

**Posudek diplomové práce: „Použití metody pozitronové anihilační spektroskopie pro studium nástřiků deponovaných nadzvukovou kinetickou depozicí.“**

**Autor práce:** Bc. Filip Štefaník, Ústav materiálového inženýrství, FS ČVUT

**Autor posudku:** Ing. Jan Medřický, Ph.D., Ústav fyziky plazmatu AV ČR

**Shrnutí diplomové práce:**

Předložená práce se zabývá depozicí kovových nástřiků tří různých materiálů (AISI 316L, Inconel 625 a Ti6Al4V) pomocí metody studené kinetizace, měření základních vlastností těchto nástřiků a jejich následnou analýzou pomocí metody pozitronové anihilační spektroskopie.

V teoretické části je stručně popsána metoda studené kinetizace (Cold spray), její fyzikální princip a zejména využití a benefity, ve srovnání s metodami žárového stříkání. Další kapitola teoretické části je pak věnována metodě pozitronové anihilace, jejím principům a typům poruch, které může metoda PAS detekovat. Poslední částí teoretické kapitoly je pak popis jednotlivých slitin a jejich vlastností.

Experimentální část práce obsahuje charakterizaci vstupních prášků pomocí SEM, EDS a distribuce velikosti částic laserovou difrakční analýzou. Dále jsou popsány parametry depozice nástřiků, příprava vzorků pro analýzy a jednotlivé metody charakterizace nástřiků s důrazem na PAS a zpracování naměřených dat pomocí multi-komponentního fitování.

V kapitole věnované výsledkům jsou prezentovány mikrostruktury nástřiků získané pomocí SEM, porovnává chemická složení výchozích prášků a deponovaných nástřiků získaných pomocí XRD a autor konstatuje, že u všech materiálů došlo k zachování složení nástřiku v toleranci normy příslušné pro jednotlivé materiály a téměř nedošlo k oxidaci materiálu v průběhu depozice. Dále je prezentována tvrdost nástřiků, která výrazně překračuje standardní hodnoty tvrdosti pro dané materiály. Autor konstatuje, že nárůst tvrdosti je způsoben silnou plastickou deformací během depozice. V poslední části kapitoly jsou prezentovány výsledky pozitronové anihilační spektroskopie pro jednotlivé materiály.

Práce je zakončena závěrem shrnujícím nejdůležitější poznatky – úspěšnou depozici nástřiků bez změn chemického složení a oxidace, tvrdost nástřiků a střední hustoty dislokací.

**Připomínky:**

1. Časté vágní formulace typu: „dobré vlastnosti“, „dobře odolný“, „lepší vlastnosti“ – ale autor již neuvádí s čím srovnává – lepší než co?
2. Občas se vyskytují nelogické formulace a myšlenkové skoky, např. odst. str. 19: „Při studiu polovodičů lze metodou PAS velmi dobře určit množství přítomných vakancí a nečistot, které ovlivňují výsledné vlastnosti polovodiče. Základní volný objem je charakteristika polymerů, která má velký vliv na jeho fyzikální vlastnosti. Metoda PAS je jednou z moderních měřících metod, kterou je tento parametr měřitelný [18; 19].“  
Není zřejmé, jak autor přešel od polovodičů k polymerům.

3. Tabulky složení slitin podle normy (str. 20 a 21) neobsahují balanční prvek.
4. V experimentální části chybí podrobnější popis depozičních parametrů (je zde specifikována pouze teplota, tlak a stříkací vzdálenost), ale chybí specifikace podávaného množství, typu unášecího plynu a zejména materiálu substrátů (podložek).
5. Pórovitost nástřiků byla určována pomocí obrazové analýzy z celkově 8 snímků pro každý vzorek, nicméně hodnota pórovitosti ve výsledkové části je uvedena s přesností na 2 desetinná místa a bez rozptylu měření (např. pro Inconel je naměřena pórovitost 2,16 %). Jednak obrazová analýza nedosahuje takové přesnosti ve výsledcích (výrazně záleží na prahování) a bez informace o rozptylu mezi jednotlivými snímky je výsledná hodnota téměř bezcenná.
6. Tvrdost nástřiků je konfrontována s tabulkovými hodnotami tvrdostí jednotlivých materiálů v žíhaném stavu. Je škoda, že autor změřil tvrdost nástřiků pouze v as-sprayed stavu nástřiku a nepřistoupil také k jejich žíhání.
7. Konstatování o „klastrech vakancí“ a „buněčné struktuře“ na str. 40 silně postrádá referenci.
8. Finální korektura a formátování diplomové práce by jistě zasloužily více péče – několikrát se vyskytuje „rozsypaný řádek“ (str. 14, 32), na stránce 36 je špatný odkaz na tabulku, obrázek 22 se v práci nachází 2x, avšak pokaždé s jiným popisem a práce obsahuje i několik překlepů.

#### Hodnocení:

Předložená práce zpracovává velmi aktuální téma a kombinuje dvě pokročilé metody – metodu studené kinetizace a hodnocení nástřiků pomocí pozitronové anihilační spektroskopie. Tato kombinace dělá práci velmi unikátní v celosvětovém měřítku. Teoretická část práce je přehledně, i když poměrně stručně, zpracována a obsahuje dostatečné množství relevantních referencí. Ve výsledcích je pak prezentována úspěšná deponice všech tří materiálů a prezentovány jejich vlastnosti. Výsledky pozitronové anihilační spektroskopie ukazují, že metoda PAS může být využita pro nástřiky deponované pomocí CS a mají vysoký publikační potenciál. Práci však schází důkladnější diskuze naměřených výsledků a jejich porovnání s výsledky dostupnými v literatuře. Také závěrečná korektura by bývala zasloužila více péče, což diplomové práci ubírá na jinak dobré kvalitě.

Předloženou diplomovou práci **doporučuji k obhajobě** a hodnotím známkou **B (velmi dobře)**.



Ing. Jan Medřický, Ph.D.  
Ústav fyziky plazmatu AV ČR

### Otázky:

1. Jaká je teplota letících částic u metody CS při parametrech stříkání 1100 °C. Stačí tato teplota na spuštění procesu dynamické rekystalizace pro dané materiály?
2. V návaznosti na předchozí otázku v kapitole 3.3 píšete, že pro přípravu vzorků bylo použito zalití za tepla, kterým „mohlo dojít k ovlivnění vzorků“. Při jaké teplotě byly vzorky zalévány a jaké hodnoty nabývá homologická teplota pro dané materiály při daném ohřevu?
3. Jaký vliv má přítomnost pórů v nástřiku na výsledky pozitronové anihilační spektroskopie?
4. Jakým způsobem a s jakou orientací (s ohledem na směr depozice) byly připraveny vzorky pro pozitronovou anihilační spektroskopii? Čekal byste změnu výsledků při volbě jiné orientace?