

مدلسازی سیکل دی اکسید کربن فوق بحرانی در نرم افزار ترموفلو

سهند رضایی شیراز^۱، عادل مقصودپور^۲، حسین پورفرزانه^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران / دانشکده انرژی و محیط زیست، Sahand_431@yahoo.com
^۲ استادیار گروه مکانیک دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران / دانشکده مکانیک و هوافضا، Adel.maghsoodpour@gmail.com
^۳ استاد صنعتی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران / دانشکده مکانیک و هوافضا، Hopo51@yahoo.com

چکیده

احتراق اکسیژنی یکی از تکنولوژی های کلیدی برای مواجهه با انتشار گاز دی اکسید کربن در نیروگاه های تولید برق و کاهش سهم این واحدهای صنعتی در گرمایش جهانی است. در این مقاله قسمت های اصلی یک سیکل برایتون بهبود یافته با سیال عامل دی اکسید کربن فوق بحرانی، بوسیله نرم افزار ترموفلو شبیه سازی شده است. سیکل در دو حالت متفاوت ایده آل و واقعی، با استفاده از سوخت متان خالص و گاز طبیعی پیاده سازی شده است. صحت سنجی بر اساس محاسبات تحلیلی و تخمین صورت گرفته توسط شرکت نت پاور صورت گرفته است. بر طبق بررسی های صورت گرفته تطابق بسیار خوبی بین نتایج شبیه سازی با نتایج تحلیلی وجود دارد. در مدل سازی اصلی، حالت واقعی سیکل به همراه بازده های اجزاء سیکل در نرم افزار ترموفلو اعمال شده است. بر طبق نتایج، با افزایش فشار خروجی از کمپرسور دوم بازده کلی سیکل کاهش می یابد. رابطه ای برای تغییرات بازده بر حسب فشار خروجی از کمپرسور دوم ارائه شده است که می توان بازده سیکل بر حسب فشار خروجی از کمپرسور دوم دی اکسید کربن را در هر فشار دلخواه پیش بینی نمود. بر طبق نتایج، با افزایش درصد دی اکسید کربن بازگشتی تا ۹۴/۹ درصد، بازده کلی سیکل افزایش می یابد. با بیشتر شدن درصد دی اکسید کربن بازگشتی از این مقدار، بازده کلی سیکل با شیب نسبتاً زیادی کاهش می یابد. در رابطه با این پارامتر، دو رابطه ارائه شده است که بازده سیکل را بر حسب درصد دی اکسید کربن بازگشتی تخمین می زند.

واژه های کلیدی

نیروگاه های گازی، احتراق اکسیژنی، دی اکسید کربن فوق بحرانی، سیکل برایتون، ترموفلو

مقدمه

در سال های اخیر، نگرانی زیادی در خصوص انتشار گازهای گلخانه ای به ویژه انتشار گاز دی اکسید کربن و گرم شدن جهان به وجود آمده است. احتراق اکسیژنی یکی از تکنولوژی های کلیدی برای مواجهه با انتشار گاز دی اکسید کربن در نیروگاه های تولید برق و کاهش سهم این واحدهای صنعتی در گرمایش جهانی است [۱ و ۳]. این تکنولوژی شامل سوزاندن سوخت همراه با اکسیژن دارای خلوص

بسیار بالا به منظور جداسازی دی اکسید کربن از گازهای سوختنی از طریق فرآیند چگالش بخار است. در حقیقت، جداسازی آسان ۱۰۰ درصد دی اکسید کربن و بخار، و انتشار نزدیک به صفر گازهای NOx را می توان با استفاده از این تکنولوژی، به دست آورد [۲].

در زمینه مدلسازی سیکل بسته برایتون با سیال عامل دی اکسید کربن و احتراق اکسیژنی کارهای اندکی صورت گرفته است. ناوانگ و همکارش (۲۰۰۶) یک واحد توانی گاز طبیعی مایع^۱ جدید پیشنهاد دادند که دارای تصاعدات صفر از جمله برای دی اکسید کربن و بازدهی بالا است. بر طبق نتایج این تحقیق، بازده های اکسرژی و انرژی خالص به ترتیب بیشتر از ۶۵ و ۵۰٪ است [۴]. دانیه فیاجی و همکارانش (۲۰۰۹) در تحقیقی تحت عنوان عملکرد یک سیکل توان دی اکسید کربن با احتراق سوخت با اکسیژن خالص شامل خنک کننده های تیغه ای، یک مدل انبساطی پیشرفته با خنک کننده های تیغه ای شامل مدل چرخه ای ماتیان^۲ بمنظور بررسی اثرات خنک کننده های تیغه ای طراحی کردند. نتایج نشان می دهند که کاهش در بازده دلیل خنک کننده های تیغه ای با استفاده از بخار آب در بویلر بازبایی حرارت حدود ۱/۴ درصد است، که عمدتاً بدلیل حرارت دهی مجدد بخار آب است، که از طرف دیگر، منجر به بهبود توان (کار ویژه) تا حدود ۶ درصد می گردد [۵]. فونتینا پتراکوپولو و همکارانش (۲۰۱۰) در تحقیقی تحت عنوان آنالیز اکسرژی یک واحد پیشرفته بدون تصاعد گاز دی اکسید کربن از آنالیزهای اکسرژی اقتصادی و اکسرژی محیط زیستی برای ارزیابی یک واحد پیشرفته بدون تصاعد گاز از منظرهای اقتصادی و محیط زیستی و مطرح کردن راه هایی برای بهبود بازدهی کلی این واحد استفاده می کند. واحد پیشرفته بدون تصاعد گاز، که یک واحد توان اکسی سوخت است، در این تحقیق، مطالعه شده و با یک واحد مرجع بدون جداسازی دی اکسید کربن مقایسه شده است [۶].

رودنی الام و همکارانش (۲۰۱۳)، به تبیین و معرفی سیکل الام پرداختند و توضیح دادند که نت پاور یک چرخه ترمودینامیکی جدید با احتراق اکسیژنی^۳ را توسعه داده است که از سوخت های هیدروکربنی استفاده می کند و ۱۰۰ درصد گازهای گلخانه ای جوی از

^۱ Liquefied natural gas (LNG)

^۲ MATIANT

^۳ OXY-fuel