukturní relaxace, krystalizace nebo transportních jevů ve studovaných systémech/materiálech.

Předkládaná disertační práce je logicky rozdělena do pěti kapitol (včetně závěru), které plně odrážejí obsah a potřeby samotné práce i textu. Velmi oceňuji, že byla práce navázána na konkrétní problém základního výzkumu. Autorka systematicky a téměř učebnicově vše zpracovala a velmi přehledně popsala s podporou 64 literárních odkazů. Práce je zpracována velmi přehledně s minimem formálních chyb v textu. Drobné formální chyby (číslování kapitol) jen dokazuje lidský faktor v akci.

Přesto bych chtěl autorku požádat o další vysvětlení či odpovědi:

a) co je základem dělení skel na „strong vs. fragile“ podle Angella a jak z toho pohledu radíte studovaná skla a proč?

b) u měření vyhlazování pravidelné sinusoidní mřížky, prosím, o porovnání chování, pokud to je možné, objemových vzorků a tenkých vrstev a dále vazbu na viskozitu a povrchovou difúzi po následné temperaci. Zajímá mně i ochrana povrchu (např. inertní plyn) při temperaci studovaných vzorků na průběh studovaných veličin.

c) zda byla zvažována měření povrchové difúze a relaxace embosovaných mřížek „in situ“ při osvětlení.

Práce je psána systematicky a dle mého názoru byly jednotlivé body cíle disertační práce zcela splněny. Všechny získané poznatky mohou být ihned implementovány pro případné aplikace těchto skel.

Autorka nashromáždila rozsáhlý experimentální materiál. Jsem si vědom toho, že se jedná o popis vycházející ze současného stavu poznání a studium zmíněných systémů bude pokračovat. Práce je doplněna přehledem publikací spojených s touto disertační prací. Ing. Včeláková je první autorkou a spoluautorkou publikací (zahraniční časopisy: publikované 8 a v recenzním řízení 2). Počty publikací a vlastní výsledky svědčí o autorčině pracovitosti a péči. Autorka prokázala hluboké znalosti studovaných systémů i vysokou experimentální zručnost. Prokázala také, že je schopna samostatné vědecké práce. Za významné považuji, že se autorka zaměřila na náročný materiálový výzkum, blízký aplikacím.

Disertační práce Ing. Michaely Včelákové je výborně zpracovaná a proto ji doporučuji přijmout k obhajobě.

V Pardubicích, 2. 5. 2025

prof. Ing. Tomáš Wágner, DrSc.