جامعة الموصل
كلية الهندسة

تحليل الطاقة والطاقة المتوفرة لوحدات التوليد الغازية المركبة

رسالة تقدمت بها

رفل خالد جاسم السويداني

إلى
مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل وهي جزء من متطلبات نيل شهادة
الماجستير علوم
في الهندسة الميكانيكية / الحراريات

بإشراف

الأستاذ المساعد

د. عبد الرحمن حبو محمد الحبو

1443 هـ 2022 م

الخلاصة

تضمن البحث الحالي دراسة نظرية لتقييم أداء وحدة غازية مركبة باستخدام القانون الأول والثاني لديناميك الحرارة والتي شملت عدة متغيرات وعدة محاور. المحور الأول تضمن تقييم أداء الوحدة الغازية البسيطة " القيارة " عند تغير درجة حرارة المحيط الخارجي من 10 °C إلى 50 °C . وقد تضمن المحور الثاني تقيم أداء مولد البخار ثنائي الضغط عند ظروف تشغيلية مختلفة شملت كل من درجة حرارة المحيط الخارجي ونسبة الانضغاط ودرجة التضايق و الضغط العالي والواطئ لمولد البخار، بيّنت النتائج تأثير تغّير ضغط البخار لمرحلة الضغط العالي من50 bar إلى85 bar في كمية الحرارة المكتسبة من غازات العادم في مرحلة الضغط العالي لمنظومة توليد البخار سوف تقل بنسبة(6.1%)، وعند زيادة الضغط الواطئ من2 bar إلى8 bar فان كمية الحرارة الكلية المكتسبة في منظومة توليد البخار و معدل جريان كتلة مائع التشغيل في مرحلة الضغط الواطئ سوف تنخفض بنسبة (26.98%)،(5.9%) على التوالي بينما معدل جريان كتلة مائع التشغيل في مرحلة الضغط العالي سوف تثبت عند زيادة الضغط الواطئ من 2bar إلى8 bar. أما بالنسبة لوحدة التوليد المركبة فبينت النتائج أنَه عندما تعمل الوحدة بدرجة حرارة 10°C ونسبة انضغاط 12 فان القدرة التوليدية زادت بمقدار(29.31%) عن تلك التي يمكن الحصول عليها من الوحدة الغازية البسيطة، أما بالنسبة لكفاءة الوحدة التوليدية وصلت إلى(42.2%) أي أنها ارتفعت بنسبة (22.53%)عن الوحدة الغازية البسيطة، اما الاستهلاك النوعي للوقود في الوحدة الغازية البسيطة هو أعلى منه بالنسبة للوحدة المركبة وبنسبة (28.5%) عند عمل الوحدتين عند حرارة10 °C ونسبة انضغاط 12 وضغط جوي (1.01325 bar)، وعند زيادة درجة التضايق من 10 °C إلى 40 °C فإنَ كفاءة الوحدة التوليدية المركبة تنخفض بنسبة (2.66%) .في حين القدرة المتولدة والكفاءة الحرارية في الوحدة المركبة سوف تزداد وبنسبة (21.25%) ،(45.7%) على التوالي مع ازدياد نسبة الانضغاط من 8 إلى 16.

ولمعرفة مقدار الطاقة المتاحة المدمرة فقد تم استخدام القانون الثاني لديناميك الحرارة لتحديد أعظم مقدار للطاقة المتاحة المدمرة في جميع مكونات الوحدة التوليدية المركبة ابتداء من الوحدة الغازية البسيطة وانتهاء بالوحدة التوليدية المركبة، وقد أوضحت النتائج بأنَ مقدار الطاقة المتاحة المدمرة بالنسبة للوحدة الغازية البسيطة تقل مع ارتفاع درجة حرارة

المحيط الخارجي من 10°C إلى 50 °C وأنَ أعلى قيمة للطاقة المتاحة المدمرة هي في غرفة الاحتراق وتقدر ب (228.9MW) . بينما تم الحصول على أعلى قيمة للطاقة المتاحة المدمرة في منظومة توليد البخار هي(138.9MW) عند درجة حرارة المحيط الخارجي 10°C ، الوحدة البخارية تأثرت ايضا بأرتفاع درجة حرارة المحيط الخارجي وأنَ أعلى قيمة للطاقة المتاحة المدمرة هي(5.654MW) عند درجة حرارة المحيط الخارجي 50 °C وأعلى مقدار للطاقة المتاحة المدمرة في الوحدة التوليدية المركبة هي (496.356MW) عند درجة حرارة المحيط الخارجي 10°C.

University of Mosul

College of Engineering

Energy and Exergy Analysis of combined Gas Turbine generator units

Rafal Khalid Jasim Alswediani

M.Sc. Thesis

In Mechanical Engineering/ Thermal Engineering

Supervised by

Assistant Professor

Dr. Abdul Rahman Habo Mohammed Habo

1443 A.H **2022 A.D.**

Abstract

The current research it includes a theoretical study to evaluate the thermal performance of a combined gas turbine through the 1st and 2st law of thermodynamics. Which included several parts and different operating parameters. In the first part, the effect of temperature increase on the performance of the simple gas turbine unit was examined under different operating parameter. The obtained results show that as the atmospheric temperature increase from10 °C to 50 °C, the power out, thermal efficiency and mass flow rate of air decreased. In the second part, an investigation of HRSG performance is carried out under different operating parameters such as atmospheric temperature, pressure ratio and pinch point temperature. The gathered results show a significant effect of steam pressure on the performance of HRSG and particularly when the steam pressure changed from 50 bar to 85 bar, the amount of heat gained would be decrease nearly by 6.4%. However the low steam pressure increase from 2 bar to 8 bar, then the heat gained in HRSG and the mass flow rate will be decrease nearly by 5.9% and 26.98% respectively which the flow rate of working fluid for higher pressure HRSG would not change. The performance of combined gas turbine unit is carried out under different operating parameter when the atmospheric temperature increase from 10 °C to 50 °C. The results show that the power output will increase nearly by 29.31% when the unit operate at 10 °C and pressure ratio is 12 in comparison to the simple gas turbine unit. Moreover the thermal efficiency is increased to be 42.29%, this means that thermal efficiency increased by 22.53% in comparison to simple

gas turbine unit. While the S.F.C is found to be 28.5% less than the simple unit .Also the results show that the combined unit thermal efficiency will be decrease nearly by 2.66% when the pinch point increase from 10 $^{\circ}$C to 40 $^{\circ}$C. However, to assess the exergy destruction, the 2nd law of thermodynamics has been introduced in order to find the higher amount of exergy destruction for combined gas turbine components including simple unit, heat recovery steam generator, steam turbine and finally the whole unit. Result show that the maximum destruction take place in the combustion chamber which is found nearly by (228.9MW), while the exergy destruction in HRSG is found to be (138.9 MW), the steam turbine unit was also affected by the increase in the external ambient temperature and the highest value of the exergy destruction analysis is (5.654 MW) at the ambient temperature is 50 $^{\circ}$C and the highest amount of exergy destruction in a combined gas turbine unit is (496.356 MW) at an ambient temperature of 10 $^{\circ}$C.