

Úloha č. 1

Základy obsluhy plazmatických reaktorů, seznámení s laboratorní technikou

Úkoly měření:

1. Zopakujte si základní pojmy z oblasti fyziky plazmatu a plazmochemie. Využijte přednáškové texty a doporučenou literaturu.
2. Seznamte se s principem fungování, základy obsluhy a zásadami bezpečné práce s plazmatickým reaktorem Diener Femto.
3. Seznamte se s základy obsluhy tlakových nádob obsahujících stlačené plyny.
4. Proved'te modifikaci vzorku polymerního materiálu plazmatem a pomocí vizuální kontroly tvaru kapky testovací kapaliny na povrchu materiálu okomentujte vliv plazmatu na povrchové vlastnosti polymeru. Parametry modifikace (časový interval modifikace, použitý plyn a jeho průtok) stanoví vyučující v průběhu laboratorního cvičení.

Použité přístroje a pomůcky:

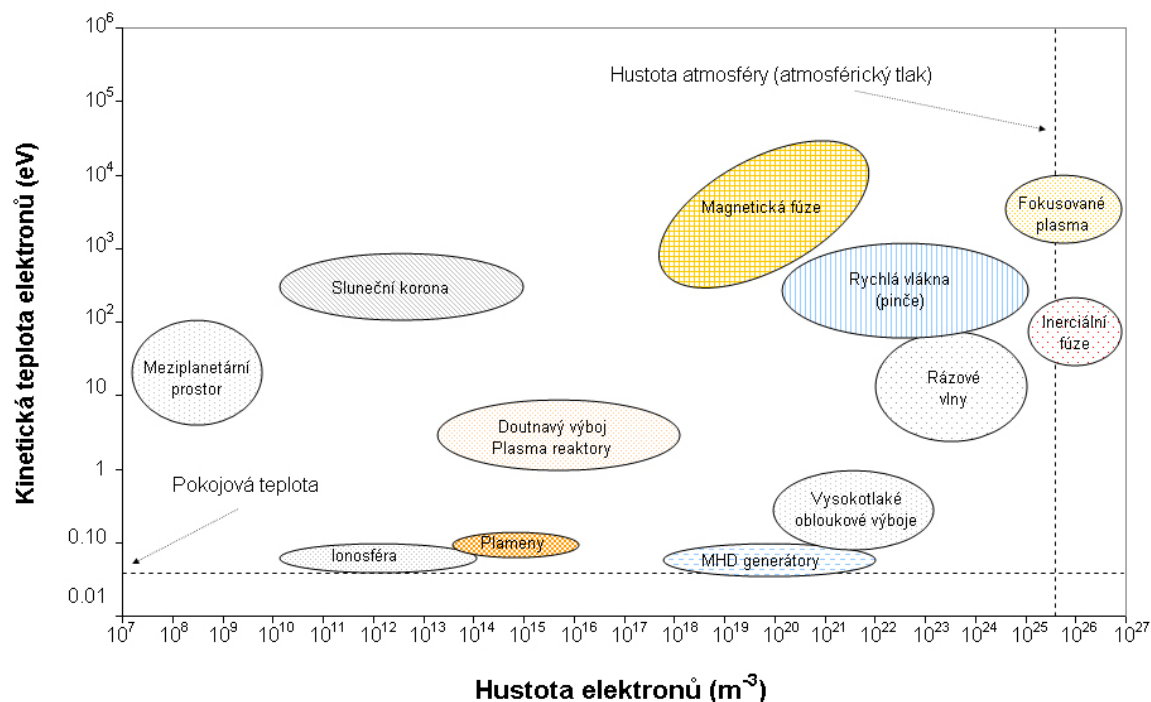
1. Plazmatický reaktor pro modifikaci vzorků; typ Femto, výrobce Diener
2. Tlakové lahve se stlačeným plynem
3. Mikropipety pro nanášení testovacích kapalin na polymerní vzorky

Základní pojmy, teoretický úvod:

Plazma bývá obecně definováno jako čtvrté skupenství hmoty. Někdy se za plazma označuje ionizovaný plyn. Taková definice nemusí být nutně chybná, je ale přesnější označit za plazma *kvazineutrální směs nabitých a nenabitých částic, která vykazuje kolektivní chování*. Spektrum částic vyskytujících se v plazmatu je široké: elektrony, kationty, anionty, radikály, neionizované molekuly a atomy, excitované molekuly a atomy, kvanta záření různých vlnových délek. Jedná se o velmi reaktivní směs, jejíchž vlastností se využívá v různých odvětvích průmyslu. Díky specifickým vlastnostem plazmatu probíhají chemické reakce velmi rychle a při dobře navrženém plazmatickém systému nedochází k poškození modifikovaného materiálu. Na **Obr. 1** jsou znázorněny různé druhy plazmatu vyskytující se v přírodě, i ty vytvořené uměle. Jsou zobrazeny v souřadnicích kinetické teploty elektronů (eV) a hustoty elektronů (počet částic / m³) Pro laboratorní účely nás bude zajímat oblast plasma reaktorů, tj. hustota elektronů v rozmezí 10¹⁴ – 10¹⁸ částic / m³ a energie elektronů od 1 do 10 eV.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky





Obr. 1: Teplotní a hustotní režimy plazmatu

Částice v tomto režimu plazmatu mají dostatečnou energii k ionizaci molekul a atomů, přerušení chemické vazby, vytvoření radikálu atd., zároveň však nezpůsobí výraznější destrukci materiálu, který je účinkům plazmatu vystaven. Je to tzv. nízkoteplotní plazma – NTP (někdy označováno také jako nerovnovážné, případně neizotermní). Jako laboratorní zdroje NTP se nejčastěji používají generátory pracující na frekvenci 40 kHz, 13.56 MHz (RF – radiofrekvenční generátor) a 2.45 GHz (mikrovlnný generátor). Výhody a nevýhody jednotlivých generátorů jsou shrnuty v **Tab. 1**.

Výběr konkrétního systému závisí na typu operací prováděných v reaktoru (některé systémy jsou vhodné jen pro čištění a aktivaci povrchů, jiné jsou velmi efektivní například při leptání křemíku) a také na finančních možnostech investora. Finančně nejnáročnější je RF systém, a to především z toho důvodu, že nedílnou součástí každého RF generátoru je řídicí jednotka, která má za úkol minimalizovat výkon vracející se z výboje zpět do generátoru a zabránit tak jeho poškození. Její řízení je buď manuální nebo automatické.

Typ generátoru	Výhody	Nevýhody
40 kHz	· Nejlevnější řešení · Mechanicky odolný · Nejvyšší homogenita výboje · Účinnost cca. 90 %	· Pro stejnou rychlost leptání je nutný větší příkon ve srovnání s 13.56 Mhz generátorem
13.56 MHz	· Lepší homogenita než u 2.45 GHz generátoru · Rychlost leptání při stejném příkonu vyšší než u 40 kHz generátoru	· Velmi drahý systém · Náchylnost k interferencím · Systém se skládá z generátoru a řídicí jednotky · Účinnost 50 %
2.45 GHz	· Levný · Relativně mechanicky odolný · Nejvyšší rychlost leptání při daném příkonu · Účinnost 60 %	· Skleněné komponenty systému · Křemíkový disk musí být chlazen · Magnetron musí být napájen napětím 4500 V · Plasma není homogenní díky malé vlnové délce (12 cm)

Tab. 1: Výhody a nevýhody různých vysokofrekvenčních generátorů [5]

Obsluha plazmatického reaktoru Diener Femto [5]

Příprava

- Připojte vakuovou pumpu k reaktoru. Pumpa nesmí stát na stole (ve stejné úrovni jako reaktor). Položte ji na podlahu nebo alespoň níž než se nachází reaktor.
- Připojte trubici pro odvod reakčních zplodin. Trubice musí ústít do venkovního prostoru nebo do digestoře.
- Připojte pumpu k vývodu označeném „**Pump**“.
- Připojte hadici s pracovním plynem (argon, dusík, vzduch, ...) k jehlovému ventilu. Na ventilu tlakové lahve nastavte tlak v rozmezí 0.5 – 1 bar.
- Nastavte časovač na požadovaný čas.
- Zapojte přívod elektrické energie.
- Zapněte hlavní vypínač.
- Zavřete ventil větrání.
- Vložte vzorky určené k opracování do prostoru reaktoru.
- Pečlivě uzavřete prostor reaktoru.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



Plazmování

- Zapněte vakuovou pumpu a nechte ji běžet přibližně 2 – 4 minuty.
- Pomocí jehlového ventilu nastavte požadovaný průtok pracovního plynu.
- Nastavte výkon generátoru pomocí otočného voliče „**Power**“.
- Zapněte generátor (výboj by měl hořet rovnoměrně v celém reakčním prostoru).
- Generátor se automaticky vypne po uběhnutí času nastaveného uživatelem.
- Po zhasnutí výboje zapněte větrání reakčního prostoru na přibližně 10 sekund.
- Vypněte vakuovou pumpu.
- Pokračujte ve větrání reakčního prostoru.

Ukončení plazmování

- Otevřete dvířka reaktoru.
- Vyjměte vzorky.
- Vypněte hlavní vypínač.

Při obsluze plazmatického reaktoru postupujte podle tohoto návodu, vždy však pouze pod dohledem vyučujícího!!!

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Postup měření a pokyny k úloze:

- Připravte vzorky polymerních materiálů o rozměrech 20 x 40 mm z extrudovaných desek polykarbonátu a polyethylenu a vzorek netkané polypropylenové textilie o rozměrech 40 x 60 mm. Pracujte v latexových laboratorních rukavicích abyste neznečistili povrch materiálu.
- Proveďte modifikaci povrchu plazmatem. Volte časy v rozmezí 1 – 10 minut, podle druhu materiálu. Ostatní procesní parametry vám zadá vyučující.
- Na modifikovaný povrch naneste pomocí mikropipety kapku testovací kapaliny (voda, glycerol nebo ethylenglykol) o objemu 3 – 10 μ l a porovnejte výsledek se surovým materiálem.
- Zapište si všechny procesní parametry, druh studovaného polymerního materiálu a výsledky pozorování a zpracujte krátký protokol o měření.

Seznam použité a doporučené literatury:

- [1] Wu S.: *Polymer interface and adhesion*. Marcel Dekker, New York 1982).
- [2] Eliezer S., Eliezer Y.: *The fourth state of matter*. IOP Publishing Ltd, Bristol 2001.
- [3] Chen F. F., Chang J. P.: *Lectures notes on Principles of plasma processing*. Kluwer academic/Plenum Publishers, New York 2003.
- [4] Chan C. M.: *Polymer surface modification and characterization*. Carl Hanser Verlag, Munich 1994).
- [5] Manuál přístroje Diener Femto, Diener Electronic GmbH, www.plasma.de.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

