



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Západočeská univerzita v Plzni

Stáž na univerzitě v Groningenu Nizozemsko

Autor: Bc. Lukáš Fiedler
V Plzni dne 6.5.2014

Vybavení oddělení materiálového výzkumu

- **Vybavení k dispozici v rámci stáže**

- ESEM
- ScratchTest
- EBSD - toho času nefunkční
- Metalografické laboratoře
 - Automatické leštičky a brusky
 - Vzorky se pro pozorování na ESEM neleptají klasickým způsobem, ale zvýrazňuje se struktura chemickým leštěním

- **Další vybavení oddělení**

- TEM
- Tribometr typu Pin-on-Disc (vlastní konstrukce)
- Konfokální mikroskop

Program stáže

- 1. Týden
 - Seznámení s kolektivem
 - Zaškolení na zařízeních
 - ESEM, ScratchTest, Laboratoře
- 2. Týden
 - Rozplánování experimentálního programu
 - Konzultace s Dr. V. Ocelíkem a prof. J.T.M. De Hossonem
 - Příprava vzorků - nový způsob přípravy
 - První pozorování a měření na ESEM a EDS
- 3. Týden
 - Měření EDS na jednotlivých housenkách návarů
 - Možnosti predikce výšky a tvaru návarů pomocí výpočtu
- 4. Týden
 - Prezentace dosavadních výsledků výzkumu a dílčích výsledků stáže v Groningenu
 - Doměření chybějících měření
 - Měření sítě mikrotvrdostí

Výsledky Původní návrhy



Stellite 21



Metco 41C



Inconel 625

Výsledky Odladěné návary



Stellite 21



Metco 41C



Inconel 625

Výsledky Odladěné návary

- Navaření 2 vzorků o ploše cca 120x250 [mm]
- Stellite 21
- Inconel 625
- Vyhodnocení vzorků
- Metalografie
- Testy koroze (solná komora)
- Měření potenciostatických křivek návarů
- Měření EDS

Výsledky Měření EDS - Původní návary



Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
F K	1.71	4.91	0.0051	1.0911	0.2711	1.0054
SiK	0.52	1.02	0.0019	1.1144	0.3316	1.0019
MoL	2.68	1.53	0.0179	0.9273	0.7194	1.0015
CrK	12.10	12.73	0.1411	1.0013	0.9763	1.1927
MnK	1.07	1.06	0.0113	0.9848	0.9877	1.0839
FeK	52.95	51.86	0.5135	1.0050	0.9632	1.0018
CoK	27.88	25.87	0.2674	0.9865	0.9723	1.0000
NiK	1.09	1.02	0.0098	1.0242	0.8777	1.0000
Total	100.00	100.00				

Chemické složení prášku [wt%]

C	Cr	Ni	Co	Fe	Si
0,25	27	2,8	bal.	1,5	1

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
F K	1.80	5.18	0.0055	1.0907	0.2764	1.0056
SiK	0.51	0.99	0.0019	1.1140	0.3318	1.0019
MoL	2.64	1.50	0.0177	0.9270	0.7197	1.0014
CrK	11.58	12.16	0.1355	1.0010	0.9765	1.1968
MnK	1.03	1.02	0.0108	0.9844	0.9879	1.0810
FeK	54.76	53.52	0.5316	1.0047	0.9646	1.0017
CoK	26.65	24.68	0.2559	0.9862	0.9736	1.0000
NiK	1.01	0.94	0.0091	1.0239	0.8754	1.0000
Total	100.00	100.00				

Výsledky Měření EDS - Odladěné návary

Stellite 21

Inconel 625

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
SiK	0.83	1.71	0.0031	1.1254	0.3324	1.0021
MoL	5.86	3.52	0.0395	0.9367	0.7165	1.0030
CrK	26.97	29.89	0.2909	1.0117	0.9669	1.1024
FeK	1.76	1.82	0.0165	1.0156	0.9196	1.0059
CoK	61.37	60.00	0.5753	0.9970	0.9390	1.0013
NiK	2.30	2.25	0.0226	1.0352	0.9505	1.0000
CuK	0.90	0.82	0.0077	0.9881	0.8611	1.0000
Total	100.00	100.00				

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
SiK	0.85	1.75	0.0032	1.1254	0.3331	1.0022
MoL	6.03	3.62	0.0407	0.9367	0.7175	1.0030
CrK	26.97	29.89	0.2908	1.0118	0.9666	1.1025
FeK	1.52	1.57	0.0143	1.0157	0.9194	1.0054
CoK	61.98	60.60	0.5804	0.9971	0.9388	1.0004
NiK	2.37	2.33	0.0233	1.0353	0.9509	1.0000
CuK	0.28	0.25	0.0024	0.9881	0.8604	1.0000
Total	100.00	100.00				

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
SiK	0.53	1.12	0.0019	1.1042	0.3218	1.0034
NbL	3.98	2.56	0.0240	0.9312	0.6448	1.0016
MoL	9.59	5.98	0.0617	0.9196	0.6985	1.0021
CrK	21.10	24.26	0.2135	0.9937	0.9450	1.0780
FeK	1.36	1.46	0.0143	0.9979	0.9233	1.1383
NiK	63.44	64.62	0.6159	1.0176	0.9540	1.0000
Total	100.00	100.00				

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
SiK	0.72	1.53	0.0026	1.1039	0.3224	1.0034
NbL	4.04	2.59	0.0243	0.9310	0.6443	1.0016
MoL	9.54	5.93	0.0613	0.9194	0.6980	1.0021
CrK	21.13	24.25	0.2137	0.9935	0.9449	1.0778
FeK	1.21	1.29	0.0127	0.9976	0.9231	1.1383
NiK	63.37	64.41	0.6152	1.0174	0.9543	1.0000
Total	100.00	100.00				

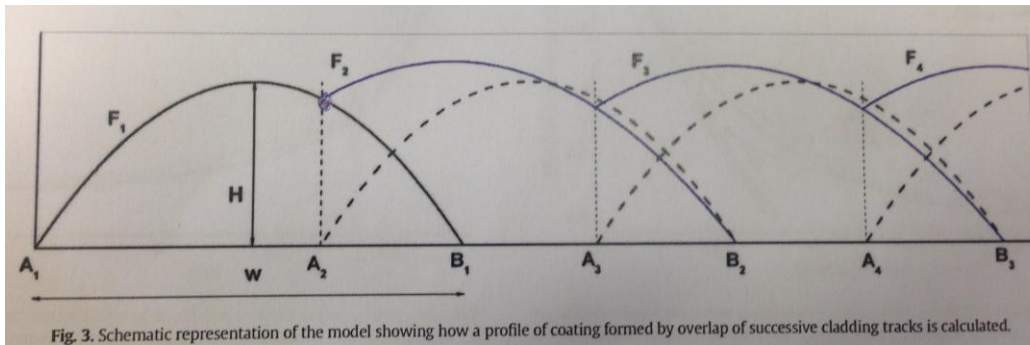
Chemické složení prášku [wt%]

C	Cr	Ni	Co	Fe	Si
0,2 5	27	2,8	bal.	1,5	1

Chemické složení prášku [wt%]

C	Cr	Ni	Co	Fe	Si
0,25	27	2,8	bal.	1,5	1

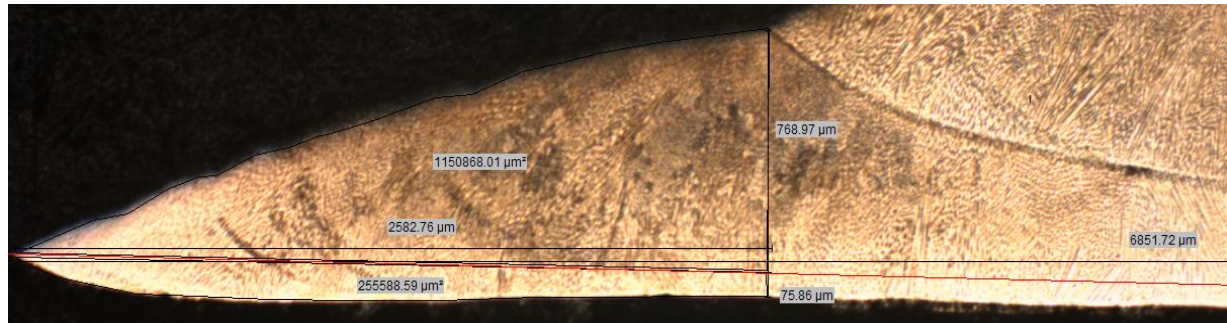
Predikce výšky a morfologie návaru



Co plyne ze simulací?

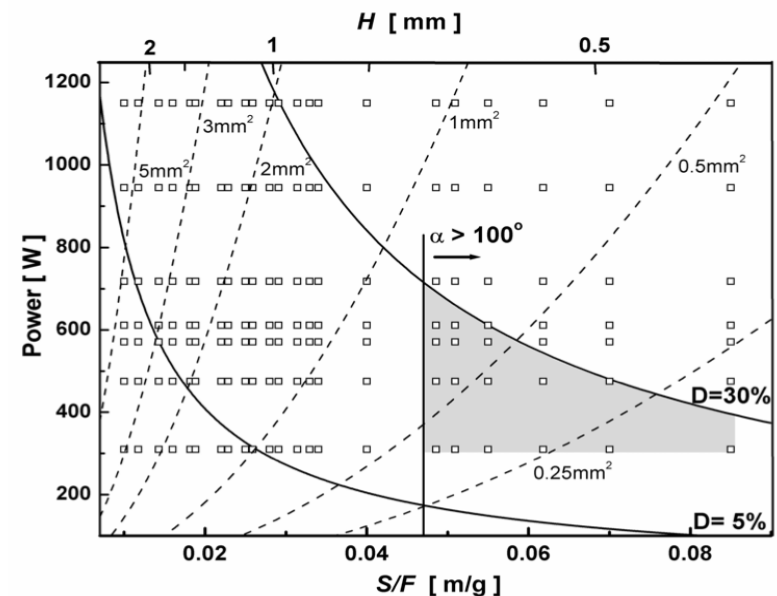
Z jediného tracku (housenky) lze odvodit výšku a morfologii návaru!

Reverzní ověření modelu



Předpoklady:

- tvar tracku je parabola
- šířka prvního tracku návaru je přibližně rovna šířce jednotlivého tracku



Závěr

- Odladění korozivzdorných návarů
- Nalezení cesty pro zjednodušení odladění nových návarů
 - Predikce morfologie návarů
 - Vytvoření procesních map

Ve volném čase...

