

فرآیند الکتروشیمیایی نامتقارن با واسطه کلرید برای حذف CO₂ از آب اقیانوس

چکیده

در سال‌های اخیر، اقیانوس به‌عنوان مخزنی در مقیاس جهانی برای CO₂ اتمسفری شناخته شده است. بنابراین، حذف CO₂ از آب اقیانوس رویکردی قانع‌کننده برای کاهش غلظت CO₂ محیط و به‌طور بالقوه دستیابی به انتشار خالص - منفی در نظر گرفته می‌شود. در پژوهش حاضر سیستم الکتروشیمیایی نامتقارنی با استفاده از الکترودهای بیسموت و نقره به‌عنوان ابزار موثری برای جذب CO₂ اقیانوسی، که می‌تواند یون‌های کلرید را با استفاده از ولتاژهای سلولی مناسب با واکنش‌های القایی جذب و آزاد نماید، گزارش می‌شود. تفاوت در استوکیومتری واکنش بین دو الکتروده، معماری سیستم الکتروشیمیایی را برای نوسان pH الکتروشیمیایی با واسطه کلرید، که می‌تواند برای حذف موثر CO₂ از آب اقیانوس بدون غشاهای دوقطبی پرهزینه، مورد استفاده قرار گیرد را ممکن می‌سازد. دو سیستم نقره-بیسموت به‌صورت متوالی در فرآیندی چرخه‌ای کار می‌نمایند، یکی آب اقیانوس را اسیدی و دیگری الکترودها را از طریق قلیایی شدن جریان تصفیه‌شده بازسازی می‌نماید. با این روش CO₂ را می‌توان به‌طور مداوم از آب اقیانوس شبیه‌سازی شده با مصرف انرژی نسبتاً کمی، حدود 122 کیلوژول بر مول و با بازده الکترونی بالا حذف نمود.

نتیجه‌گیری

سیستم نوسانی pH الکتروشیمیایی با واسطه کلرید در این مطالعه POC¹ حاضر، روش جدیدی را برای دستیابی به انتشار منفی با حذف CO₂ از آب دریا بدون استفاده از غشاهای دوقطبی گران قیمت یا نیاز به محلول آندی و کاتدی خاص برای هدایت واکنش‌ها در سلول‌های الکترودی ارائه می‌نماید. برخلاف سیستم‌های الکترودیالیز که

¹ proof-of-concept

پیش‌تر گزارش شده است، سیستم نوسان pH الکتروشیمیایی با واسطه کلرید برای تعدیل pH آب اقیانوس و بنابراین گونه‌زایی DIC^2 ، با واکنش‌های الکتروشیمیایی برگشت‌پذیر در الکترودها به جای تفکیک آب در غشاهای دوقطبی استفاده شده است. این پیشرفت‌ها از طریق استفاده از دو الکترودهای مختلف بیسموت و نقره که یون‌های کلرید را جذب می‌نمایند، امکان‌پذیر است. حذف مداوم CO_2 از آب اقیانوس شبیه سازی شده با ترکیب دو سیستم نقره-بیسموت ارائه شد و عملکرد پایداری در مدت زمان 10 ساعت کار نشان داد. حذف 87 درصد از DIC در آب اقیانوس شبیه‌سازی شده، با 92 درصد راندمان نسبی القایی و 122 کیلوژول بر مول مصرف انرژی مشاهده شد. الکترودهای بیسموت ارزان است و می‌تواند pH آب‌نمک حاوی کلرید را بدون توجه به نوع و غلظت کاتیون‌ها به خوبی تعدیل نماید. از سوی دیگر، اگرچه نقره دارای مزیت ظرفیت زیاد و اتلاف انرژی کمی است، انحلال الکترودها باید با اصلاح ذرات نقره یا جایگزینی نقره با ماده دیگری برطرف شود؛ این موضوع مطالعات آتی خواهد بود. روش‌هایی برای غلبه بر رسوب الکترودها در طول مرحله بازسازی به دلیل شرایط pH بالای سطح موضعی که باعث تشکیل رسوب‌هایی مانند $Mg(OH)_2$ می‌شود، باید توسعه یابد و چندین رویکرد مهندسی و الکتروشیمیایی در حال حاضر برای کاهش مشکلات رسوب‌گذاری در نظر گرفته می‌شوند؛ یکی از این روش‌ها مورد بحث قرار گرفت که در آن آب گاز زدایی شده با آب تازه اقیانوس پیش از تزریق به سلول بازسازی برای کاستن از افزایش pH کلی در کانال جریان، مخلوط شد.

برای راحتی کار، در واحد نمایش کوچک، از گاز محافظ نیتروژن با هدف شبیه‌سازی کشش خلاء برای جداسازی CO_2 (با فوگاسیته 0/07 بار) از آب اسیدی، استفاده شد، زیرا فشار جزئی CO_2 تحت گاز محافظ با فشار واقعی CO_2 خالصی که تحت گاز زدایی خلاء، به‌عنوان نمونه 0/01 بار، حاصل می‌شود، برابری می‌نماید. مانند سایر فرآیندهای منتشر شده برای حذف CO_2 از آب‌های اقیانوس، این CO_2 کم فشار باید یا برای استفاده به‌عنوان

² the dissolved inorganic carbon

ماده اولیه برای تولید مواد شیمیایی، مواد و سوخت، یا برای دفن در تشکیلات زمین‌شناسی زیرسطحی، فشرده شود.

تحلیل و بررسی فنی - اقتصادی نشان می‌دهد که این سیستم جذب اقیانوس می‌تواند از نظر اقتصادی، با توجه به جریان مورد استفاده و فاصله بین الکترودی، با هزینه احتمالی 50 تا 100 دلار در هر تن CO_2 ، امکان‌پذیر باشد و در شرایط بهینه به 56 دلار در هر تن CO_2 کاهش یابد.

اما این محاسبات امکان‌سنجی اقتصادی سیستم الکتروشیمیایی را به‌تنهایی در نظر گرفته است و اجرای تحلیل و بررسی یکپارچه، شامل تجهیزات دیگر مانند سیستم‌های ورودی، جداسازی گاز و فشرده‌سازی ضروری است.

منبع

news.mit.edu

ترجمه و ویرایش

مریم مهاجر

کلمات کلیدی

دانشگاه MIT، «مخزن جذب‌کننده» شماره یک جهان، سلول‌های الکتروشیمیایی بدون غشا، معکوس‌سازی اسیدی‌شدن اقیانوس‌ها، مکانیسم کارآمد و ارزان، انتشار منفی گازهای گلخانه‌ای، اسکرابر اقیانوس