

Optical Diagnostics of Plasma-Liquid Interactions

Abstrakt

Interakcie medzi plazmou a kvapalinou vedú k vzniku chemicky obohatených roztokov známych ako plazmou aktivovaná alebo plazmou ošetrovaná voda (PAW), predovšetkým v dôsledku prenosu reaktívnych kyslíkových a dusíkových zlúčenín (RONS) z plynnej fázy do kvapaliny. PAW má široké možnosti využitia v oblastiach ako biomedicína, poľnohospodárstvo a bezpečnosť potravín. Okrem samotnej výroby PAW zohrávajú interakcie plazmy s kvapalinou dôležitú úlohu aj v iných procesoch kde plazma prichádza do kontaktu s biologickými tekutinami a tkanivami, ako sú čistenie odpadových vôd pomocou plazmy a biomedicínske aplikácie. Tieto zložité systémy zahŕňajú viaceré fyzikálne a chemické procesy, a pre ich lepšie porozumenie je dôležité študovať reakčné mechanizmy a stabilitu jednotlivých produktov. Umožní to aj tvorbu PAWs chemickým zložením prispôsobeným špecifickým aplikáciám. Ako zdroj studenej plazmy bol použitý samopulzujúci jednosmerný výboj typu prechodová iskra (TS - Transient Spark) v konfigurácii ihla-rovina. Významnou črtou TS výboja je schopnosť súčasne generovať mikrokvapky pomocou elektrospreja (ES) cez rovnakú vysokonapäťovú (HV) dýzu. Tvorbou mikrokvapiek sa výrazne zvyšuje plocha rozhrania plyn-kvapalina a zlepšuje sa prenos RONS z plazmy do vody. V tejto práci boli skúmané priame aj nepriame režimy interakcie medzi TS a ES pomocou plynov ako N_2 , O_2 a syntetický vzduch (suchý a zvlhčený), pričom každý z nich produkoval PAW s odlišnými chemickými vlastnosťami. Priama interakcia TS-ES viedla k PAW obohatenej o H_2O_2 (aq) a NO_2^- (aq), zatiaľ čo nepriame pôsobenie podporovalo absorpciu plyných produktov ako NO, NO_2 a HNO_2 , čo viedlo k PAW s dominanciou NO_2^- (aq). V ďalších experimentoch boli oxidy dusíka generované pomocou TS miešané so vzduchom obohateným o O_3 na syntézu lepšie rozpustných reaktívnych dusíkových zlúčenín (RNS), ako sú N_2O_5 a HNO_3 . Produkty v plynnej fáze boli analyzované pomocou FTIR spektroskopie, zatiaľ čo ich rozpustenie a premena na vodné NO_3^- (aq) and NO_2^- (aq) boli sledované in-situ UV/VIS spektroskopiou. Zmena pomeru NO/ O_3 umožnila hlbšie porozumenie procesu fixácie dusíka asistovaného plazmou a kontrolu nad tvorbou RNS. Celkovo táto práca identifikuje kľúčové reakčné dráhy a ukazuje, že zloženie PAW je možné prispôbovať na základe konfigurácie výboja a zloženia plynu. Zistenia podporujú cieľené využitie PAW v rôznych oblastiach a prispievajú k vývoju a rozšíreniu TS-plazmových systémov pre efektívnu a udržateľnú fixáciu dusíka.