

Slitiny W s pasivačními vlastnostmi

Jakub Veverka^{1,2}, Monika Vilémová¹

¹Oddělení materiálového inženýrství, Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i.

²Katedra materiálů, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze

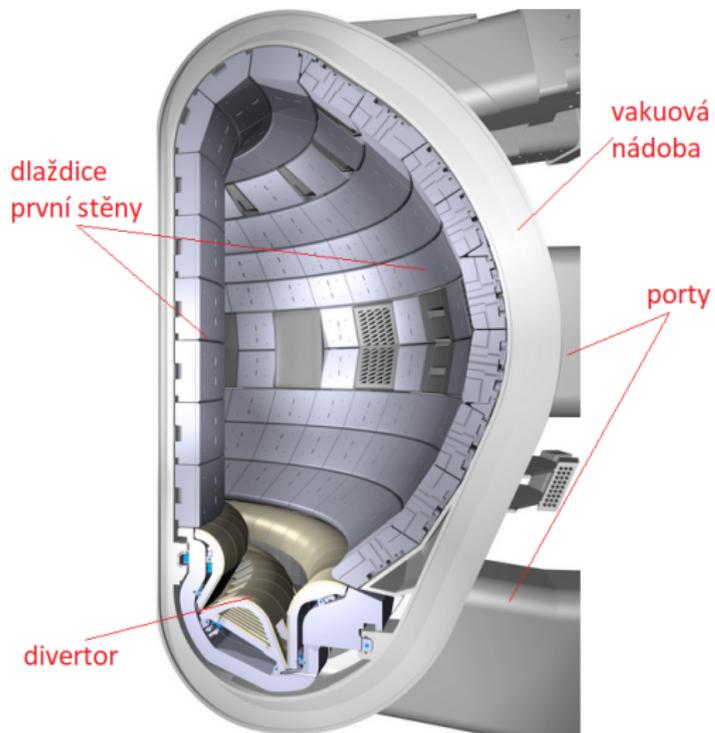
23.1.2018

- 1 W jako materiál pro PFC
- 2 Experiment
- 3 Výsledky

1 W jako materiál pro PFC

2 Experiment

3 Výsledky



Obr. 1: Průřez komorou tokamaku

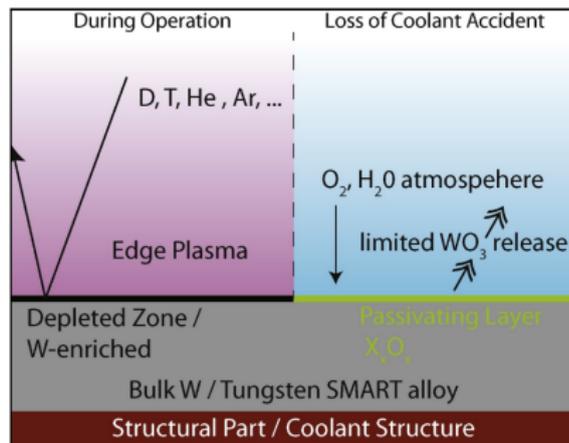
- odvod tepla, ochranný materiál první stěny/divertoru
- odolnost proti odprašování, pevnost za vysokých teplot
- dobrá tepelná vodivost, vysoký bod tání
- nízká retence tritia

X

- obtížná výroba - obtížné obrábění, vysoký bod tání
- DBTT, rekrytalizace
- náchylnost k oxidaci

- běžný provoz - není
- havárie
 - vniknutí O_2 , H_2O
 - oxidace - změna vlastností, vznik těkavého $WO_3 \cdot H_2O$ (rozšíření radioaktivity mimo reaktor), změna rozměrů

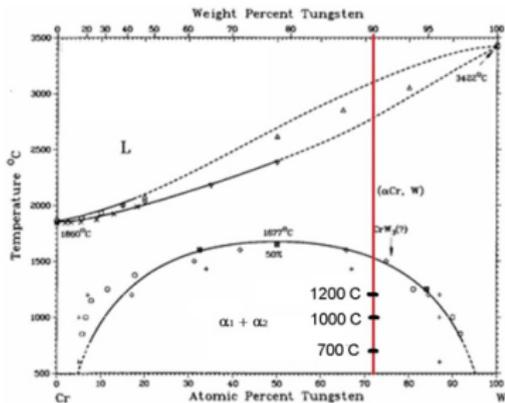
- W-Cr-Ti
- W-Hf-Ti
- W-Cr-Y
- W-Cr-Hf
- W-Cr-Hf-Y



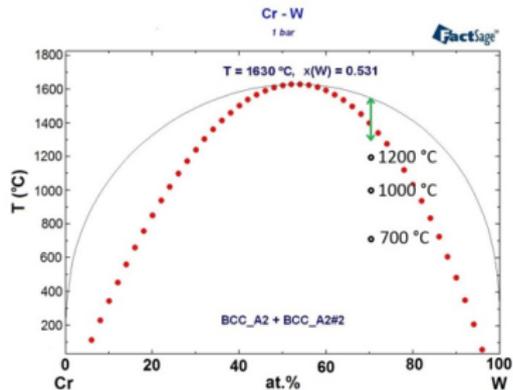
Obr. 2: Vznik pasivované vrstvy

R. Neu, et al., Advanced tungsten materials for plasma-facing components of DEMO and fusion power plants, Fusion Eng. Des. (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.fusengdes.2016.01.027>

Fázový diagram W-Cr



Obr. 3: Fázový diagram W-Cr



Obr. 4: Detail fázového diagramu - miscibility gap

1 W jako materiál pro PFC

2 Experiment

3 Výsledky

1. Experiment

- příprava prášku - mechanické legování
- výroba vzorku - Spark Plasma Sintering
- žíhání vzorků
- studium mikrostruktury a tvrdosti

2. Záměr

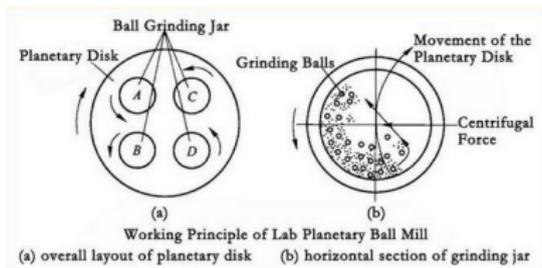
- získat poznatky o rozpadu tuhého roztoku W-Cr
- vyrobit materiál s nižší kinetikou rozpadu



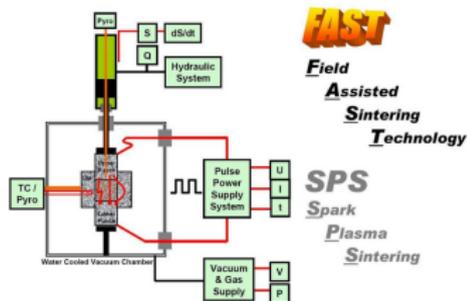
Obr. 5: Planetární mlýn nádoba



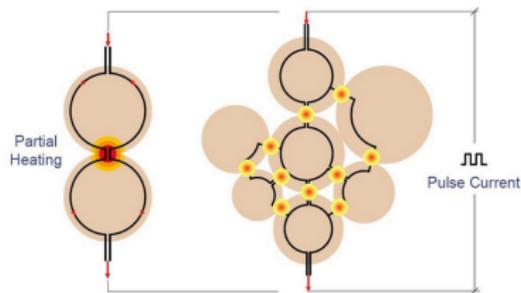
Obr. 6: Planetární mlýn



Obr. 7: Planetární mlýn - princip



Obr. 8: SPS



Obr. 9: Průchod proudu při SPS

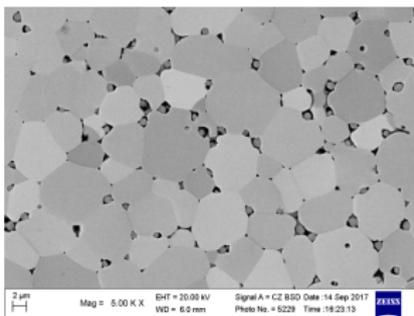
Tab. 1: Vzorky připravené metodou SPS

Složení [hm. %]	Teplota [°C]	Tlak [MPa]	Čas [min]
W-10Cr-1Hf	1750	70	3
W-10Cr-1Hf-1Y	1750	70	3
W-10Cr-1Y	1750	70	3

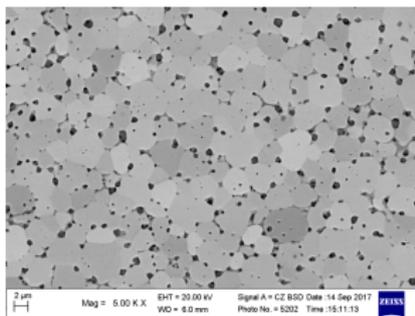
1 W jako materiál pro PFC

2 Experiment

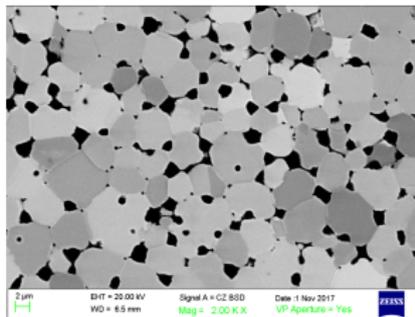
3 Výsledky



Obr. 10: W-10Cr-1Hf



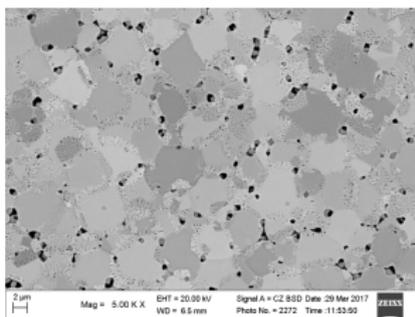
Obr. 11: W-10Cr-1Hf-1Y



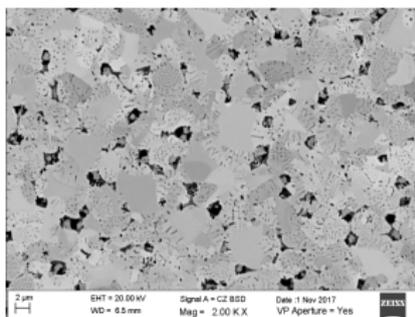
Obr. 12: W-10Cr-1Y

M. Vilémová et al., Microstructure and phase stability of W-Cr alloy prepared by spark plasma sintering, Fusion Engineering and Design 127 (2018) 173–178, <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2018.01.012>

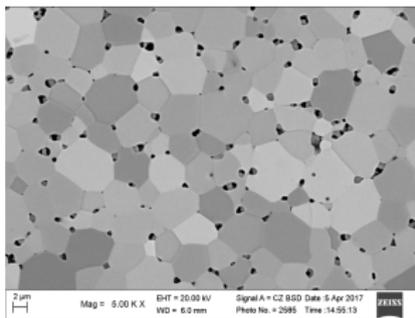
Rozpad tuhého roztoku W-10Cr-1Hf



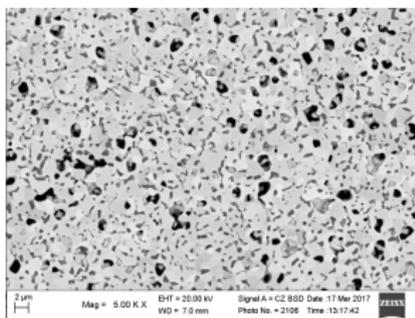
Obr. 13: 10 hodin, 1000°C



Obr. 14: 35 hodin, 1000°C



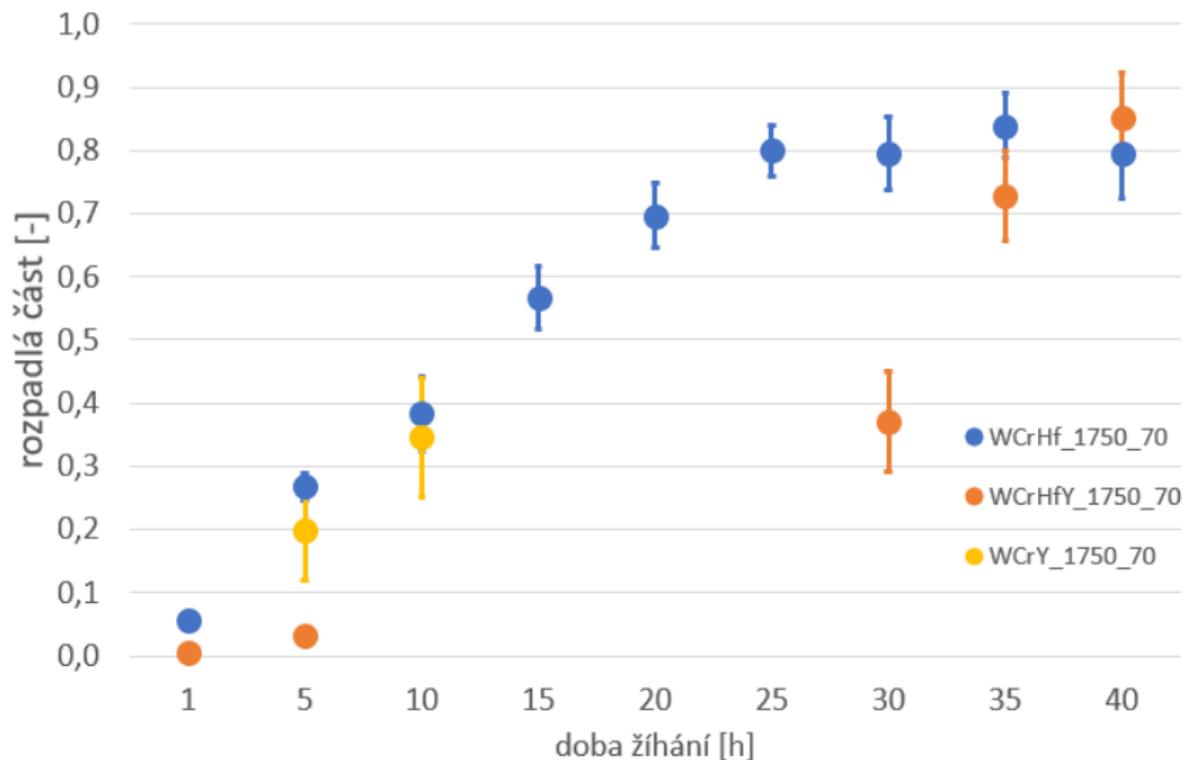
Obr. 15: 40 hodin, 700°C



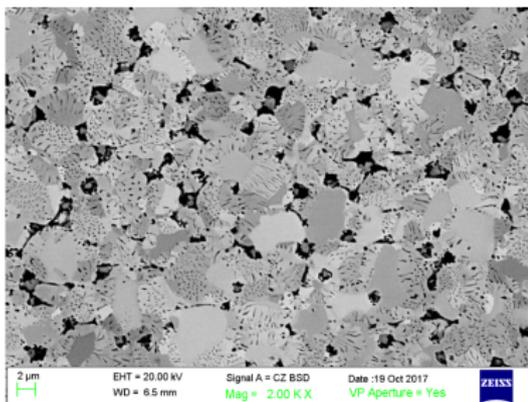
Obr. 16: 40 hodin, 1200°C

M. Vilémová et al., Microstructure and phase stability of W-Cr alloy prepared by spark plasma sintering, Fusion Engineering and Design 127 (2018) 173–178, <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2018.01.012>

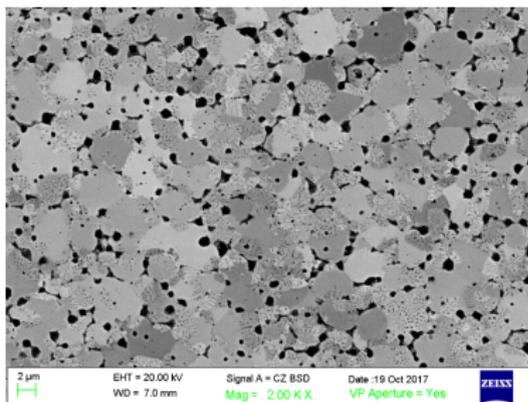
Rozpad tuhého roztoku - srovnání pro $T = 1000^{\circ}\text{C}$



Rozpad tuhého roztoku - vliv složení (30h, 1000°C)



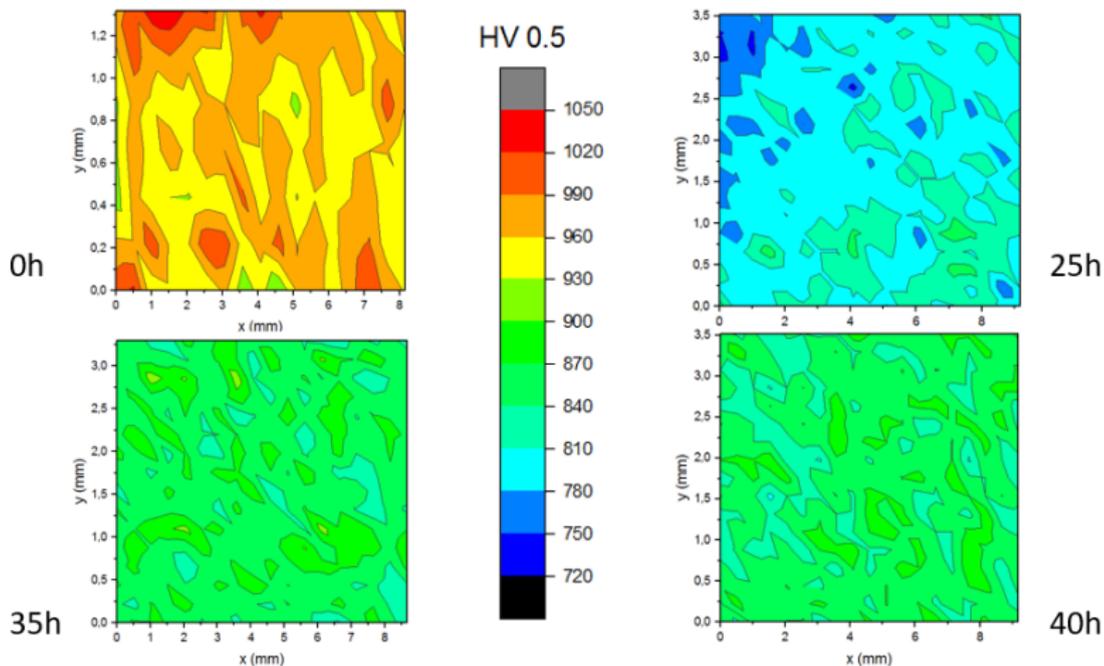
Obr. 17: W-10Cr-1Hf



Obr. 18: W-10Cr-1Hf-1Y

M. Vilémová et al., Microstructure and phase stability of W-Cr alloy prepared by spark plasma sintering, Fusion Engineering and Design 127 (2018) 173–178, <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2018.01.012>

Další vliv rozpadu - tvrdost



Obr. 19: Prostorové rozložení tvrdosti, W-10Cr-1Hf, 1000°C

- studium vzorků W-10Cr připravených pomocí SPS - rozpad tuhého roztoku
- cíl - získat materiál s pomalejší kinetikou rozpadu
- kinetika rozpadu závisí na teplotě a složení
 - teplota běžného provozu (700°C) - rozpad nepozorován
 - teplota při havárii ($\geq 1000^\circ\text{C}$) - rozpad probíhá, kinetika se liší dle složení
- přilegováním Y je možné rozpad zpomalit - zatím ne dostatečně
- rozpad snižuje tvrdost, ale zásadně nemění její rozložení