

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	Strukturní analýza slitiny TiNbCr vhodné pro skladování vodíku v pevné fázi
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Peter Praženica</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta strojní (FS)
<b>Katedra/ústav:</b>	Ú12132/ Ústav materiálového inženýrství
<b>Oponent práce:</b>	Prof. Ing. Františka Pešlová, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Klepněte sem a zadejte text.

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>mimořádně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Předložená diplomová práce (DP) Bc. Petra Praženici řeší velmi aktuální a v současnosti důležitou materiálovou problematiku, týkající se slitiny TiNbCr, která byla navržena pro skladování vodíku. Samotný vodík patří mezi velmi náročné prvky vzhledem na jeho stavbu a velikost atomu. Studium a hodnocení slitiny tvořené prvky Ti, Nb a Cr diplomant zvolil na základě literárních rešerší (použitých publikací v DP 109) a praktických požadavků, z nichž vyplynula potřeba výzkumu pro její uplatnění v automobilové dopravě a průmyslu. Vzhledem k tomu, že se jedná o manipulaci a skladování vodíku vychází práce z poznatků progresivních materiálů a technologií, které lze ověřit správně zvoleným experimentem. Diplomová práce je koncipovaná s přihlédnutím k možnostem stanovení optimálních podmínek pro mikrostrukturní zkoumání uvedené slitiny vrs. vodík. Diplomant si ve své práci zvolil empirický a semiempirický přístup k řešení zvolené problematiky, který aplikoval v experimentální části své DP. Tato práce navazuje a rozšiřuje poznatky předcházející DP Ing. Kalianka, který se věnoval návrhu slitiny a strukturnímu studiu standartě vyrobené přetavené slitiny, která byla dále atomizována a použita pro 3D tisk vzorků, na pracovišti, (Ústavu materiálového inženýrství na ČVUT v Praze).</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Předložená diplomová práce splňuje zadání.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>V teoretické části se Bc. Petr Praženica věnoval kritickému rozboru publikací, týkajících se nejen vodíku, ale i jeho interakci s okolím. Teoretickým kapitolám diplomant věnoval velkou pozornost a lze kladně hodnotit výběr takových literárních pramenů, které mohl uplatnit ve své práci. Chemické složení studované slitiny TiNbCr, má podle diplomanta, velký vliv na strukturní vlastnosti, které se výrazně projeví v interakci s vodíkem. Bc. Praženica využil své poznatky jak z materiálového inženýrství, tak i z chemického oboru, nutných k pochopení termodynamických zákonů.</p> <p>Po odborné stránce odpovídá DP současnému stavu vědy a techniky a tím je obohacuje o nové významné poznatky. Tato práce je cenným a originálním příspěvkem k problematice skladování vodíku jak z technického, tak i bezpečnostního hlediska.</p> <p>Z DP je patrné, že diplomant pochopil termodynamiku a její zákony, z kterých ve své práci vycházel a uměl je uplatnit při interpretaci provedených experimentů.</p> <p>Experimentální část DP se věnuje zkoumání a analýze vybraných mikrostruktur, které jsou citlivé na teplotu ochlazování a procentuální složení jednotlivých prvků v dané struktuře slitiny. Pro zkoumání a hodnocení vytvořené struktury slitiny TiNbCr, využil světelnou a elektronovou mikroskopii, kterou doplnil rentgenovou difrakční analýzou fázového složení. Vlastnosti slitiny vyjádřil pomocí mikro a nanotvrdosti na zařízení, kterým</p>	

disponuje ústav materiálového inženýrství na ČVUT v Praze. Autor ve své diplomové práci vychází ze základních požadavků predikce chování slitiny v interakci s vodíkem. V materiálech, které interagují s vodíkem, je předpoklad vzniku tzv. vodíkové křehkosti, což je průnik vodíku do mikrostruktury kovu a vzniku velké křehkosti materiálů. Z toho důvodu oceňuji komplexnost práce, vzhledem na kontrolu a hodnocení mikrostruktur (je třeba vyzvednout velmi precizně provedenou mikroskopii na metalograficky připravených vzorcích), kde ověřil nanotvrdost a mikrotvrdost vyrobené slitiny, což pomohlo určit základní charakter odezvy této slitiny na okolí. Z následujícího je patrné, že se diplomant věnoval podstatným materiálovým vlastnostem, jako je zkřehnutí slitiny, reakčnost mikrostruktury a kvalita mikrostruktury. V experimentu diplomant poukazuje na odstranění nedokonalostí mikrostruktur TiNbCr, požadavky na její mikročistotu a metodiku tiskárny 3D. Získané výsledky z experimentální části DP, lze považovat za originální, s možností jejich uplatnění v praxi.

**Odborná úroveň**

**A - výborně**

*Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.*

Velmi kladně hodnotím komplexní přístup diplomanta k řešení tak náročného úkolu, který je pro současnou vědu a výzkum potřebný.

Diplomová práce je napsaná na velmi dobré odborné úrovni s přehledným doplněním velkého počtu fotografií mikrostruktur, které byly podrobně interpretovány.

Diplomant svou prací poukázal na to, že je třeba této závažné problematice věnovat komplexní pozornost, neboť se jedná o uskladnění prvku, jako je vodík, který v praxi může být i iniciací nebezpečí pro okolí.

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**A - výborně**

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

Autor v diplomové práci prezentoval získané cenné vědecko-technické údaje o možnosti uskladnění vodíku ve slitině TiNbCr, kterou podrobně analyzoval. Lze konstatovat, že výskyt formálních chyb v DP byl minimální.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**A - výborně**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

V diplomové práci bylo použito 109 zahraničních i domácích literárních zdrojů.

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Autor v diplomové práci prezentoval získané cenné vědecko-technické údaje o možnosti uskladnění vodíku ve slitině TiNbCr, kterou podrobně analyzoval. Lze konstatovat, že výskyt formálních chyb v DP byl minimální.

Předloženou DP prokázal, že má schopnosti se zorientovat v problematice, která je velmi náročná na interpretaci experimentálních výsledků, vzhledem na nesourodé parametry, které do ní vstupují (čistota mikrostruktur uvedené slitiny, složení a rozložení chemických prvků, segregace a difúze jednotlivých prvků, detekování strukturních fází, zhodnocení nano a mikrotvrdosti, optimalizace technologie 3D tisku apod.).

**Na základě, prostudování předložené diplomové práce a použité literatury mohu pana Bc. Petra Praženiči doporučit k její obhajobě.**

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Pro diskuzi uvádím několik otázek:

1. *Jakým způsobem by se dala eliminovat oblast ve struktuře s výskytem nerovnoměrné velikosti zrn a dendritické mikrostruktury?*
2. *Jak lze nasycenost struktury vodíkem kontrolovat?*
3. *Jak ovlivňuje vlastnosti slitiny Lavesova fáze?*

Datum: 12.6.2024

Podpis: