

بازیافت انرژی در واحد اکسیژن: گامی به سوی پایداری و بهره وری

Energy recovery in the oxygen unit: A step towards sustainability and efficiency

غلام عباس عبدللهی صفی آبادی

Abdellahi.meghdad@gmail.com

چکیده:

واحدهای تولید اکسیژن به عنوان یکی از بخش های حیاتی صنایع مختلف، به ویژه صنایع فولاد و پتروشیمی، نقش مهمی ایفا می کنند. فرآیند تولید اکسیژن به دلیل مصرف انرژی بالا، همواره مورد توجه متخصصان و پژوهشگران بوده است. از این رو، بازیافت انرژی در واحدهای تولید اکسیژن به عنوان یکی از راهکارهای کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره وری، اهمیت ویژه ای یافته است. بازیافت انرژی گامی به سوی آینده ای پایدار، با بازیافت انرژی، وابستگی ما به سوخت های فسیلی کاهش می یابد و در نتیجه انتشار گازهای گلخانه ای و آلودگی هوا کمتر می شود. با بازیافت انرژی می تواند هزینه های تولید را کاهش دهد و به این ترتیب، به اقتصاد کمک کند، با کاهش مصرف سوخت های فسیلی و تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر، به حفظ محیط زیست کمک می کنیم و برای نسل های آینده منابع انرژی بیشتری باقی می گذاریم. در این مقاله سعی شده در دو موضوع بازیافت انرژی سرمایه گذاری و گرمایشی توسط فناوری های بروز دنیا و عملی بودن آن مورد بررسی قرار گیرد امید است مورد توجه صنایع فولادسازی قرار گیرد.

کلید واژه: صنعت، فولادسازی، واحد اکسیژن، بازیافت انرژی، جلوگیری از پرت انرژی

1-مقدمه:

چندین روش برای تولید گاز اکسیژن در مقیاس صنعتی وجود دارد که از جمله مهم ترین آن ها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

* تقطیر هوای مایع: این روش رایج ترین و اقتصادی ترین روش تولید اکسیژن در مقیاس بزرگ است. در این روش، هوای فشرده شده سرد می شود تا به حالت مایع تبدیل شود. سپس با استفاده از تقطیر جزئی، اجزای مختلف هوا از هم جدا می شوند. از آنجایی که اکسیژن نسبت به سایر اجزای هوا نقطه جوش بالاتری دارد، به صورت مایع در انتهای برج تقطیر جمع آوری می شود.

* الکترولیز آب: در این روش، با عبور جریان الکتریکی از آب، مولکول های آب به هیدروژن و اکسیژن تجزیه می شوند. این روش برای تولید اکسیژن خالص با خلوص بالا مناسب است اما از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست.

گاز اکسیژن یکی از مهم ترین گازهای صنعتی به شمار می رود که در صنایع مختلف از جمله پزشکی، فولادسازی، برش و جوشکاری، تصفیه آب و بسیاری دیگر کاربرد گسترده ای دارد. تولید این گاز حیاتی به صورت صنعتی از طریق فرایندهای مختلفی انجام می شود که هر یک دارای مزایا و معایب خاص خود هستند. در این مقاله به بررسی جامع واحدهای تولید گاز اکسیژن، روش های تولید، تجهیزات مورد استفاده و کاربردهای این گاز ارزشمند خواهیم پرداخت.

2-روش های تولید گاز اکسیژن

* صنایع پزشکی: برای تنفس بیماران، ضدعفونی تجهیزات پزشکی و جراحی.

* صنایع فلزی: در فرآیندهای جوشکاری، برش، ذوب و اکسیژن دهی فلزات.

* صنایع شیمیایی: به عنوان اکسید کننده در بسیاری از واکنش های شیمیایی.

* تصفیه آب و فاضلاب: برای حذف مواد آلی و میکروارگانیسم ها.

* صنایع غذایی: برای بسته بندی مواد غذایی و حفظ تازگی آن ها.

* صنایع نفت و گاز: در حفاری چاه های نفت و گاز و فرآیندهای پالایش.

واحدهای تولید گاز اکسیژن نقش بسیار مهمی در صنایع مختلف ایفا می کنند. انتخاب روش تولید مناسب به عوامل مختلفی مانند خلوص مورد نیاز، ظرفیت تولید و هزینه های اقتصادی بستگی دارد. با توجه به اهمیت روزافزون اکسیژن در زندگی مدرن، توسعه فناوری های تولید این گاز و افزایش بهره وری واحدهای تولید آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

3- اهمیت بازیافت انرژی در واحدهای تولید اکسیژن:

- کاهش مصرف انرژی: فرآیند تولید اکسیژن به دلیل جداسازی مولکول های اکسیژن از هوا، انرژی زیادی مصرف می کند. با بازیافت انرژی، می توان این مصرف را به طور قابل توجهی کاهش داد.
- کاهش هزینه های تولید: کاهش مصرف انرژی مستقیماً به کاهش هزینه های تولید منجر می شود.
- کاهش انتشار گازهای گلخانه ای: با کاهش مصرف سوخت های فسیلی، انتشار گازهای گلخانه ای نیز

* جذب نوسان فشار (PSA): این روش مبتنی بر استفاده از جاذب های مولکولی است که توانایی جذب انتخابی نیتروژن را دارند. هوای فشرده از بستر جاذب عبور داده می شود و نیتروژن جذب می شود در حالی که اکسیژن به صورت گاز خالص از سیستم خارج می شود. این روش برای تولید اکسیژن با خلوص متوسط مناسب است.

* روش های دیگر: روش های دیگری مانند تولید اکسیژن از ترکیبات غنی از اکسیژن و فرآیندهای بیولوژیکی نیز وجود دارند اما به دلیل هزینه بالا یا محدودیت های فنی، کاربرد گسترده ای ندارند.

تجهیزات مورد استفاده در واحدهای تولید اکسیژن

* کمپرسور: برای فشرده سازی هوا به منظور کاهش حجم و افزایش راندمان فرایند تقطیر.

* مبدل حرارتی: برای سرد کردن هوا تا نقطه شبنم و تبدیل آن به مایع.

* برج تقطیر: برای جداسازی اجزای مختلف هوای مایع از هم.

* مخازن ذخیره سازی: برای نگهداری اکسیژن مایع و گازی.

* پمپ های خلا: برای ایجاد خلا در سیستم و بهبود عملکرد تقطیر.

* جاذب های مولکولی: در روش PSA برای جذب نیتروژن استفاده می شود.

* سلول های الکترولیز: در روش الکترولیز آب استفاده می شود.

کاربردهای گاز اکسیژن

* انتشار ذرات آب و آلودگی به محیط زیست

* حساسیت به شرایط آب و هوایی

5-مبدل های مایع سرد ازت: فناوری نوین خنک سازی

مبدل های مایع سرد ازت با استفاده از ازت مایع برای خنک سازی سیالات کار می کنند. ازت مایع با دمای بسیار پایین، گرمای سیال را جذب کرده و تبخیر می شود. این فرآیند به سرعت و به صورت بسیار دقیق دمای سیال را کاهش می دهد.

* مزایای مبدل های مایع سرد ازت:

* سرعت خنک سازی بسیار بالا

* دقت دمایی بالا

* عدم نیاز به آب

* عدم تشکیل رسوب و خوردگی

* سازگاری با محیط زیست

* قابلیت کنترل دقیق دما

* معایب مبدل های مایع سرد ازت:

* هزینه اولیه کنترل شده نسبت به نیاز

* نیاز به تامین مداوم ازت

عوامل موثر در انتخاب

انتخاب بین کولینگ تاور و مبدل مایع سرد ازت به عوامل مختلفی بستگی دارد، از جمله:

* نوع سیال و دمای مورد نیاز: برای سیالات با دمای بسیار

بالا و نیاز به کنترل دقیق دما، مبدل های مایع سرد ازت

مناسب تر هستند.

کاهش می یابد که این امر به حفظ محیط زیست کمک می کند.

• افزایش بهره وری: بازیافت انرژی به بهبود راندمان فرآیند تولید اکسیژن کمک می کند. واحد تولید گاز اکسیژن: نگاهی عمیق

4-روش های بازیافت انرژی در واحدهای تولید اکسیژن
* بازیافت حرارت:

کولینگ تاورها به عنوان تجهیزات رایجی برای خنک سازی سیالات در صنایع مختلف به کار می روند. با این حال، در سال های اخیر، مبدل های مایع سرد ازت به عنوان یک جایگزین جذاب برای کولینگ تاورها مطرح شده اند. در این مقاله، مزایا، معایب و کاربردهای این دو فناوری مقایسه شده و عوامل موثر در انتخاب هر یک مورد بررسی قرار می گیرد.

کولینگ تاورها: روش سنتی خنک سازی

کولینگ تاورها با استفاده از تبخیر آب برای خنک سازی سیالات گرم کار می کنند. هوای محیط با آب گرم تماس پیدا کرده و باعث تبخیر بخشی از آب می شود. این فرآیند گرمای نهان تبخیر را جذب کرده و دمای آب را کاهش می دهد.

* مزایای کولینگ تاورها:

* هزینه اولیه پایین تر

* فناوری شناخته شده و قابل اعتماد

* قابلیت خنک سازی حجم بالای سیال

* معایب کولینگ تاورها:

* مصرف بالای آب

* احتمال تشکیل رسوب و خوردگی

* میزان مصرف آب: در مناطقی با کمبود آب، مبدل های مایع سرد ازت گزینه بهتری هستند.

* هزینه های عملیاتی: هزینه های تامین ازت مایع باید با هزینه های انرژی و نگهداری کولینگ تاور مقایسه شود.

* ملاحظات زیست محیطی: در مواردی که کاهش مصرف آب و آلودگی محیط زیست اهمیت دارد، مبدل های مایع سرد ازت انتخاب بهتری هستند.

* ایمنی: رعایت نکات ایمنی در استفاده از ازت مایع بسیار مهم است.

6- کاربردهای مبدل های مایع سرد ازت

مبدل های مایع سرد ازت در صنایع مختلفی از جمله صنایع غذایی، دارویی، پتروشیمی، و الکترونیک کاربرد دارند. از جمله کاربردهای این تجهیزات می توان به موارد زیر اشاره کرد:

* خنک سازی سریع مواد غذایی

* تولید داروهای حساس به دما

* خنک سازی تجهیزات الکترونیکی

* فرآیندهای شیمیایی با نیاز به دمای پایین

* خنک سازی سیال آب صنعتی جهت لوپ های بسته ی آبی حرارتی

* استفاده از مبدل های حرارتی: حرارت گازهای خروجی از فرآیند تولید اکسیژن به سیالاتی مانند آب یا روغن منتقل می شود و سپس این سیالات گرم شده برای گرمایش یا تولید بخار مورد استفاده قرار می گیرند.

* استفاده از توربین های بخار: بخار تولید شده در مبدل های حرارتی می تواند برای چرخاندن توربین های بخار و تولید برق استفاده شود.

* بازیافت انرژی الکتریکی:

* استفاده از موتورهای الکتریکی با راندمان بالا: با استفاده از موتورهای الکتریکی با راندمان بالا، انرژی الکتریکی کمتری مصرف می شود.

* بازیافت انرژی جنبشی: انرژی جنبشی ناشی از حرکت سیالات و تجهیزات به انرژی الکتریکی تبدیل می شود.

* بهینه سازی فرآیند:

* کنترل دقیق فرآیند: با استفاده از سیستم های کنترل پیشرفته، فرآیند تولید بهینه شده و مصرف انرژی کاهش می یابد.

* استفاده از عایق بندی مناسب: با عایق بندی مناسب تجهیزات و لوله ها، اتلاف حرارتی کاهش می یابد.

در صنایع مختلف، بویلرها به عنوان یکی از منابع اصلی تولید گرما به شمار می روند. این تجهیزات با سوزاندن سوخت های فسیلی، آب را به بخار تبدیل کرده و یا آن را گرم می کنند. با این حال، استفاده از بویلرها با چالش هایی همچون آلودگی محیط زیست، مصرف بالای انرژی و هزینه های بالای نگهداری همراه است. در سال های اخیر، استفاده از هوای داغ به عنوان جایگزینی برای بویلرها در صنایع مختلف مورد توجه قرار گرفته است. این روش نه تنها آلودگی کمتری تولید می کند، بلکه از نظر انرژی نیز کارآمدتر است.

7- مزایای استفاده از هوای داغ به جای بویلر

- کاهش آلودگی محیط زیست: استفاده از هوای داغ به جای سوختن سوخت های فسیلی، میزان انتشار

- گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا را به شدت کاهش می‌دهد.
- افزایش راندمان انرژی: سیستم‌های گرمایش با هوای داغ، راندمان انرژی بالاتری نسبت به بویلرها دارند. این به معنای کاهش هزینه‌های انرژی و صرفه اقتصادی بیشتر است.
- کاهش هزینه‌های نگهداری: سیستم‌های گرمایش با هوای داغ، دارای قطعات متحرک کمتری هستند و در نتیجه نیاز به تعمیر و نگهداری کمتری دارند.
- ایمنی بیشتر: در مقایسه با بویلرها، سیستم‌های گرمایش با هوای داغ خطر انفجار و آتش‌سوزی کمتری دارند.
- کنترل دقیق دما: امکان کنترل دقیق دمای هوا در سیستم‌های گرمایش با هوای داغ، منجر به بهبود کیفیت فرآیندهای صنعتی می‌شود.
- انعطاف پذیری بالا: سیستم‌های گرمایش با هوای داغ می‌توانند در صنایع مختلف با کاربردهای متنوعی مورد استفاده قرار گیرند.
- 8- روش‌های تولید هوای داغ
 - کوره‌های هوای داغ: این کوره‌ها با استفاده از سوخت‌های گازی یا مایع، هوای سرد را گرم کرده و به سیستم‌های گرمایشی منتقل می‌کنند.
 - هیترهای برقی: هیترهای برقی با تبدیل انرژی الکتریکی به گرما، هوای محیط را گرم می‌کنند.
 - پمپ‌های حرارتی: پمپ‌های حرارتی با انتقال گرما از یک محیط به محیط دیگر، هوای گرم تولید می‌کنند.
- 9- کاربردهای هوای داغ در صنعت
 - گرمایش سالن‌های صنعتی: هوای داغ برای گرمایش سالن‌های تولید، انبارها و سوله‌های صنعتی استفاده می‌شود.
 - خشک کردن مواد: هوای داغ در فرآیند خشک کردن مواد مختلف مانند چوب، مواد غذایی و مواد شیمیایی کاربرد دارد.
 - پیش گرمایش هوا: هوای داغ برای پیش گرمایش هوای ورودی به کوره‌ها و سایر تجهیزات صنعتی استفاده می‌شود.
 - ذوب فلزات: در برخی صنایع، هوای داغ برای ذوب فلزات با دمای پایین استفاده می‌شود.
 - چالش‌ها و محدودیت‌ها
 - نیاز به فضای بیشتر: این سیستم‌ها به فضای بیشتری نسبت به بویلرها نیاز دارند.
 - مزایای بازیافت انرژی در واحدهای تولید اکسیژن
 - * کاهش قابل توجه مصرف انرژی: با اجرای طرح‌های مختلف بازیافت انرژی، مصرف انرژی در واحدهای تولید اکسیژن به میزان قابل توجهی کاهش یافته است.
 - * کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای: کاهش مصرف انرژی منجر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود کیفیت هوا شده است.
 - * افزایش بهره‌وری انرژی: با بهبود راندمان فرآیندها، بهره‌وری انرژی در واحدهای تولید اکسیژن افزایش یافته است.
 - * کاهش هزینه‌های تولید: کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری، منجر به کاهش هزینه‌های تولید شده است.
 - چالش‌ها و راهکارها

* نیاز به نیروی انسانی متخصص: اجرای موفق طرح های بازایافت انرژی نیازمند نیروی انسانی متخصص و آموزش دیده است.

برای مقابله با این چالش ها، می توان از راهکارهایی مانند استفاده از تسهیلات مالی، همکاری با دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی، و آموزش نیروی انسانی استفاده کرد.

با وجود تمام مزایای بازایافت انرژی، این فرآیند با چالش هایی نیز همراه است. برخی از این چالش ها عبارتند از:

* هزینه های اولیه سرمایه گذاری: اجرای طرح های بازایافت انرژی نیازمند سرمایه گذاری اولیه قابل توجهی است.

* تغییرات در فرآیندهای تولید: اجرای برخی از طرح های بازایافت انرژی ممکن است نیازمند تغییرات در فرآیندهای تولید باشد.

"Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks"

"Thermal Banks store heat between seasons – Seasonal Heat Storage – Thermal Banks from ICAX save carbon emissions – Thermal Energy Storage using Interseasonal Heat Stores – Underground Thermal Energy Storage UTES – Reusable Heat"

"Combined Heat and Power Partnership"

"Clean Heat and Power Association"

نتیجه گیری: بازایافت انرژی در واحدهای تولید اکسیژن گامی مهم در جهت پایداری و بهره وری بیشتر است. با اجرای طرح های مختلف بازایافت انرژی، می توان به طور قابل توجهی مصرف انرژی، انتشار گاز های گلخانه ای و هزینه های تولید را کاهش داد.

Reference:

"The Energy Information Administration, Existing Capacity by Energy Source, 2006"

"Clean Energy Technologies: a Preliminary Inventory of the Potential for Electricity Generation, Lawrence Berkley National Laboratory, 4/05"