

SPOLUPRÁCE WESTINGHOUSE S ČVUT A FZÚ AV ČR

NA PROJEKTU OCHRANY POVRCHU ZIRKONIOVÝCH SLITIN KOMPOZITNÍMI
POLYKRYSALICKÝMI DIAMANTOVÝMI POVLAKY (2014 – 2016)

Michal Šimoník

Customer Account Engineer

Květen 2016

Podklady pro prezentaci byly použity z prezentace doc. Ing. Ireny Kratochvílové, Ph. D.

Agenda

- **Seznámení s projektem**
- **Popis vzájemné spolupráce**
- **Potencionální přínos pro jadernou bezpečnost**

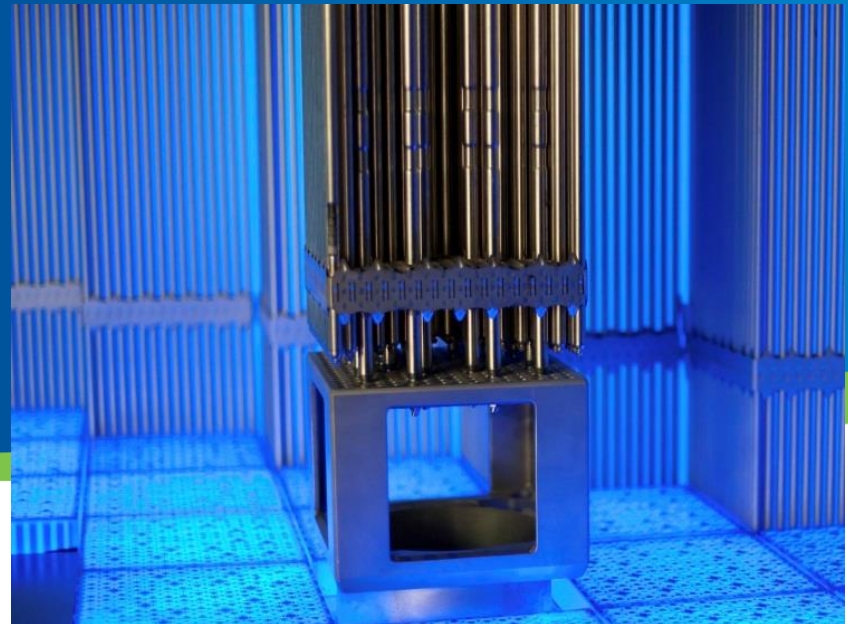
Agenda

- **Seznámení s projektem**
- **Popis vzájemné spolupráce**
- **Potenciální přínos pro jadernou bezpečnost**

Seznámení s projektem

Důvody výzkumu

- **Ochrana zirkoniových trubek proti korozi v reaktorech**
- **Prodloužení životnosti Zr pláště u jaderného paliva**



Seznámení s projektem

Slitiny zirkonia

Aplikace:

Opláštění paliva v jaderných reaktorech

Nevýhody:

Reaktivita s vodou, vedoucí k vytvoření výbušné směsi vodíku a ke zrychlené degradaci/oxidaci opláštění palivové tyče: $\text{Zr} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ZrO}_2 + 2 \text{H}_2$ (při teplotě vyšší než 900 °C je reakce velmi rychlá)

Možné řešení:

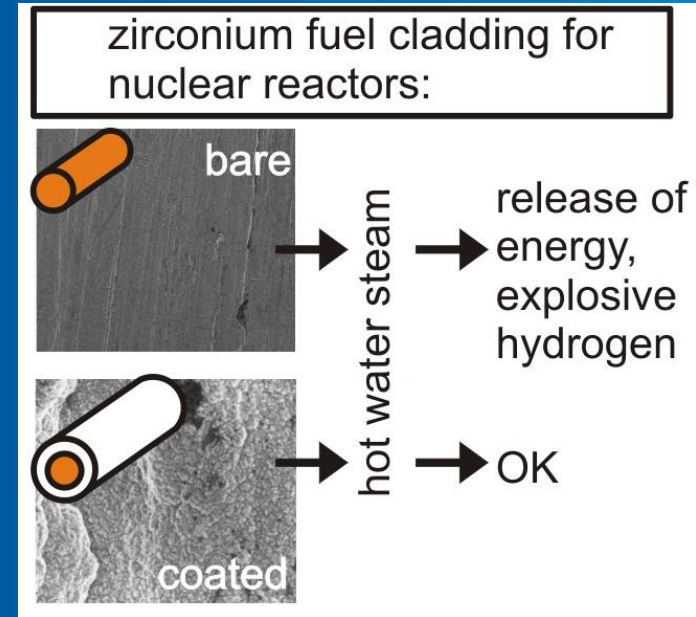
Tenká vrstva na Zr povrchu



Seznámení s projektem

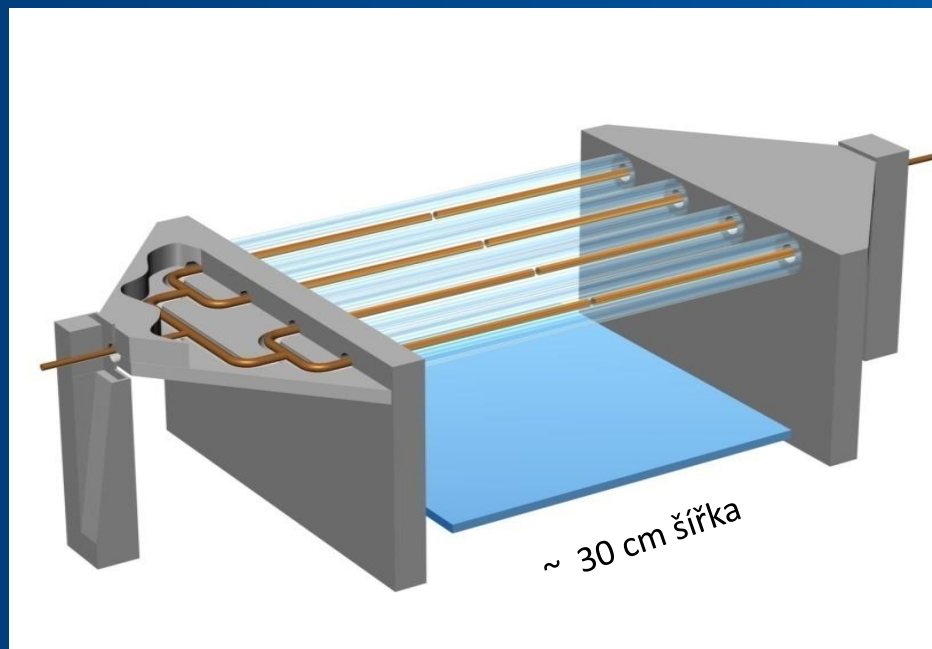
Povrchová ochrana Zr slitin polykrystalickou diamantovou vrstvou

- Vynikající vlastnosti
- Chemická stabilita
- Odolná radiačnímu záření
- Vysoká tepelná vodivost
- Snadno dosažitelné ve formě tenkých polykrystalických diamantových vrstev (PCD), několik technik CVD



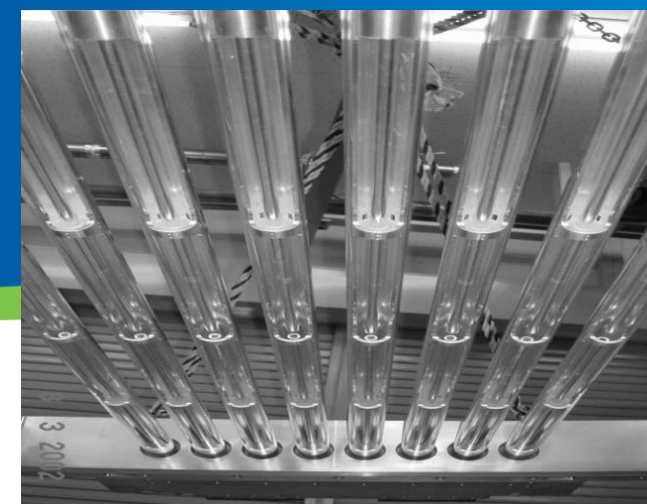
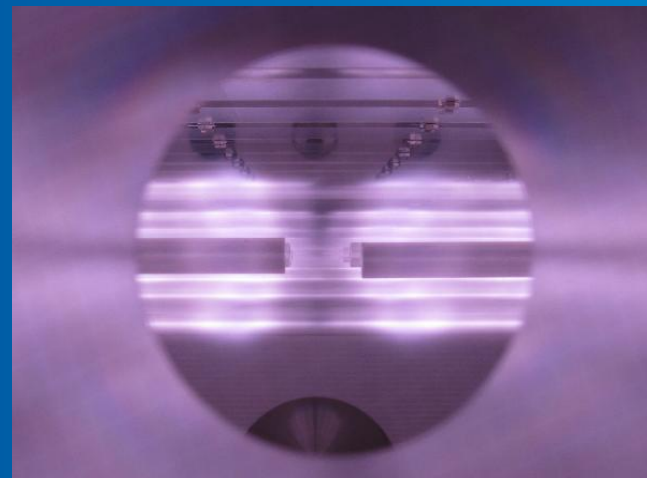
Seznámení s projektem

Aparatura pro depozici polykrystalických diamantových vrstev z plynné fáze v mikrovlnném plazmatu - Fyzikální ústav AV ČR



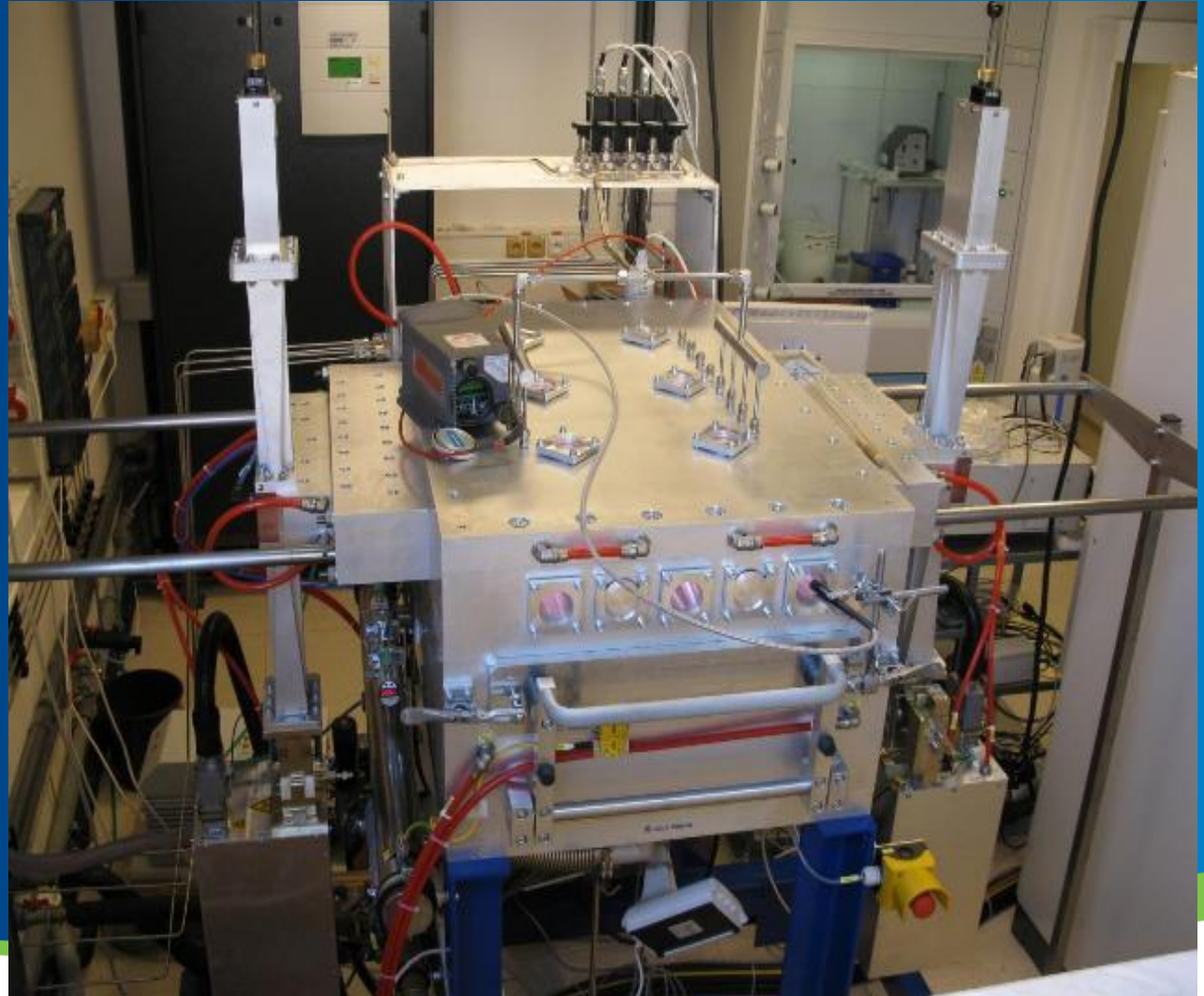
Výhody:

- Nízkoteplotní nanášení (do ~ 400 °C)
- Teplotní rozsah: 400 – 800 °C
- Velká nanášecí plocha (do 1 m²)



Seznámení s projektem

**Aparatura pro
nízkoteplotní depozici z
plynné fáze
v mikrovlnném plazmatu
– systém Leybold**



Seznámení s projektem

Zr tyče s nanesenou PCD vrstvou procházejí korozními testy:

- Ozařováním v reaktoru (Texas A&M University, USA)
- Oxidací v horké páře (Westinghouse, Pittsburgh, USA)



Agenda

- Seznámení s projektem
- Popis vzájemné spolupráce
- Potenciální přínos pro jadernou bezpečnost

Popis vzájemné spolupráce

- Grant Technologické agentury ČR
- Westinghouse Electric Czech Republic + ČVUT + FZÚ AV
- Cíl projektu: omezení nežádoucí chemické reaktivity povrchu zirkonových slitin v jaderných reaktorech pomocí **ochranné kompozitní polykrystalické diamantové vrstvy.**
- Finanční příspěvek od Westinghouse: přes 3 000 000 Kč
- Řešení: 2014 – 2016

Popis vzájemné spolupráce

Účastníci projektu:

ČVUT

Radek Škoda, Jan Škarohlíd

FZÚ AV

Irena Kratochvílová, Petr Ashcheulov, Andy Taylor,
František Fendrych

WESTINGHOUSE

Peng Xu, S. Johnson, Patrik Foral

Popis vzájemné spolupráce

Patenty:

- PCT/CZ2014/000101 R.Škoda, J. Škarohlíd, I. Kratochvílová, A. Taylor, F. Fendrych: LAYER PROTECTING THE SURFACE OF ZIRCONIUM ALLOYS USED IN NUCLEAR REACTORS
- 305059 / PV 2013-727 Vrstva, chránící povrch zirkoniových slitin, které se používají jako materiál pro jaderné reaktory
- 29370 / UV 2015-31919 Ochrana povrchu zirkoniových slitin polykrystalickými diamantovými filmy proti korozním změnám v prostředí tlakovodních jad. reaktorů

Agenda

- Seznámení s projektem
- Popis vzájemné spolupráce
- **Potenciální přínos pro jadernou bezpečnost**

Potencionální přínos pro jadernou bezpečnost

- PCD vrstva zvyšuje materiálovou odolnost vůči vysokoteplotní oxidaci
- Oxidace povrch Zr trubek je snížena o 20 – 30 % v důsledku aplikace PCD vrstvy
- Prodloužení životnosti pláště jaderného paliva
- PCD vrstva chrání povrch Zr trubky před reakcí s vodní párou při havarijních stavech

Potencionální přínos pro jadernou bezpečnost

HOSPODÁŘSKÉ NOVINY

Český nápad ušetří uran v jaderných elektrárnách. Tyče v reaktorech ochrání vrstva nanodiamantů

- Bezpečnější a levnější provoz jaderných elektráren zajistí inovace českých vědců.
- Může ušetřit až dvacet procent celkového objemu paliva. V praxi ji testují s firmou Westinghouse.
- Informaci přinesl týdeník Ekonom.



**Děkuji za Vaší
pozornost.**

Dotazy...?

