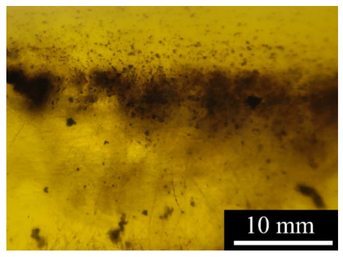
Vývoj keramického filtračního zařízení pro elektroizolační kapaliny

Tereza Havlíková
Ústav materiálových věd a inženýrství

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Kontext práce

- Elektroizolační kapalina v distribučním transformátoru – chlazení, izolace
  - ➢ Provozní stárnutí, oxidace, kontaminace
    - o Pevné částice, kaly, voda (velikost jednotky až stovky μm)
    - o Zhoršení vlastností – může vést až k selhání transformátoru
- Nutnost pravidelného čištění
  - ➢ Jednorázové papírové filtry
  - ➢ Problémy: krátká životnost, udržitelnost
- **Možná alternativa – keramické filtry**
  - ➢ **Možnost regenerace – prodloužení životnosti**
  - ➢ **Možnost recyklace materiálu po vyřazení z funkce**



Znečištění elektroizolační kapaliny, okem viditelné pevné částice.

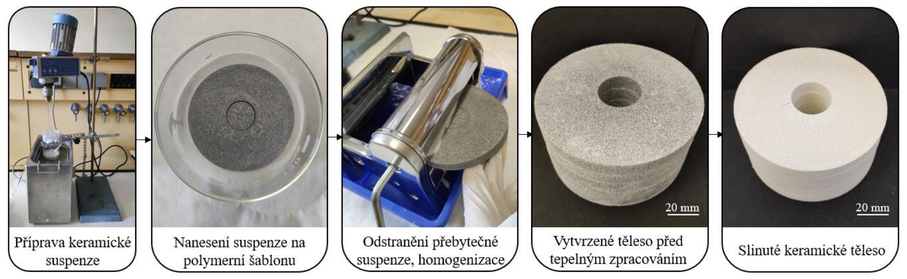
Cíle práce

- Připravit keramické filtry dvěma metodami: replikační metodou a přímým pěněním
  1) Optimalizovat parametry přípravy
  2) Charakterizovat připravené filtry z hlediska mikrostruktury, fázového složení a mechanické pevnosti
  3) Připravit filtry v požadovaném rozměru

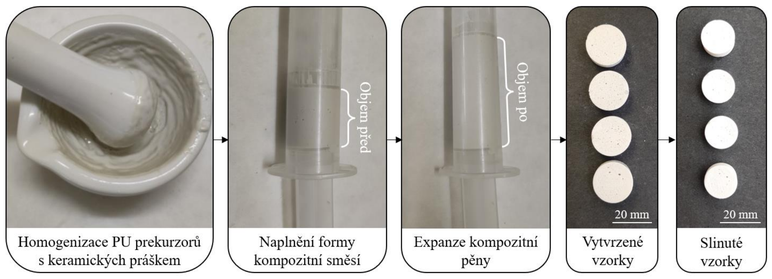
Metodologie přípravy

- Výchozí keramický prášek – Molochite™
  - ➢ 53,6 hm.% SiO_2, 42,5 hm.% Al_2O_3 (+ K_2O, FeO_2, MgO, Na_2O, CaO, TiO_2)

Replikační metoda

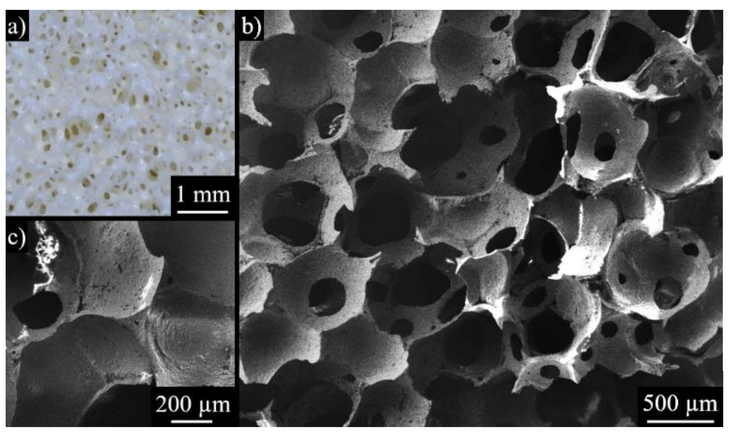


Přímé pěnění

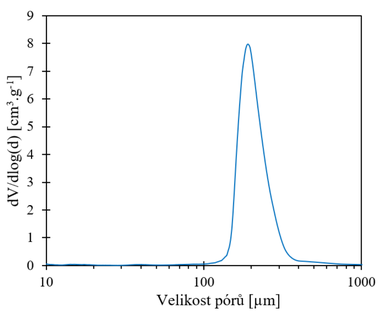


Charakterizace pěn připravených replikační metodou

- **Mikrostruktura**
  - ➢ Otevřené propojené póry
  - ➢ Porozita 77–79 %
  - ➢ Velikost pórů 150–350 μm, unimodální distribuce
- **Fázové složení**
  - ➢ 93 % mullit ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$), 7 % cristobalit (SiO_2)
- **Mechanická pevnost v tlaku**
  - ➢ 1,4–2,4 MPa



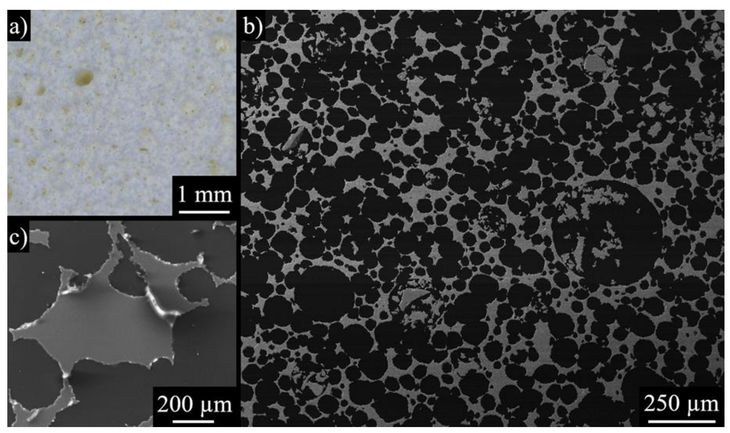
Mikrostruktura pěny připravené replikační metodou s optimalizovanými parametry; a) stereolupa, b–c) SEM.



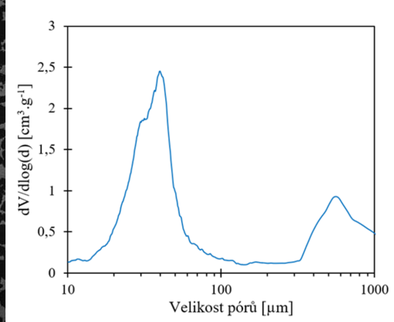
Distribuce velikosti pórů (rtuťová porozimetrie).

Charakterizace pěn připravených přímým pěněním

- **Mikrostruktura**
  - ➢ Otevřené propojené póry
  - ➢ Porozita 72–74 %
  - ➢ Velikost pórů 1–100 μm, multimodální distribuce
- **Fázové složení**
  - ➢ 100 % mullit ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)



Mikrostruktura pěny připravené přímým pěněním s optimalizovanými parametry; a) stereolupa, b–c) SEM (výbrus).

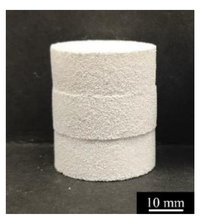


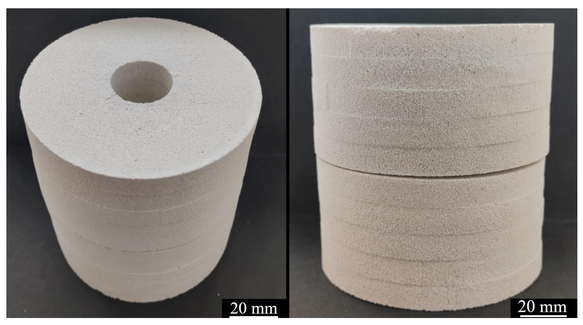
Distribuce velikosti pórů (rtuťová porozimetrie).

Příprava filtrů v požadovaném rozměru

- Válec (průměr 100 mm, výška 100 mm), průchozí středová díra

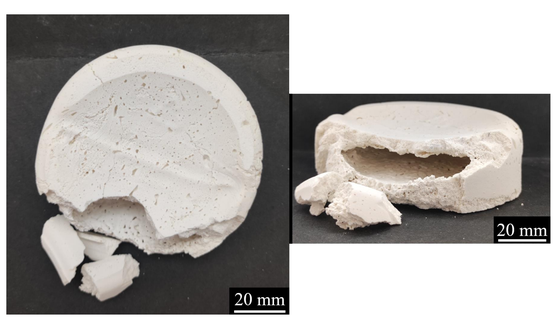
Replikační metoda





✓

Přímé pěnění



x

Závěr

- **Filtr připravený replikační metodou:**
  - ➢ Má otevřenou a propojenou porézní strukturu → zajištění průchodnosti filtru
  - ➢ Má unimodální distribuci velikosti pórů → předpoklad vyšší efektivity filtrace
  - ➢ Má dostatečnou mechanickou pevnost → odolnost proti tlaku kapaliny
  - ➢ Splňuje rozměrové požadavky
    - o **Je vhodným kandidátem pro využití ve filtraci elektroizolační kapaliny za účelem odstranění nejhrubších nečistot (řádově stovky μm)**
- **Budoucí výzkum:**
  - ➢ Testování filtrační schopnosti
  - ➢ Měření smáčivosti filtru a případná modifikace povrchu
  - ➢ Příprava pěn s menší velikostí pórů
  - ➢ Příprava filtru s gradientní porozitou a plná náhrada aktuálně používaného papírového filtru

Uložení keramického filtru v pouzdře připojeném k filtrační jednotce.