

تحلیل ترمودینامیکی یک سیستم تولید همزمان بر مبنای توربین گازی با سوخت بیوگاز برای تولید توان، آب شیرین، گرمایش و هیدروژن

مهران عبدالعلی پورعدل

دکتری مکانیک، گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

محسن رستمی

کارشناس ارشد، گروه مهندسی هوافضا، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

فرزاد محمدخانی*

استادیار، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی خوی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

شهرام خلیل آریا

استاد، گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

چکیده

امروزه یکی از فن‌آوری‌های مناسب از نظر تولید توان و صرفه‌جویی در مصرف انرژی با راندمان بالا، استفاده از سیستم‌های تولید همزمان است که از سوخت‌های تجدید پذیر به عنوان جایگزینی برای سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود. در این مطالعه سیستم تولید همزمان شامل توربین گازی مبتنی بر سوخت بیوگاز، چرخه رانکین آلی، آب‌گرم‌کن داخلی، واحد اسمز معکوس و الکتروولایزر غشاء پروتونی می‌باشد. این سیستم تولید همزمان جدید از دیدگاه انرژی و انرژی تحلیل شده است، سپس یک مطالعه پارامتری برای نشان دادن تاثیر برخی پارامترهای کلیدی (از جمله نسبت فشار کمپرسور، فشار چگالنده، دمای تبخیرکن، دمای پیش‌گرمکن و دمای ورودی توربین گازی) روی پارامترهای عملکرد سیستم تولید همزمان مورد بررسی قرار گرفته است. نهایتاً این سیستم نسبت به بازده حرارتی بهینه‌سازی شده است. نتایج بهینه‌سازی نشان می‌دهد که بازده حرارتی دارای مقادیر بهینه نسبت به دمای تبخیرکن و نسبت فشار کمپرسور می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که مقادیر توان خالص تولیدی 1192 کیلووات، آب شیرین تولیدی 5/584 کیلوگرم بر ثانیه، بازده حرارتی 55/74٪، بازده انرژی 30/56٪، هیدروژن تولیدی 1/455 کیلوگرم بر ساعت و تخریب انرژی کل 2827 کیلووات می‌باشد. واژه‌های کلیدی: تحلیل ترمودینامیک، بیوگاز، توربین گاز، تولید هیدروژن، آب شیرین، تولید چندگانه.

Thermodynamic analysis of a multigeneration system based on biogas fired gas turbine for power, fresh water, heating and hydrogen production

Mehran Abdolipouradi Department of Mechanical Engineering, Urmia University, Urmia, Iran

Mohsen Rostami Department of Aerospace Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Farzad Mohammadkhani* Department of Mechanical Engineering, Engineering Faculty of Khoy, Urmia University, Urmia, Iran

Shahram Khalilarya Department of Mechanical Engineering, Urmia University, Urmia, Iran

Abstract

Nowadays, one of the suitable technologies in terms of power generation and saving energy with high efficiency is using the multigeneration systems that renewable fuels are used as an alternative to fossil fuels. In the present study, a multigeneration system including biogas fired gas turbine, Organic Rankine Cycle (ORC), domestic water heater, Reverse Osmosis (RO) unit and Proton Exchange Membrane (PEM) electrolyzer. The proposed multigeneration system is assessed from energy and exergy viewpoints. After that, a comprehensive parametric study is carried out to show the effects of some key parameters (including pressure ratio of compressor, condenser pressure, evaporator temperature, preheater temperature and inlet temperature of gas turbine) on main performance criteria of the multigeneration system. Finally, the multigeneration system is optimized from thermal efficiency point of view. The optimization results indicate that the thermal efficiency has optimum values for evaporator temperature and pressure ratio of compressor. Also, results show that the values of generated power, produced fresh water, thermal efficiency, exergy efficiency, produced hydrogen and total exergy destruction are calculated as 1192 kW, 5.584 kg/s, 55.74%, 30.56%, 1.455 kg/hr and 2827 kW, respectively.

Keywords: Thermodynamic analysis, biogas, gas turbine, hydrogen production, fresh water, multi-generation.

1- مقدمه

اکسیدکربن را به عنوان عنصر اصلی گازهای گلخانه‌ای را در اتمسفر کاهش می‌دهد یا به عبارت دیگر به علت اینکه دی‌اکسیدکربن تولید شده از احتراق سوخت بیوگاز، تعادل کربن جو را بهم نمی‌ریزد، به‌عنوان یک سوخت تجدیدپذیر تلقی می‌شود [4]. بسیاری از کشورها برنامه‌های خود را برای بهره‌برداری در مقیاس بزرگ از منابع بیوگاز آغاز کرده‌اند. این امر مستلزم مطالعات بسیاری از محققان برای مدل‌سازی فرایند بازیابی از زباله‌های شهری و صنعتی به عنوان یک منبع مستعد برای سوخت‌های بیوگاز برای تولید توان می‌باشد [5]. حسینی و همکاران [6]

امروزه تولید توان به شدت وابسته به مصرف سوخت فسیلی است. کشورها به دلیل کاهش سوخت فسیلی و تخریب محیط زیست از طریق انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از احتراق سوخت‌های فسیلی، تمایل به استفاده از انرژی تجدیدپذیر را دارند [1-3]. سهم تولید برق مبتنی بر انرژی تجدیدپذیر به طور مداوم در جهان رو به افزایش می‌باشد. استفاده از بیوگاز به عنوان سوخت جایگزین برای تولید توان، احتمال انتشار دی