

# Přírodní a umělé materiály s významnou nanostrukturou

# Přírodní

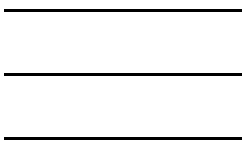
- V přírodě se samozřejmě vyskytují materiály s nanometrickou strukturou vznikající spontánně bez zásahu lidské ruky. Mnoho jich nalézáme v oblasti biologických materiálů, ale i v neživé přírodě. Zaměříme se na jílovité materiály vzhledem k jejich vysokému aplikačnímu potenciálu.

# Jíly

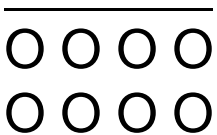
- Jílové materiály (vrstevnaté silikáty) mají tloušťku jedné vrstvy řádově 1 nm závislou na použitém silikátu a vyznačují se mj. velmi vysokou hodnotou měrného povrchu.
- Tyto materiály jsou významné schopností přijímat do své vlastní krystalové struktury velké organické molekuly polymerů nebo velké komplexní ionty, jelikož jsou
- vrstevnaté a mají vhodnou hostitelskou strukturu. Tento jev se nazývá interkalace.

# Interkalace

Interkalace:



*Normální vrstevnatá struktura*

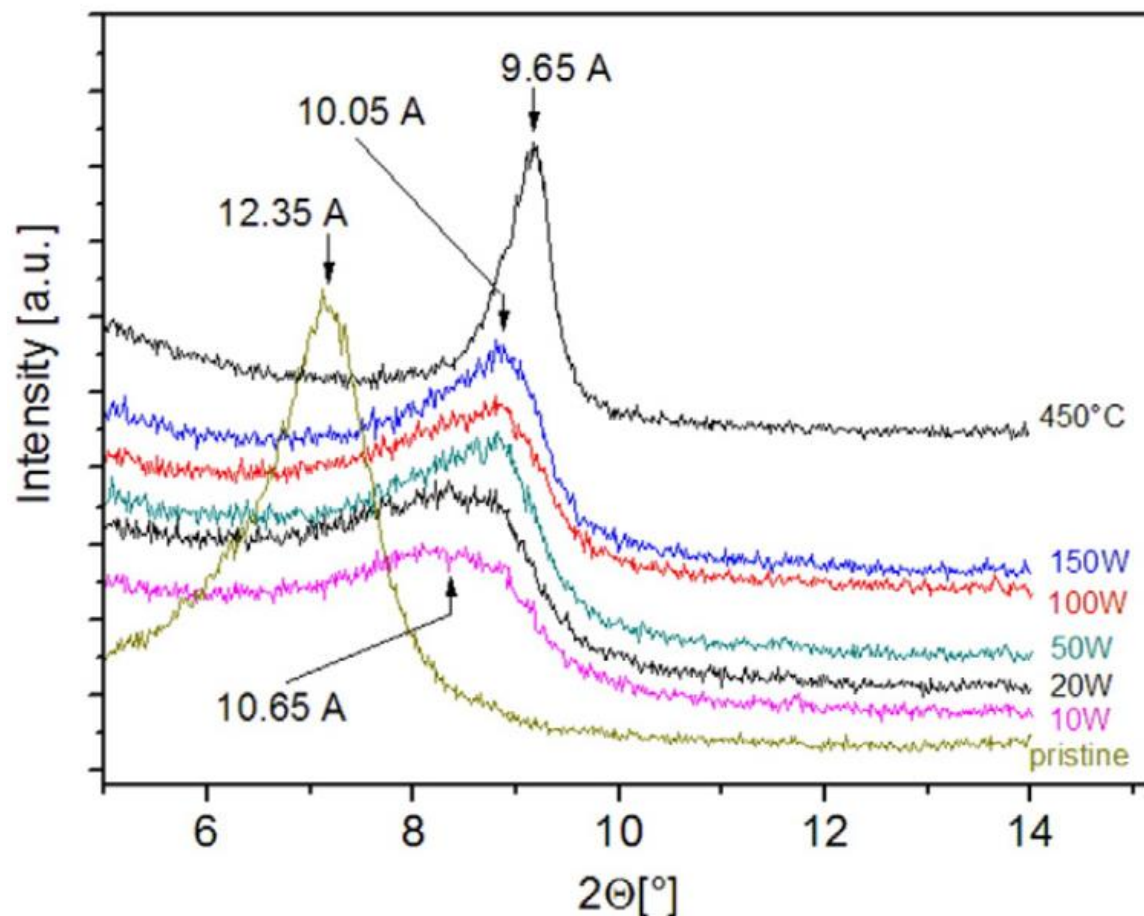


*Interkalovaná struktura*

*(atomy nebo molekuly jsou vpraveny mezi jednotlivé vrstvy základního materiálu).*

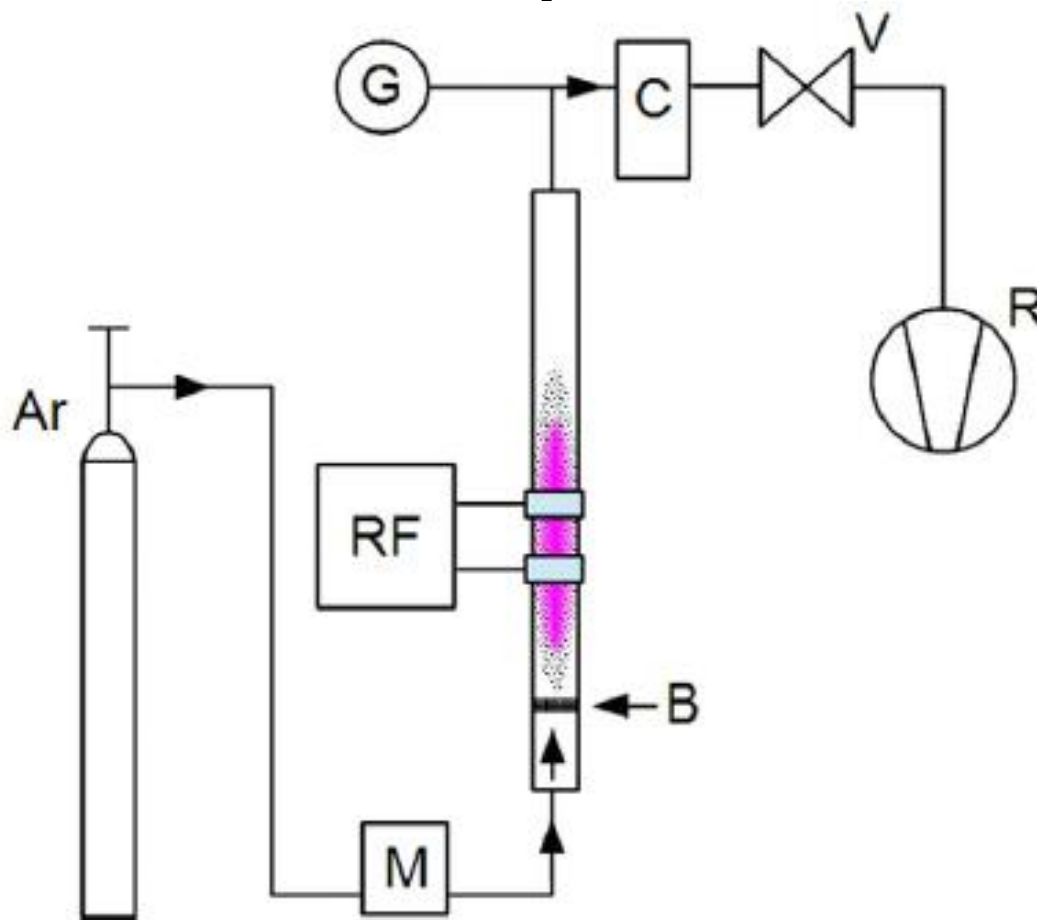
# Jak na to

- Interkalace vyžaduje vyšší mobilitu (teplotu) a čas.
- Lze aplikovat i plazmové technologie



X-ray profiles of basal reflection 001, from bottom: for pristine Mt and for discharge powers (from bottom to top) from **10W to 150W for 20 s**. The top spectrum is for sample **heated to 450 °C for 8 hours**.

# Vznosový reaktor



**Fig. 1.** Schematic drawing of the FBR. Ar – argon bottle, M – mass flow controller, B – porous membrane, RF – generator with matching unit and electrode, G – pressure gauge, C – cyclone, V – valve, R – rotary vane pump.

# Sorbenty

- Jednou z oblastí uplatnění jílovitých materiálů jsou selektivní sorbenty.
- Vývoj selektivních sorbentů (tj. látek, které zachycují jen určitý typ nečistot) a katalyzátorů je založen na interkalaci velkých komplexních kationtů v mezivrstevním prostoru silikátů. Tyto kationty působí v mezivrstevní jako pilíře a mezi nimi vznikají dutiny vhodné pro sorpci velkých organických molekul, např. nečistot z vodního prostředí, jako jsou polychlorované bifenyly či aromatické uhlovodíky.
- Látky, které bude sorbent pohlcovat, jsou v podstatě dány rozměry interkalovaného celku.

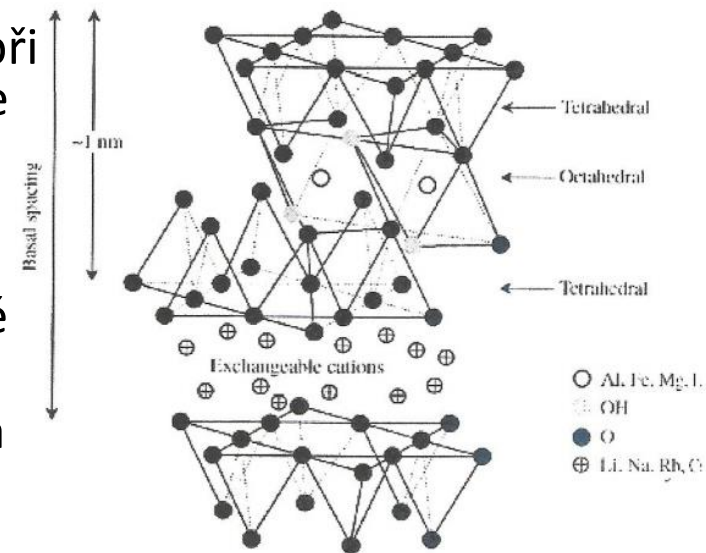
# Léčiva – nosiče léčiv

- Interkalace biochemicky účinné látky do mezivrstevního prostoru v krystalové struktuře jílových minerálů má dva významné důsledky:
  - interkalovaná účinná látka se z hostitelské struktury jílu uvolňuje pozvolna, čímž se zajišťuje její rovnoměrný přísun
  - s vyšší biologickou aktivitou vzrůstá terapeutická účinnost.
- Je známo, že biologická aktivita velkých organických molekul závisí na jejich konformaci (vzájemné orientaci). Právě vzájemnou orientací lze příznivě ovlivnit ukotvení organických molekul na silikátovou vrstvu hostitelského materiálu.



# Příklad - fylosilikáty

- Jedním z nejčastěji používaných jílových nanoplniv je montmorillonit (MMT). Je to hlinito-křemičitanový jílový materiál. Je primárně složený z jemně zrnitých minerálů a při přiměřeném obsahu vody je plastický a ztvrdne po vysušení nebo vypálení.
- Montmorillonit patří do skupiny planárních fylosilikátů, které můžeme definovat jako fylosilikáty obsahující spojitě dvojrozměrné sítě tetraedrů.
- Tyto sítě jsou vzájemně spojeny třemi vrcholy a čtvrtý vrchol směřuje na libovolnou stranu kolmo na rovinu sítě tetraedrů. Spojení vrstev mezi sebou je buď vodíkovými vazbami, skupinami kationů s koordinační sférou, nebo jednotlivými kationy.



# Planární fylosilikáty

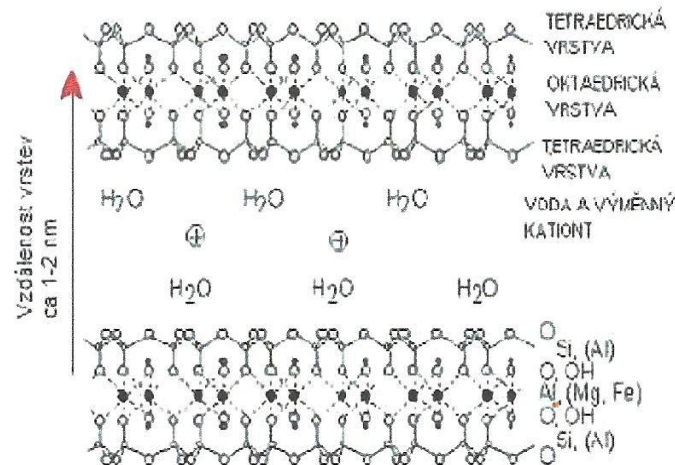
- Jílové minerály této skupiny se vyskytují v podobě velmi malých krystalků s často porušenou strukturou. MMT struktura je složena z vrstev 2:1, mezi nimiž jsou vyměnitelné hydratované kationy. Tím se jedná o spojení jedné oktaedrické sítě  $\text{Al}(\text{OH})_3$  a dvou tetraedrických sítí  $\text{SiO}_2$ , která se pravidelně periodicky opakují.
- Mezi opakujícími se trojvrstevnými je mezivrstevní prostor, který vyplňuje v normálním stavu voda a hydratované ionty prvků první a druhé skupiny periodické soustavy prvků.
- Tloušťka jednotlivých vrstev je 1 nm a délka od 100 nm až do několika mikrometrů.

# Kompozity

- Díky dobrým vlastnostem se montmorillonit používá na přípravu nano- kompozitů typu polymer / jíl.
- Důležitou vlastností montmorillonitu je schopnost vázat nebo uvolňovat vodu a vyměňovat kationty z mezivrství ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) za kationty těžkých kovů, tj. za kladně nabitě ionty organických látek.

# Kompozity

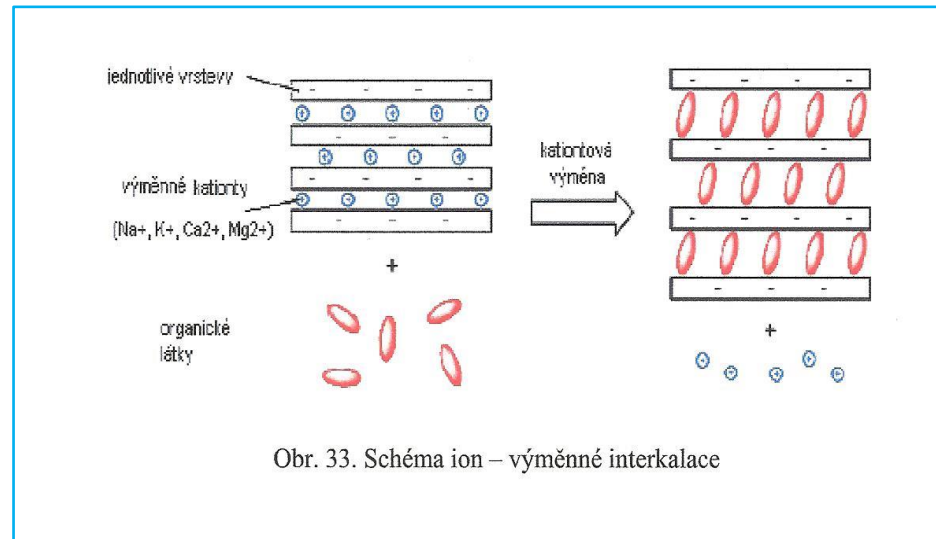
- Výsledný nanokompozit je složen z neorientovaných silikátových vrstev v polymerní matrici. Vykazuje vyšší pevnost, tvrdost, odolnost proti hoření, nepropustnost pro kapaliny, vodní páry apod.



Obr. 32. Struktura montmorillonitu názornější

# Kompozity

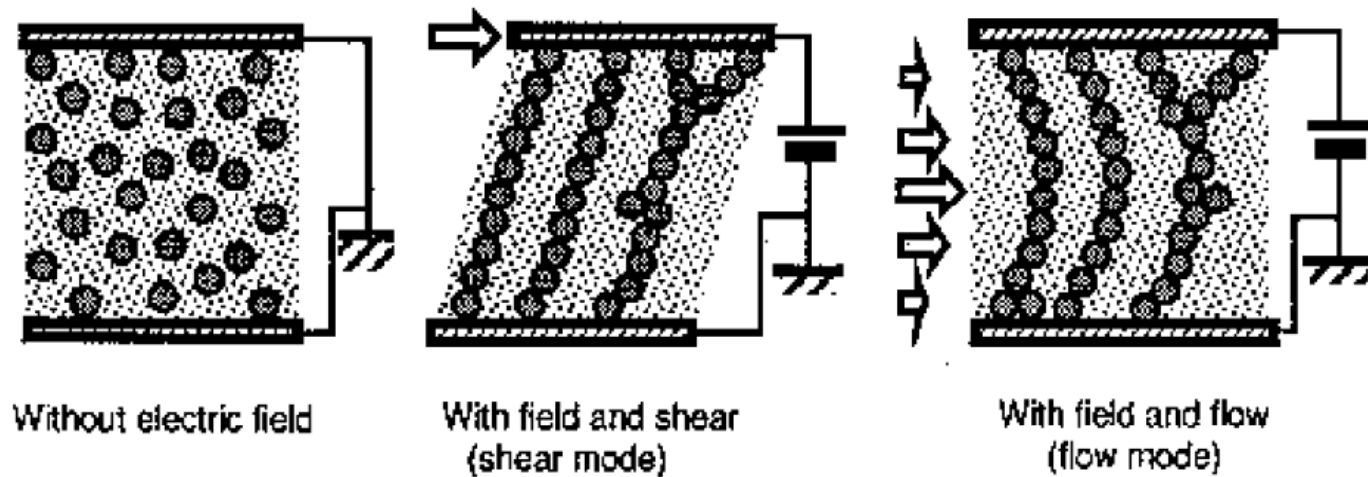
- Opticky aktivní organické molekuly vytvoří v mezivrstvě uspořádaný dvoudimenzionální molekulový systém se zvýrazněnými fotochemickými nebo fotofyzikálními vlastnostmi



# MMT/PANI

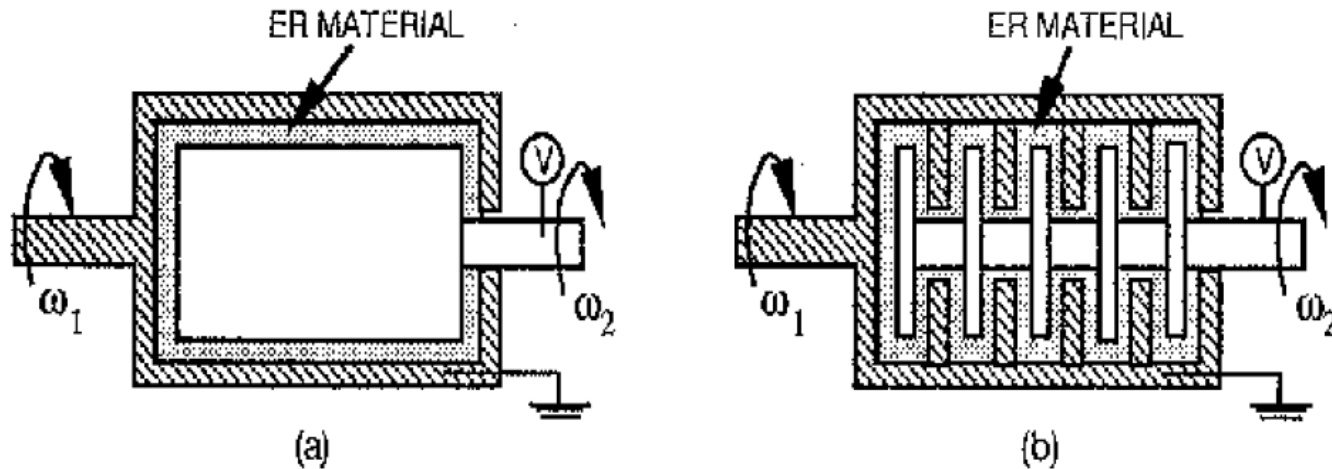
- Electrorheological properties studované na disperzi v silikonovém oleji, DC 4kV/mm
- Částice 100 nm
- Dielektrická konstanta zvýšená, vodivost 10 x než samostatné komponenty

# Electrorheological



**Figure 2.17** Effect of applying electrical field to ER materials.

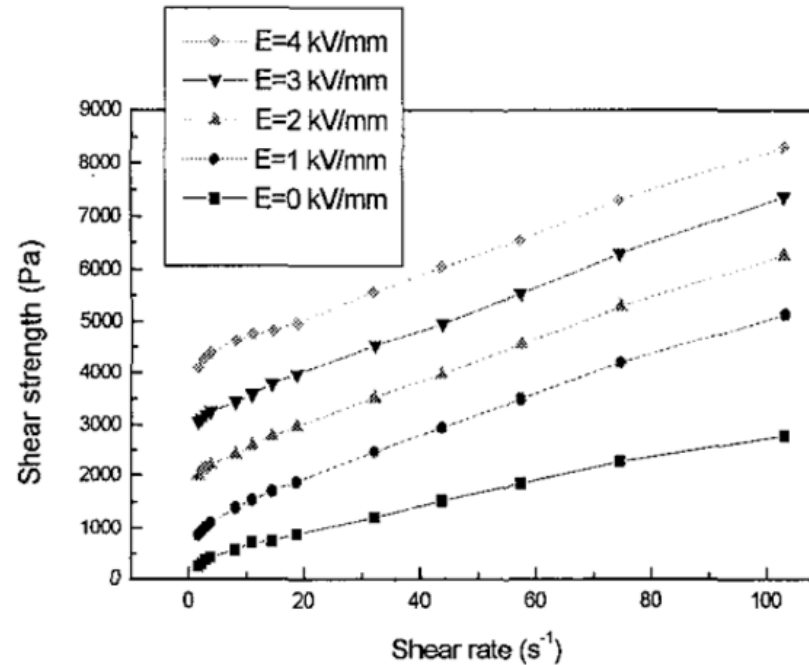
# Řízený přenos momentu



**Figure 2.18** Utilization of ER fluids in power transmission.



# Vlastnosti



**Figure 4.** Shear stress of PANI-MMT ERF as a function of shear rate ERF at the different electric field

# Stabilita v čase

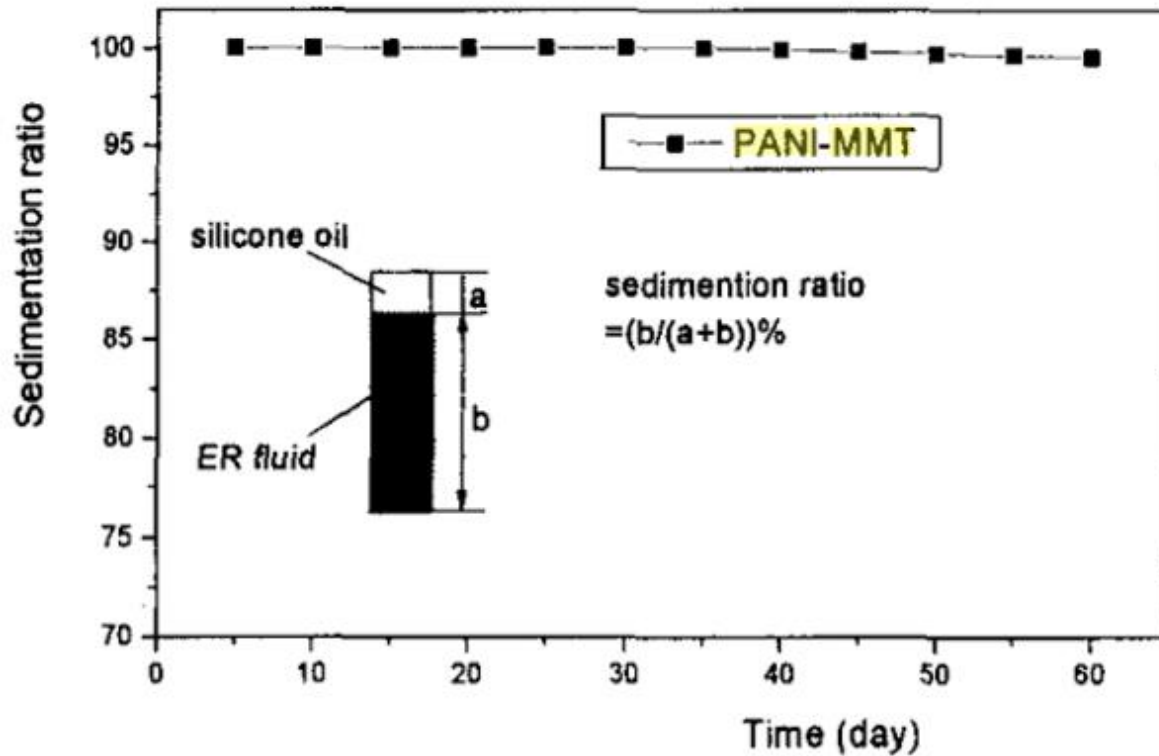
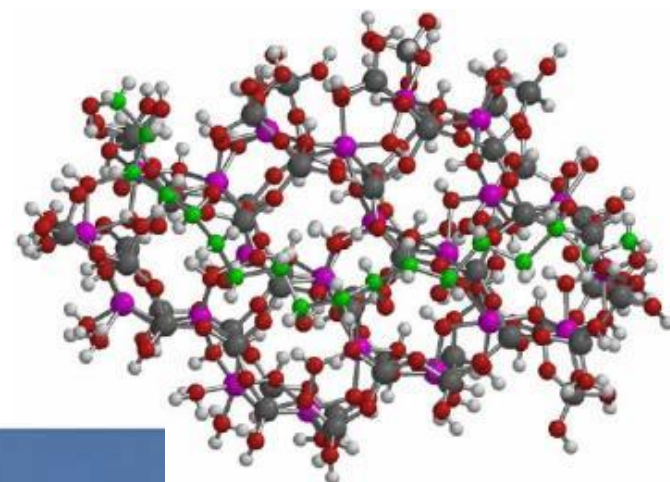
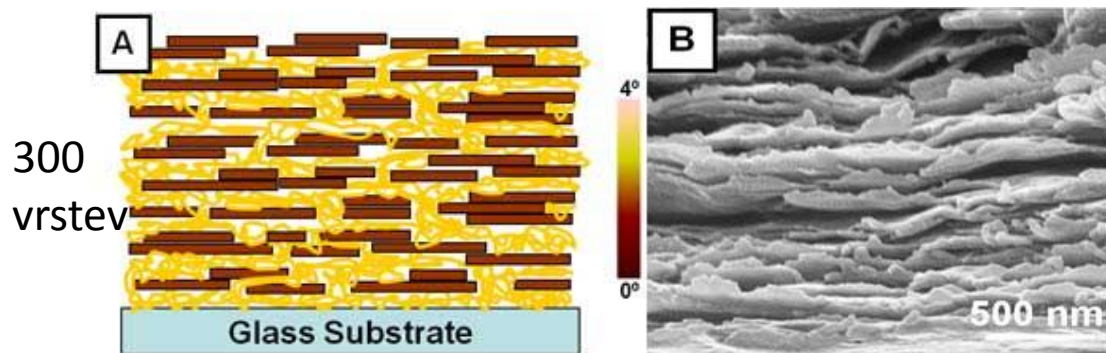


Figure 6. The sedimentation ratio of PANI-MMT nanocomposite ERF vs. time

# I mechanické vlastnosti

- mezi PVA (polyvinil alkohol) a MTM

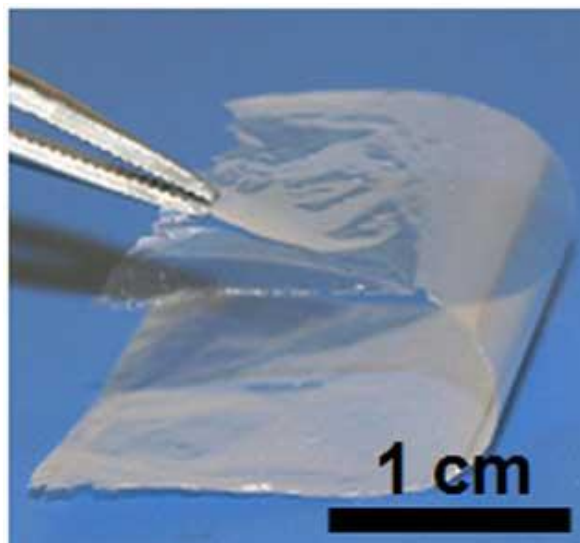
Vzdálenosti mezi OH skupinami v PVA výborně odpovídají vzdálenostem kyslíkových atomů vázaných na křemík na povrchu MTM destiček



Legenda: Al - fialová, O – červená, H- světle šedá, Si – tmavě šedá, C – zelená

Je to přesně jako suchý zip, dokonce i pokud se všechny vazby přeruší, tak při opětovném přiložení oddělených částí k sobě jsou automaticky navázány vazby nové.

A materiál má opět původní pevnost. Jak se tento nový materiál ohýbá a natahuje, tak se neustále obnovují vazby mezi nanočásticemi.



Přírodní vzor

