

Úvod

Plazma je soubor nabitých a neutrálních částic v různých kvantových stavech (elektrony, ionty, excitované stavy, neutrální atomy, molekuly), o kterém platí, že jeho prostorový náboj je přibližně roven nule (tzv. kvazineutralita). Plazma bývá někdy nazýváno čtvrtým skupenstvím hmoty. Jeho chování se navenek nejvíc podobá plynu, od něhož se ale liší hlavně přítomností volných nosičů náboje. Je schopné jako celek svými projevy generovat globální elektrická a elektromagnetická nebo magnetická pole a na takováto globální pole reagovat. Plazma není v přírodě žádný ojedinělý jev, odhaduje se, že až 99% celkové vesmírné hmoty se nachází právě v tomto skupenství. Jedná se hlavně o hvězdy, ale i různé mlhoviny a galaxie. Na zemi se pak s plazmatem setkáme méně často, jelikož má jeho životnost velké energetické nároky (vysoká teplota, tlak, záření apod.), nevydrží v přirozeném prostředí dlouhou dobu, jsou to např. blesky a jiné výboje.

K vytvoření plazmatu je tedy potřeba, aby se z atomů nebo molekul v plynné fázi uvolnily elektrony a došlo k ionizaci. K ionizaci dojde, jestliže atom nebo molekula získá dostatečné množství energie – může ji přijmout z vnějšího zdroje, ale také díky vzájemným srážkám se sousedními částicemi. Ke generaci a udržení plazmatu je potřebný zdroj energie způsobující ionizaci. Pokud se vybere jako zdroj stejnosměrný proud, musí se použít elektricky vodivé elektrody, v opačném případě by se izolant nabíjel a rušil by výboj. Střídavý proud může tento problém zmírnit, protože kladné náboje akumulované během jedné poloviny cyklu jsou bombardovány elektrony z následujícího cyklu. Avšak konvenčně používaná frekvence střídavého proudu 50 Hz není příliš efektivní, protože doba potřebná k nabití izolantu je mnohem menší než polovina cyklu. 50-100kHz je frekvence postačující k poskytnutí trvalého výboje. Při vyšších frekvencích již elektron není schopen sledovat elektrické pole, reaguje ale na časově průměrná pole. Nad 500kHz (radiové frekvence) se poloviční doba cyklu zkrátí natolik, že elektron již zůstává uvnitř mezelektrodového prostoru, což zabraňuje ztrátám náboje ze systému. Proto je při této frekvenci potřebné k udržení výboje menší napětí. Tento mechanismus nevyžaduje, aby byly elektrody s plazmatem v kontaktu.

Plazma je velmi chemicky reaktivní prostředí, ve kterém dochází k neobvyklým reakcím. Velká hustota ionizovaných a excitovaných částic může změnit vlastnosti i jinak inertního materiálu jako je např. keramika. Především plazma modifikuje hodnotu povrchové energie materiálu, což má následný dopad na adhezní sílu, vlastnosti povrchových nátěrů a biokompatibilitu.

V souvislosti se stoupající energetickou náročností současné lidské společnosti (rostoucí spotřeba elektrické energie, krytá buď spalováním fosilních paliv nebo výrobou elektřiny v jaderných elektrárnách – kde oba zdroje jsou neobnovitelné) je vhodné zmínit další aspekt technologií využívajících plazma. Tím je většinou několikanásobně nižší energetická náročnost plazmatických procesů ve srovnání s procesy konvenčními. V plazmatu je totiž možno dosáhnout teplot a hustot energií mnohem větších než může být dosaženo chemickou či jinou cestou; plazma také může generovat aktivní částice, které iniciují fyzikální změny nebo chemické reakce dosažitelné běžnými způsoby jen s obtížemi, pokud vůbec. Aktivními částicemi mohou být fotony různých vlnových délek (od ultrafialových po viditelné), nabité částice (elektrony, ionty), volné radikály, excitované atomy a molekuly, atd. Pomocí technologií založených na využití plazmatu lze dosáhnout požadovaného výsledku bez nežádoucích vedlejších produktů a množství odpadního (toxického) materiálu. Z mnoha aplikací plazmatu lze uvést několik příkladů ilustrujících pozitivní dopady plazmatických

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



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

technologií na životní prostředí a kvalitu života: efektivnější využití energie (plazmatická světelná zařízení, plazmochemie, zpracování materiálů termálním plazmatem), výrobní postupy produkující minimum (toxického) odpadu (plazmochemie, plazmatické leptání a nanášení tenkých vrstev v elektrotechnice, povrchové úpravy materiálů, implantace iontů), atd. Problém energetické závislosti lidstva na fosilních palivech a dalších neobnovitelných zdrojích energie by v budoucnosti mohla vyřešit termonukleární fúze, jejímž výzkumem se zabývají vědecké týmy na celém světě. Tento proces, při kterém dochází ke sloučení atomových jader za vysoké teploty a tlaku, probíhá v jádru Slunce a jiných hvězd, v laboratorních podmínkách se jej však zatím nepodařilo uspokojivě napodobit.

Plazmatem se zabývají různé vědní disciplíny. *Fyzika plazmatu* je část fyziky která zkoumá základní zákonitosti a procesy řídící chování plazmatu. Patří sem *magnetohydrodynamika* (chování elektricky vodivých tekutin v magnetických polích) a *elektrohydrodynamika* (chování elektricky nabitých tekutin nebo částic v elektrických polích), označované jako MHD a EHD. *Plazmatické inženýrství* se zabývá aplikacemi plazmatu v různých průmyslových procesech a zařízeních, konstrukcí zdrojů záření a radiofrekvenčních (RF) a mikrovlnných zdrojů, světelných zdrojů a dalších. Konečně *plazmochemie*, je odvětví chemie, zkoumající chemické reakce které se dějí v přítomnosti plazmatu. Patří sem reakce kterých se účastní jenom plazma, ale také reakce kdy složka plazmatu nebo produkt plazmochemické reakce vstupuje do interakce s povrchem pevných látek nebo kapalinami.

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

