

بررسی جذب دی اکسید کربن با بکارگیری جاذب‌های جامد و مایع

فرناز اسدی^{*}، نادر نظیری^۱، حامد نظیری^۲

شرکت آذر انرژی تبریز، تبریز، ایران

*Asadif884@gmail.com

چکیده

در مواجهه با خطر گرمایش جهانی، تکنیک‌های موثری مانند جذب دی اکسید کربن، در خط مقدم کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند. در این مقاله جاذب‌های جامد و مایع که برای جذب دی اکسید کربن حاصل از احتراق به کار برده می‌شوند مرور و مقایسه خواهند شد. جذب CO_2 به کمک حلالها به شدت به انحلال پذیری این گاز در حلال بستگی دارد و انواع مختلفی از این حلال‌ها بویژه از نوع آمین مطالعه شده‌اند. در حوزه جذب سطحی سنتز جاذب‌های نوآورانه، مانند چارچوب فلزی-آلی (MOF)، پلیمرهای آلی، جاذب‌های معدنی، جاذب‌های مبتنی بر سیلیکون و محصولات جانبی از زیست توده با گزینش پذیری و پایداری مناسب، مورد توجه محققان قرار دارند. این بررسی به قابلیت‌های هر روش می‌پردازد و در مورد آینده پیش روی آن‌ها را بحث می‌کند.

۱- مقدمه

جذب CO_2 نصب می‌شوند. به طور کلی، جذب CO_2 پس از احتراق کمترین تداخل را برای فرآیندهای صنعتی موجود ایجاد می‌کند.

۲- جذب سطحی

جذب بر اساس چسبیدن CO_2 به یک سطح جامد جذب سطحی نامیده می‌شود که بسته به عملکرد سطح، هم شامل جذب فیزیکی و هم جذب شیمیایی است. استفاده از تکنیک‌های جذب برای جذب CO_2 از اکتشافات اولیه در فرآیندهای جداسازی گاز با استفاده از جاذب‌های جامد مانند کربن فعال و زئولیت‌ها ناشی شده است. مواد جاذب رایج مانند MOF، زئولیت‌ها، سیلیکات‌ها، کربن فعال، پلیمرهای آلی و معدنی شامل جذب فیزیکی می‌شوند و انتظار می‌رود کاهش فشار باعث افزایش بار CO_2 شود. عامل دار کردن جاذب با آمین‌ها بعداً در اوایل دهه ۱۹۹۰ معرفی شد که مفهوم جذب شیمیایی برای مواد جاذب را به دنبال داشت. مواد جاذب مبتنی بر آمین کارایی بالاتری در

تغییرات اقلیمی یک پدیده جهانی است که در سال‌های اخیر توجه و نگرانی زیادی را به خود جلب کرده است. از زمان انقلاب صنعتی، سطح انتشار CO_2 ۵۰ درصد افزایش یافته و به ۴۲۰ پی پی ام رسیده است. CO_2 که عمدتاً از طریق احتراق سوخت‌های فسیلی، جنگل‌زدایی و فرآیندهای مختلف صنعتی آزاد می‌شود، به عنوان یک گاز گلخانه‌ای قوی با به دام انداختن گرما و تشدید اثر طبیعی گلخانه‌ای عمل می‌کند. برای کاهش تاثیر انتشار CO_2 بر آب و هوا، فن‌آوری‌های جذب CO_2 کارآمد باید با هدف بلندپروازانه صفر خالص تا سال ۲۰۵۰ توسعه داده شوند. CO_2 از جریان‌های گاز دودکش مربوطه را می‌توان از طریق تکنیک‌های مختلف از جمله تکنیک‌های جذب با حلال‌ها و جذب با جامدات، فناوری غشاء، ریزجلبک‌ها و حلقه‌های شیمیایی حذف کرد. این فناوری‌ها سپس در اجزای مختلف صنعتی، مانند ستون‌ها یا برج‌های جذب و واحدهای جداسازی، بسترهای جذب، مازول‌های غشایی یا تجهیزات تصفیه گاز برای

جذب CO_2 دارند و تحت تأثیر فشار و رطوبت کمتر هستند. تحقیقات در حال انجام بر بهبود عملکرد، مقرون به صرفه بودن و مقیاس پذیری سیستم های جذب، کاوش در مواد جدید برای ادغام در زیرساخت های صنعتی موجود برای کاهش انتشار CO_2 در مقیاس بزرگ تر تمرکز دارد. تلاش مستمر برای بهبود کارایی فناوری های موجود به منظور کاهش هزینه مواد و فرآیند برای اشتغال امکان پذیر در صنعت مورد نیاز است.

۳- جذب با حلال

استفاده از حلال های مایع که میل ترکیبی خوبی برای جذب CO_2 دارند یکی از روش های توسعه یافته برای جذب دی اکسید کربن از جریان دودکش است. آمین ها مانند مونواتانول آمین، دی اتانول آمین و ... معروفترین حلال های برای جذب گزینش پذیر دی اکسید کربن از محیط گازی هستند. در سال های اخیر کارهای زیادی برای برطرف کردن عیوب این حلال ها انجام شده است. به طور کلی حلال مورد نظر باید قابلیت جذب مقدار زیادی دی اکسید کربن به صورت انتخاب پذیر داشته باشد. همچنین با تغییر شرایط باید به راحتی CO_2 جذب شده را دفع کند. همچنین حلال باید ارزان باشد و خوردگی نداشته باشد. یکی از حلال های مدرن مایعات یونی هستند. این حلال ها فراریت کمی داشته و هزینه بازیابی آن ها پایین است. انحلال CO_2 در آنها زیاد است و با تغییر آنیون و کاتیون ویژگی های آن ها را در جذب CO_2 می توان بهبود بخشید.

۲-مقایسه دو روش

آخرین پیشرفت ها در جذب CO_2 ، با تأکید بر دو روش غالب جذب با جامدات و جذب با حلال های مایع مورد بررسی قرار گرفته و در جدول یک مقایسه شده اند. نتایج بسیار مشابه بوده و بنابراین بهتر است انتخاب بر مبنای شرایط محیطی مانند دسترسی به مواد، جغرافیای کارخانه و .. انتخاب شود.

جدول ۱. مقایسه دو روش جذب سطحی و جذب با حلال [۱]

پارامتر	جذب با حلال	جذب سطحی
ترمودینامیک	گرماگیر	گرمازا
سرعت	یکنواخت	افزایش پیوسته تا تعادل
دما	مستقل از دما	متمايل به دمای پایین
مصرف انرژی	$3/8$ مگاژول بر تن CO_2	4 مگاژول بر تن CO_2
بازدهی بازیابی	$70-100\%$	$70-100\%$
شرایط بازیابی	دمای بالا فشار تا 100 کیلوپاسکال	دمای خیلی بالا فشار بیش از 100 کیلوپاسکال
جنس ماده	مایع	جامد

۳- چالش ها و فرصت ها

با پیشرفت های روز افزون در حوزه سنتز مواد نوین، جذب با جامدات یک گزینه بسیار آینده دار جلوه می کند. بویژه در سال های اخیر برنامه های کامپیوتری بسیار پیشرفته ای بوجود آمده اند که می توانند رفتار دی اکسید کربن را در موجه با مواد جدید با درصد دقت خوبی پیشگویی کنند. گرچه هر روزه مواد و کامپوزیت هایی با بازدهی فوق العاده زیاد در دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی برای جذب CO_2 از جریان گازی معرفی می شوند، توجه به کاربردی بودن و قابلیت افزایش مقیاس آنها هنوز در پرده ای از ابهام قرار دارد که باید بررسی شود. در حوزه حلال های مایع گاهی حلال های معرفی شده مقدار دور ریز زیادی دارند که مضرات محیط زیستی آنها را از نشر CO_2 نیز بیشتر می کند. در این میان آنچه به نظر جالب توجه و موثر به نظر می رسد روش های هیبریدی هستند که از مزایای دو روش سود می برند. مثلاً استفاده از جاذب های جامد که با مایعات یونی فعال شده اند از جمله راهکارهای مفید هستند.

مراجع

[۱] Xiang Yun Debbie Soo, Johnathan Joo Cheng Lee, Wen-Ya Wu, Longgang Tao, Cun Wang, Qiang Zhu, Jie Bu, Advancements in CO_2 capture by absorption and



هجدهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران
۱۸ الی ۲۰ مهر ۱۴۰۳ - دانشگاه صنعتی سهند



adsorption: A comprehensive review, Journal of CO₂
Utilization, Volume 81, 2024, 102727.