

بسمه تعالی



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مواد

سمینار دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد ه مهندسی مواد- گرایش خوردگی و حفاظت از مواد

با عنوان

ارزیابی محاسباتی و ساخت سل تولید هیدروژن به روش تفکیک آب فتوالکتروشیمیایی با استفاده از فتوالکترود بهینه شده اکسید تیتانیوم

Computational evaluation and fabrication of hydrogen production cell by photoelectrochemical water splitting method using optimized titanium oxide photoelectrode

ارائه دهنده: احمد عباسی فخر

مکان: دانشکده مهندسی مواد - کلاس ۱۸

زمان: ۹ بهمن ۱۴۰۲ - ساعت ۱۲:۳۰

اعضای کمیته داوری:

اساتید داور: دکتر علی اشرفی / دکتر مهدی علیزاده

استاد راهنما: دکتر سید مهران نحوی

چکیده

با توجه به روند تأمین انرژی از منابع سوخت‌های فسیلی و پیامدهای زیست‌محیطی و آلودگی‌های ناشی از آن، جایگزین آن با منابع پاک و تجدید پذیر انرژی به ویژه در کشورهای در حال توسعه جهت نیل به سمت آینده‌ای پایدار اجتناب‌ناپذیر است. در این راستا، هیدروژن تولید شده به روش شکافت آب با استفاده از نور خورشید به عنوان یک سوخت پاک و غنی از انرژی می‌تواند در بسیاری از صنایع مادر مانند فولاد و پتروشیمی و سامانه‌های حمل و نقل مورد استفاده قرار گیرد. در زمینه تولید هیدروژن فتوالکتروشیمیایی (PEC) بیشتر مطالعات بر روی توسعه مواد نانو ساختار کارآمد تمرکز داشته و توجه کمتری به بهینه‌سازی سل‌های PEC شده است. با این حال، طراحی سل تا حد زیادی بر عملکرد و بازده کلی این سیستم‌ها تأثیر می‌گذارد و یک عنصر کلیدی برای رقابتی و تجاری‌سازی تولید هیدروژن خورشیدی است. عواملی از جمله سرعت الکترولیت و الگوی توزیع آن، ایجاد جریان همرفتی روی کاتالیست، تغییرات pH، فشار و دمای الکترولیز، خروج مؤثر گازها از سل و چندین پارامتر دیگر تأثیر بسزایی در بازده کلی سل‌های تقسیم آب دارند. در این پژوهش طراحی جدیدی برای یک سل فتوالکتروشیمیایی برای تولید هیدروژن انجام شده است. در این راستا از نرم‌افزار شبیه‌سازی COMSOL Multiphysics که از مهم‌ترین ویژگی‌های آن قابلیت ادغام فیزیک‌های مختلف و بررسی تأثیر آن‌ها بر یکدیگر است جهت ارزیابی طرح سل جدید استفاده شد. معادلات حاکم بر مدل پیشنهادی شامل معادلات ناویر-استوکس در شبیه‌سازی الگوی توزیع سیال در سل، معادله انتقال حرارت تابشی و معادلات مربوط به الکتروشیمی در شبیه‌سازی محیط الکترولیز آب است. خطوط سرعت، نقشه توزیع جریان سیال، خطوط دما و نتایج الکتروشیمی ارائه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. بر اساس پارامترهای بهینه شده در طراحی و توزیع سیال، سل مورد نظر با استفاده از دستگاه CNC فولاد زنگ نزن ۳۱۶L به عنوان بستر صفحات دوقطبی ساخته شد. ارزیابی عملکرد سل در شرایط واقعی با استفاده از شبیه‌ساز خورشیدی با توان 1000 W/m^2 جهت تأمین طیف تابشی، دی‌اکسید تیتانیوم با ساختار نانولوله با طول لوله‌های ۲۷۰ nm و قطر خارجی ۷۵ nm به عنوان فتوکاتالیست آندی با ابعاد $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ و فوم نیکل پوشش دهی شده با Ti/TiN به روش رسوب فیزیکی بخار و عامل دار شده با نانو ذرات پلاتین به عنوان الکتروکاتالیست کاتدی با ابعاد $3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$ انجام شد. ریزساختارها و مورفولوژی سطحی پوشش‌های اعمال شده با استفاده از میکروسکوپ الکترون روبشی (FE-SEM) و ارزیابی پایداری ساختارهای شکل گرفته با آزمون‌های پلاریزاسیون پتانسیودینامیک و کروماتوگرافی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج حاکی از توزیع یکنواخت سیال در سل با شاخص یکنواختی ۷۲٪، انتقال حرارت مؤثر در سرعت الکترولیت ۵ cm/s و بهینه‌سازی هندسی بستر فتوکاتالیست آندی در طراحی حفره‌ای با قطر $300 \mu\text{m}$ و فاصله $100 \mu\text{m}$ به دست آمد. در نهایت سل ساخته شده در شرایط آزمایشگاهی و تحت تابش پرتو نور با شار تابشی 1000 W/m^2 قادر به تولید جریان نوری ۴۶mA در ولتاژ سل ۱/۲V است. مقایسه نتایج ارزیابی کاتالیست‌ها در خارج سل و نتایج حاصل از ارزیابی آن‌ها در داخل سل حاکی از عملکرد مطلوب سل PEC ساخته شده در شرایط تجربی و آزمایشگاهی است.

کلمات کلیدی

سل فتوالکتروشیمیایی، شکافت آب، تولید هیدروژن، طراحی الکتروکاتالیست، شبیه‌سازی سل، کامسول