

تولید هیدروژن از متان از طریق پلاسمای مایکروویو فاز مایع: روش اکسیداسیون

چکیده

در این مقاله، به منظور بهبود تولید هیدروژن، ابتدا اثر اکسیژن محلول^۱ (DO) بر اصلاح متان (CH_4) با تخلیه مایکروویو فاز مایع مورد بررسی قرار گرفت. اکسیژن محلول با کاهش فشار و جایگزینی گاز کاهش یافت و مکانیسم واکنش با آشکارسازی رادیکالی بررسی شد. در نتیجه این بررسی‌ها مشخص شد که کاهش اکسیژن محلول می‌تواند بازده هیدروژن (H_2)، گزینش‌پذیری هیدروژن و کارایی انرژی تولید هیدروژن را بهبود بخشد. وقتی که توان مایکروویو ۹۰۰ وات بود و اکسیژن محلول از ۴/۸۲ میلی‌گرم در لیتر به ۰/۶۵ میلی‌گرم در لیتر کاهش یافت، تولید گزینش‌پذیری هیدروژن به ترتیب ۳/۲۱ و ۶/۲۲ درصد افزایش یافت و راندمان انرژی تولید هیدروژن ۱/۳۳ درصد افزایش یافت. با مطالعه بر روی ویژگی‌های رادیکال‌های تخلیه، به این نتیجه رسیدیم که استخراج و واکنش جفت‌شوندگی رادیکال هیدروژن و اکسیداسیون رادیکالی هیدروژن از طریق رادیکال CH_x^{\bullet} راه‌های اصلی تولید هیدروژن هستند. وجود اکسیژن محلول با محدود کردن تجزیه مولکول‌های آب بر تشکیل هیدروژن تاثیر می‌گذارد. علاوه بر این، کاهش اکسیژن محلول می‌تواند پایداری تخلیه را بهبود بخشد. این نتایج نشان می‌دهد که کاهش اکسیژن محلول می‌تواند روشی ساده و موثر بوده و صرفه‌جویی انرژی برای افزایش گزینش‌پذیری محصولات هدف در اصلاح تخلیه فاز مایع متان را در پی داشته باشد.

نتیجه‌گیری

^۱ Dissolved Oxygen (DO)

اصلاح متان در سیستم واکنش تخلیه مایکروویو فاز مایع بررسی شد. این تحقیقات بر تاثیر اکسیژن محلول بر تبدیل متان تحت شرایط توان‌های مختلف متمرکز بود. مسیر واکنش اصلی و مکانیسم محصولات فاز گازی اصلاح کننده متان با توجه به نتایج تجربی و طیفسنجی نشر نوری در این سیستم پیشنهاد و مورد بحث قرار گرفت.

نتیجه‌گیری اصلی شامل سه نکته زیر است:

(1) ویژگی‌های تکامل مکانی‌زمانی تخلیه توسط دوربین با سرعت بالا شناسایی شد. دریافتیم که کاهش اکسیژن محلول بر شکل فضایی و چرخه تخلیه پلاسما در طول فرآیند تخلیه تاثیر دارد که در نتیجه بر ویژگی‌های تخلیه تاثیر می‌گذارد.

(2) نه تنها خواص تخلیه را تغییر داد، بلکه بر واکنش شیمیایی پلاسما نیز تاثیر گذاشت. تشکیل محصولات حد واسط و نهایی در راکتور پلاسمای مایکروویو با دستگاه کروماتوگرافی گازی اندازه‌گیری شد. محصول تخلیه شده عمدتاً هیدروژن است. هنگامی که توان مایکروویو 900 وات بود و اکسیژن محلول از 4/82 میلی‌گرم در لیتر به 0/65 میلی‌گرم در لیتر کاهش یافت، مصرف مولکول‌های آب 29/3 درصد افزایش یافت، عملکرد و گزینش‌پذیری هیدروژن به ترتیب 21/3 و 22/6 درصد افزایش یافت و انرژی راندمان تولید هیدروژن نیز 33/1 درصد افزایش یافت.

(3) گونه‌های فعال تولید شده در فرآیند تخلیه توسط طیف نشر شناسایی شدند. متان و مولکول‌های آب می‌توانند به طور موثر در فرآیند تخلیه تجزیه شوند و تغییر اکسیژن محلول منجر به تغییر نوع گونه‌های فعال نمی‌شود، اما می‌تواند بر مقدار گونه‌های فعال و سپس بر توزیع محصول تاثیر بگذارد. حضور اکسیژن محلول، تجزیه مولکول‌های آب را محدود کرده و میزان رادیکال‌های هیدروژن و هیدروکسید را در راکتور کاهش می‌دهد. در این سیستم واکنشی، واکنش‌های استخراج و جفت شدن هیدروژن و اکسیداسیون

هیدروکسید از CH_x مسیرهای اصلی برای تولید هیدروژن هستند. علاوه بر این، کاهش اکسیژن محلول برای بهبود ^۲ECE و ^۳ECE مفید بود. زمانی که توان مایکروویو 900 وات بود، بهترین مقدار ^۱ECE بدست آمد. بنابراین، کاهش اکسیژن محلول بر تولید هیدروژن تاثیر مثبت دارد. به طور خلاصه، در پلاسمای تخلیه فاز مایع اصلاح متان، کاهش اکسیژن محلول در آب می‌تواند روشی ساده و موثر برای افزایش گزینش‌پذیری محصولات مورد نیاز باشد. همچنین مرجعی برای بهبود اثر اصلاحی متان در تخلیه فاز مایع فراهم می‌کند.

Ref: Wang, Q.; Zhu, X.; Sun, B.; Li, Z.; Liu, J.; Hydrogen production from methane via liquid phase microwave plasma: A deoxidation strategy. Applied Energy, 2022, 328, 120200.

DOI: 10.1016/j.apenergy.2022.120200

^۱ Energy efficiency of hydrogen production (η)

^۲ Energy Conversion Efficiency (ECE)