

Design, výroba a charakterizace adhezní vrstvy pro depozici ta-C povlaku metodou magnetronového naprašování

Kateřina Drásalová
Ústav materiálových věd a inženýrství



Návrh experimentu

Cíl experimentu:

- zvýšení přilnavosti povlaku ta-C k substrátu pomocí chromové adhezní vrstvy
- zachování nebo zvýšení kvality jeho dalších vlastností

Postupná optimalizace parametrů depozice:

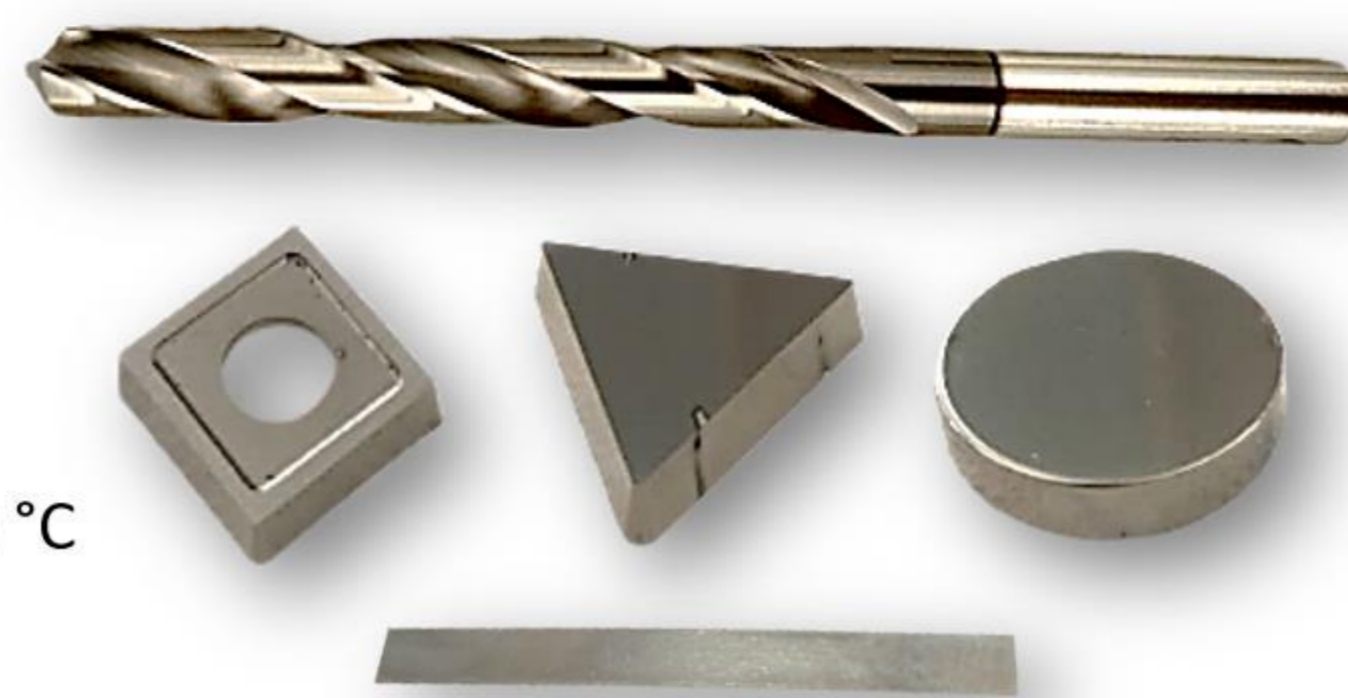
- napětí při depozici adhezní vrstvy
- délka čistícího kroku
- délka adhezního kroku (tloušťka adhezní vrstvy)
- počáteční teplota depozice

Výchozí nastavení procesu:

- 50 V, bez čistícího kroku, 15 min, 50 °C

Experimentální materiál:

- vrták (HSS), řezná destička (HM)
- 2 typy vzorků (HSS, HM)
- Mo pásek



Obr. 1: Použité nástroje a vzorky – Vrták z HSS, řezná destička z HM, vzorek z HM (trojúhelník), vzorek z HSS (kolečko), molybdenový pásek

1

Vliv velikosti napětí přivedeného na vzorky při depozici adhezní vrstvy

Předpoklad:

- zvýšení rychlosti dopadu částic na substrát, a tím zvýšení kvality uložení deponovaného materiálu

Výsledky:

- zvýšení napětí na 250 V → zvýšení vnitřního napětí povlaku → adhezní loupání
- zvýšení napětí na 150 V → zvýšení přilnavosti

Číslo procesu	Napětí [V]	Vrták – šroubovice	Vrták – břit
306-3	250		

Tab. 1: Adheze povlaku pozorovaná pomocí SEM v závislosti na velikosti napětí

Číslo procesu	Napětí [V]	306-1	306-2
	50		
	150		

Tab. 2: Analýza adheze a koheze pomocí Daimler-Benz testu v závislosti na velikosti napětí

2

Vliv délky čistícího kroku

Předpoklad:

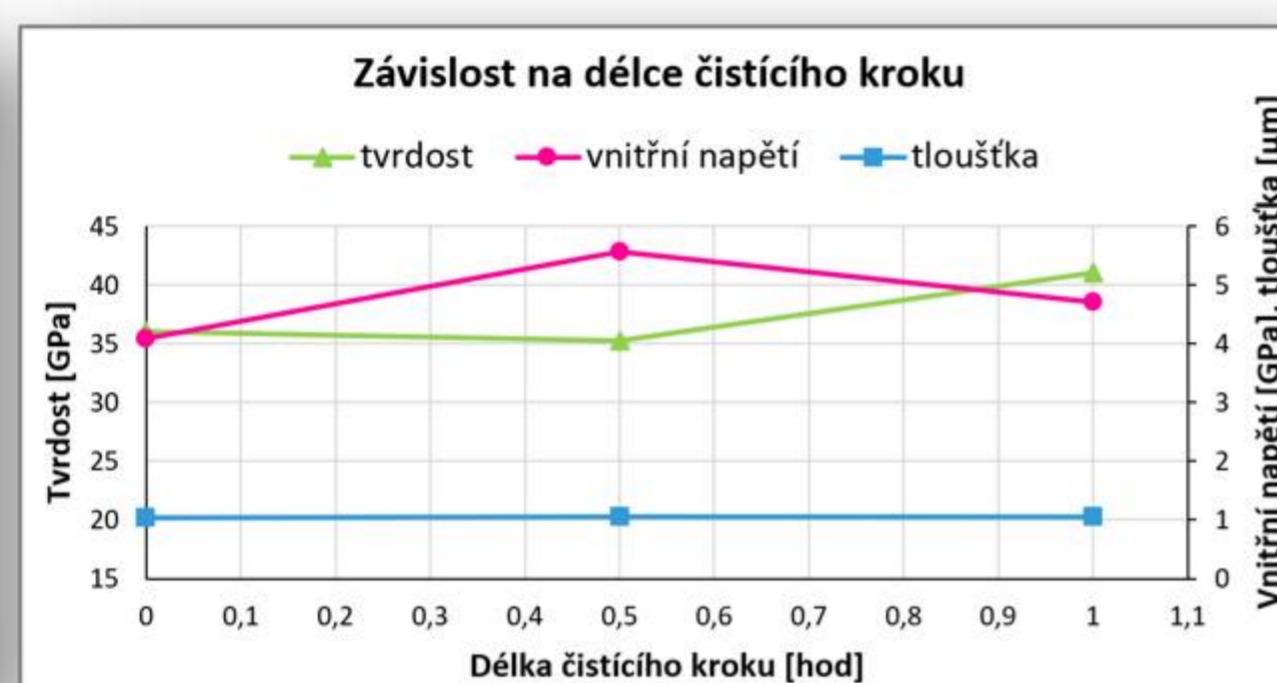
- odstranění nečistot z povrchu katod uplých během předchozích procesů pomocí odprašování do štítu, a tím zvýšení čistoty povlaku

Výsledky:

- doba čištění 1 hod → nedostatečné stínění katod štítem → zhoršení přilnavosti
- doba čištění 0,5 hod → nárůst vnitřního napětí → snížení tvrdosti

Číslo procesu	306-2	306-4
Délka hoření do štítu [hod]	0	1
Adhezní a kohezní poškození		

Tab. 3: Analýza adheze a koheze pomocí Daimler-Benz testu v závislosti na délce čistícího kroku



Obr. 2: Graf závislosti vlastností povlaku na délce čistícího kroku

3

Vliv délky adhezního kroku

Předpoklad:

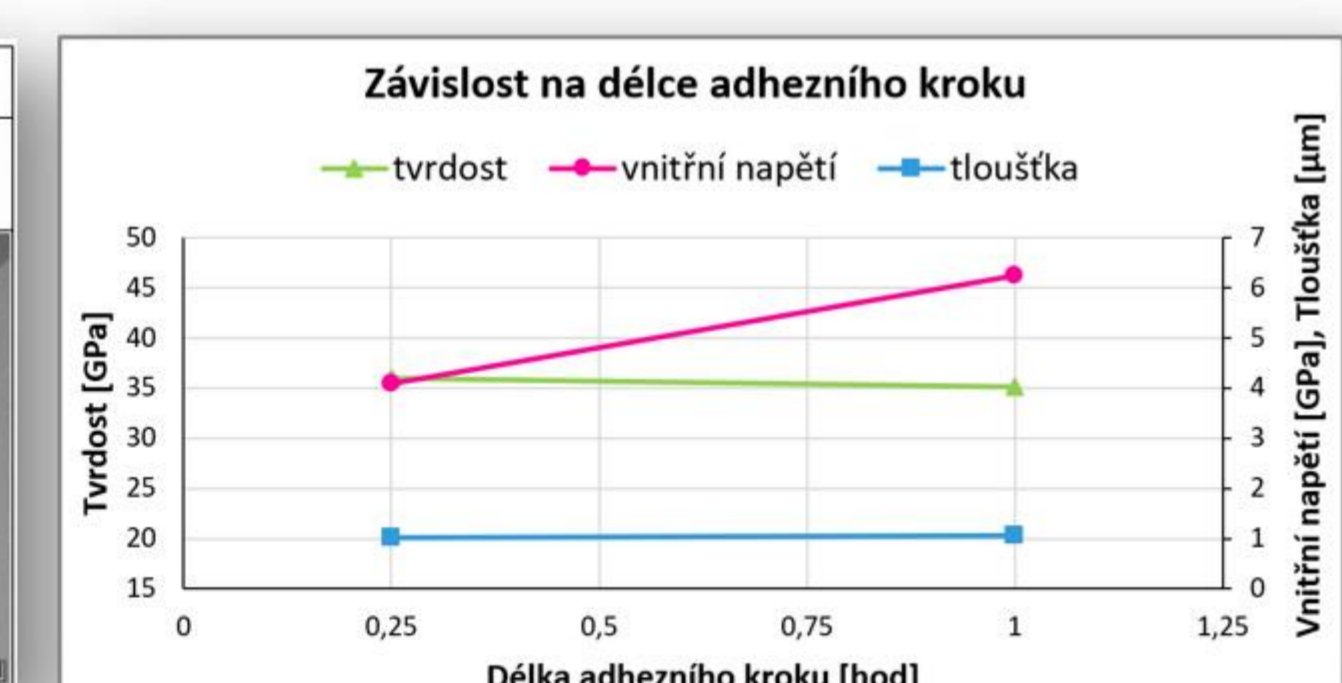
- prodloužení času, po který dochází ke gradientnímu přechodu z vrstvy chromu na povlak ta-C (zvětšení tloušťky adhezní vrstvy), a tím lepší kompenzace rozdílů mezi vlastnostmi povlaku a substrátu

Výsledky:

- prodloužení délky adhezního kroku na 1 hod → mírné zlepšení přilnavosti → tloušťka beze změny
- → nárůst vnitřního napětí → pokles tvrdosti

Číslo procesu	306-2	306-6
Délka adhezního kroku [hod]	0,25	1
Vrták – břit		

Tab. 4: Adheze povlaku pozorovaná pomocí SEM v závislosti na délce adhezního kroku



Obr. 3: Graf závislosti vlastností povlaku na délce adhezního kroku

4

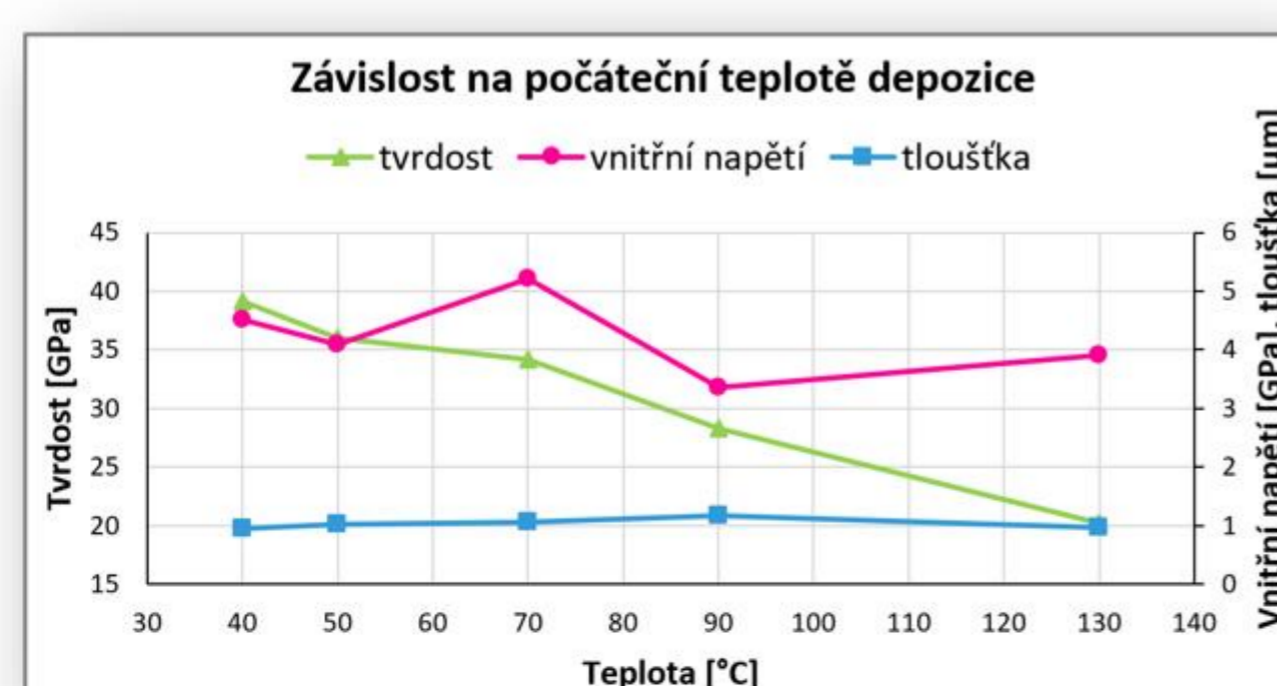
Vliv počáteční teploty depozice

Předpoklad:

- zvýšením teploty zvýšení kinetické energie odprašených částic, a tím zvýšení kvality uložení deponovaného materiálu

Výsledky:

- zvýšení teploty na 130 °C → pokles tvrdosti (méně vazeb sp3)
- snížení teploty na 40 °C → nárůst tvrdosti (více vazeb sp3)



Obr. 4: Graf závislosti vlastností povlaku na počáteční teplotě depozice

Číslo procesu	306-10	306-2	306-9	306-8	306-7
Teplota [°C]	40	50	70	90	130
Teplotné ovlivnění					

Tab. 5: Změna stupně difrakce světla pozorovaná na kalotách v závislosti na teplotě (podílu vazeb sp3)

5

Výsledky optimalizace parametrů depozice

→ Napětí přivedené na vzorky při depozici adhezní vrstvy

- zvýšeno z 50 V na 150 V

→ Délka adhezního kroku

- beze změny (15 min)

→ Délka čistícího kroku

- krok nebyl zařazen do procesu depozice

→ Počáteční teplota depozice

- snížena z 50 °C na 40 °C

Závěr

Nejlepší adhezní parametry

- proces 306-6 (150 V, 50 °C, délka adhezního kroku 1 hod)

Nejlepší kombinace vlastností

- proces 306-10 (150 V, 40 °C, délka adhezního kroku 15 min)
- možné zvýšení plastické tvrdosti (36 GPa → 39 GPa)

Návrh na další zlepšení vlastností

- kombinace procesů 306-6 a 306-10
- 150 V, 40 °C, délka adhezního kroku > 15 min

6