



شرکت گاز کربنیک اردستان



استفاده از اکسیژن در شاتل‌ها و ایستگاه‌های فضایی بین‌المللی

◀ مقدمه:

در محیط‌های بسته فضایی، تامین اکسیژن یک امر ضروری است و نبود جو، شرایطی متفاوت از زمین برای انسان‌ها ایجاد می‌کند. به همین دلیل، در فضا از سیستم‌های خاصی برای تولید، ذخیره و تنظیم اکسیژن استفاده می‌شود تا اکسیژن لازم برای حیات و حفظ فشار جزئی اکسیژن (O_2) تامین شود.

◀ اهمیت اکسیژن در محیط‌های بسته فضایی:

اکسیژن برای بقا در فضا ضروری است و عدم دسترسی به آن منجر به مشکلات جدی برای فضانوردان می‌شود. نیاز به تنظیمات دقیق برای حفظ سلامت جسمی و روانی، شرایطی را ایجاد می‌کند که اکسیژن به میزان کافی و پایدار در محیط بسته فراهم باشد. در واقع، فشار و غلظت مناسب اکسیژن، از مشکلاتی چون هیپوکسی (کمبود اکسیژن) یا هیپرکسی (فراوانی بیش از حد اکسیژن) جلوگیری می‌کند. در شاتل‌ها و ایستگاه‌های فضایی از روش‌های مختلفی برای تولید اکسیژن استفاده

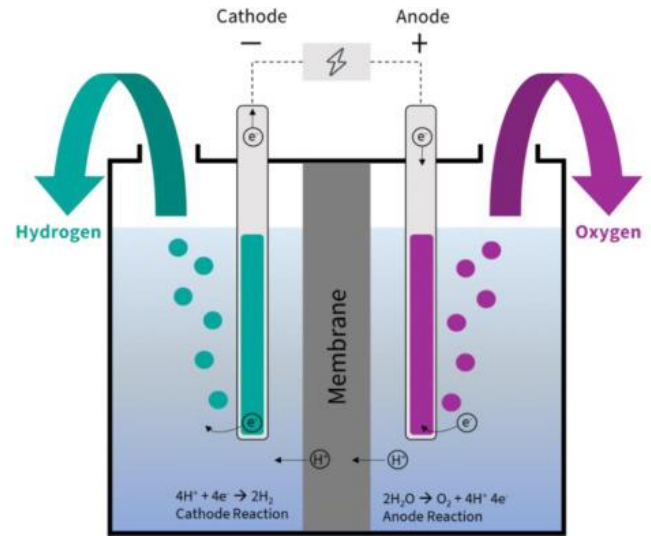
می‌شود. الکترولیز آب یکی از این روش‌هاست که مولکول‌های آب را به اکسیژن و هیدروژن تجزیه می‌کند. این اکسیژن سپس وارد محیط تنفسی می‌شود، در حالی که هیدروژن به بیرون از ایستگاه تخلیه می‌شود.

◀ سیستم‌های الکترولیز برای تولید اکسیژن:

در ایستگاه فضایی بین‌المللی، سیستم‌های الکترولیز برای تجزیه آب به اکسیژن و هیدروژن به کار می‌روند. این فناوری، از منابع آب که به صورت ذخیره شده یا بازیافتی از ادرار و عرق به دست می‌آیند، برای تامین اکسیژن بهره می‌برد. سیستم‌های الکترولیز با توانایی حذف هیدروژن به عنوان محصول جانبی، اکسیژن خالص تولید می‌کنند. کپسول‌های فشرده اکسیژن به‌عنوان منبع پشتیبان اکسیژن در شرایط اضطراری در شاتل‌ها و ایستگاه‌های فضایی استفاده می‌شوند. این کپسول‌ها اکسیژن را با فشار بسیار بالا ذخیره کرده و در شرایط بحرانی به فضانوردان اکسیژن رسانی می‌کنند. اما فشار زیاد در این کپسول‌ها



خطر انفجار را افزایش می‌دهد که مدیریت آن‌ها به دقت زیادی نیاز دارد.



◀ استفاده از گازهای بی‌اثر برای ایمنی و تعادل اکسیژن:

استفاده از گازهای بی‌اثر، مانند نیتروژن، یکی از راهکارهای کلیدی برای جلوگیری از خطرات مرتبط با اکسیژن خالص در محیط‌های بسته فضایی است. اکسیژن در غلظت‌های بالا قابلیت اشتعال‌پذیری بسیار زیادی دارد، به‌ویژه در ترکیب با مواد قابل اشتعال و در فشارهای بالا. در ایستگاه‌های فضایی و شاتل‌ها، تنظیمات گازی به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که از بروز حوادث احتمالی مانند انفجار و آتش‌سوزی جلوگیری شود.

نیتروژن به عنوان یک گاز بی‌اثر، در مخلوط گازی محیط‌های بسته فضایی اضافه می‌شود تا با رقیق کردن اکسیژن، از میزان O₂ (فشار جزئی اکسیژن) بکاهد. این کار دو هدف دارد:

- کاهش قابلیت اشتعال:

زمانی که اکسیژن خالص در محیط پخش باشد، هر ماده‌ای که در تماس با آن قرار گیرد، به سرعت دچار احتراق می‌شود. اما با اضافه کردن نیتروژن و کاهش میزان اکسیژن خالص، محیط ایمن‌تری ایجاد می‌شود که احتمال آتش‌سوزی به‌شدت کاهش می‌یابد.

- تنظیم فشار جزئی اکسیژن (O₂):

نیتروژن به ایجاد تعادل در فشار جزئی گازها کمک می‌کند و در عین حال به کاهش فشار کلی اکسیژن کمک می‌کند، تا محیط برای تنفس فضانوردان طبیعی‌تر و پایدارتر شود. در ایستگاه‌های فضایی و شاتل‌ها،

سیستم‌های مخصوصی برای ترکیب و کنترل نسبت گازها استفاده می‌شوند. این سیستم‌ها از سنسورهای حساس برای اندازه‌گیری دقیق فشار جزئی گازها مانند اکسیژن و نیتروژن بهره می‌برند. با استفاده از این سنسورها، سیستم قادر به تنظیم خودکار نسبت گازها بر اساس نیاز فضانوردان و شرایط محیطی است.

در فشارهای بالا، اکسیژن می‌تواند به سرعت با مواد دیگر واکنش داده و انفجار ایجاد کند. ترکیب اکسیژن و نیتروژن، فشار کلی گاز را کنترل می‌کند تا خطرات ناشی از O₂ بالا از بین برود. در سال ۱۹۶۷، حادثه‌ای در آپولو ۱ اتفاق افتاد که منجر به انفجار ناشی از اکسیژن خالص شد. این حادثه نشان داد که استفاده از اکسیژن خالص با فشار بالا در محیط‌های بسته می‌تواند بسیار خطرناک باشد و لزوم استفاده از گازهای بی‌اثر را برجسته کرد. پس از این حادثه، نیتروژن به طور گسترده در محیط‌های بسته فضایی به کار گرفته شد و سیستم‌های تهویه برای جلوگیری از ایجاد جرقه در ترکیب با اکسیژن بهینه‌سازی شدند.

به طور کلی، ترکیب و تنظیم دقیق گازهای بی‌اثر مانند نیتروژن، از جمله گام‌های ضروری در مهندسی و ایمنی فضاپیماها است که به کاهش خطرات اکسیژن خالص کمک می‌کند و شرایطی ایمن‌تر برای فضانوردان فراهم می‌آورد.

▶ بازیابی اکسیژن از دی‌اکسید کربن و خالص‌سازی اکسیژن

یکی از روش‌های بازیابی اکسیژن، جداسازی اکسیژن از دی‌اکسید کربن تولید شده توسط فضانوردان است. در ایستگاه فضایی، از سیستم‌های بازیابی کربن استفاده می‌شود که دی‌اکسید کربن را تجزیه کرده و اکسیژن تولید می‌کند. این سیستم‌ها باعث می‌شوند منابع اکسیژن طولانی‌تر استفاده شوند و از هدررفت آن جلوگیری شود. در فضا، تصفیه و خالص‌سازی اکسیژن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. سیستم‌های پیشرفته تصفیه، ناخالصی‌ها و آلودگی‌های موجود در اکسیژن را حذف می‌کنند تا هوای تنفسی کاملاً خالص باشد و احتمال بروز مشکلات تنفسی کاهش یابد. تجهیزات تولید و ذخیره اکسیژن در فضا نیاز به نگهداری و بازبینی منظم دارند. این کار شامل تعویض فیلترها، کنترل کیفیت گاز، و بررسی مخازن ذخیره‌سازی برای جلوگیری از نشت یا آلودگی است. نگهداری مناسب از این سیستم‌ها برای تداوم زندگی در فضا ضروری است.



چالش‌ها و مدیریت مصرف اکسیژن در مأموریت‌های طولانی‌مدت فضایی

– مصرف هوشمند و بازیابی اکسیژن

در مأموریت‌های فضایی، اکسیژن تنها منبع حیاتی برای تنفس نیست؛ بلکه نقش کلیدی در سیستم‌های حیاتی نظیر متابولیک نیز دارد. به همین دلیل، بازیابی اکسیژن از دی‌اکسید کربن توسط سامانه‌های احیاکننده (مانند سیستم بازیابی CO₂ با استفاده از فناوری‌های «سبکوبی» یا سیستم‌های دی‌اکسید کربن معکوس) اهمیت پیدا می‌کند. این سیستم‌ها قادرند دی‌اکسید کربن تنفسی را از هوای محیط جمع‌آوری و اکسیژن خالص را از آن بازیابی کنند.

– مدیریت فشار جزئی اکسیژن و مصرف انرژی

در فضا، فشار جزئی اکسیژن (O₂) باید به دقت تنظیم شود تا فضانوردان بتوانند در شرایط بی‌وزنی، اکسیژن کافی و مناسبی دریافت کنند. تنظیم O₂ در فضای بسته، به‌ویژه در شرایط بی‌وزنی، به منابع انرژی قابل توجهی نیاز دارد و سیستم‌های تنظیم‌کننده باید به صورت مداوم کار کنند تا سطح اکسیژن مناسب باقی بماند. در مأموریت‌های طولانی، مصرف انرژی توسط این سیستم‌ها نیز باید بهینه باشد تا به منابع انرژی دیگر مأموریت نیز آسیبی وارد نشود.

– طراحی سیستم‌های چندمنظوره تولید و مصرف اکسیژن

سیستم‌هایی که قابلیت تولید و مصرف اکسیژن را به صورت هم‌زمان و پایدار دارند، برای مأموریت‌های طولانی‌مدت حیاتی هستند. برای مثال، سیستم‌های الکترولیز که از آب برای تولید اکسیژن استفاده می‌کنند، باید با سامانه‌های بازیابی CO₂ ترکیب شوند تا یک چرخه کامل بازیابی و تولید اکسیژن را فراهم کنند. این سیستم‌های چندمنظوره باعث کاهش وابستگی به منابع خارجی و ذخایر اولیه اکسیژن می‌شوند.

– جلوگیری از آلودگی اکسیژن

یکی دیگر از چالش‌های طولانی‌مدت، آلودگی اکسیژن با آلاینده‌های محیطی و یا بخار مواد شیمیایی ناشی از تجهیزات است. فیلترهای پیشرفته در سیستم‌های تصفیه باید به گونه‌ای طراحی شوند که اکسیژن را از هرگونه آلودگی‌های احتمالی پاکسازی کنند و تضمین کنند که هوای تنفسی به صورت کاملاً خالص به فضانوردان تحویل داده می‌شود.