جامعة الموصل

كلية الهندسة

تقييم أداء الوحدة التوليدية المركبة المتكاملة بالطاقة الشمسية

هالة عبد الكريم جاسب الكراطي

رسالة ماجستير علوم

في الهندسة الميكانيكية / حراريات و موائع

بإشراف

د. عبد الرحمن حبو محمد الحبو

1439 هـ **2017 م**

Abstract

The present research has involve a theoretical study to evaluate the performance of an Integrated Solar Combined Cycle Power Plant by using a mathematical code , the simulating of the system was by the Engineering Equation Solver program .A Beije simple gas turbine power plant of 150 MW was adopted in current study .In this study first of all the performance of the simple unit has been investigated to obtain the effect of ambient temperature on its performance and in particular the mass flow of air, power output ,thermal efficiency and specific fuel consumption . The second part was include combine the gas turbine unit with steam unit by dual heat recovery steam generator to get the larger amount of heat losses with the exhaust gases out from gas turbine . However , the last part was concentrated on the combination of the combined power plant with solar field and estimate its benefit in order to form the integrated solar combined cycle power plant .

The result of the first part which deals with the gas turbine unit shows the higher of the ambient temperature from 15 ℃ to 45 ℃ resulted in lower the mass flow rate of exhaust gases ,power output , thermal efficiency and the mass flow rate of air entering to the compressor about (9.4%),(20%),(11.8%),(9.4%) respectively ,while the specific fuel consumption increase nearly about (13.38%) ,and the temperature of exhaust gases increased from 545.8℃ to 561.8℃ when the ambient temperature increased from 15℃ to 45℃ .

The second part results about the combined power plant shows that when the simple gas turbine unit operate with 15 ℃ and compression ratio equal to 11.47 , the power output increase (35.7%) about these of the simple gas turbine unit , that mean gain additional power equal to 83.555 MW . The efficiency of combined power plant reached to (52.5%) and increased (31.5%) about the unit in case of simple gas turbine , while it decrease (2.4%) when the pinch point increased from 10℃ to 42℃ .

In the last part, the performance of integrated solar combined cycle power plant was carried out to estimate the value of improvement .However, when 3% of the mass flow rate of water is drawn out from combined power plant to pass through solar system, results shows that an improvement in power output and the thermal efficiency nearly by (2.75%),(2.8%) respectively , about the values of the combined power plant .However , when the ratio of drawn water increased to 21% of the total mass flow rate of water, the power output and the thermal efficiency would be the same of that of combined power plant . The specific fuel consumption decreased (2.76%) about the combined power plant .

Finally, applying solar system to combined gas turbine power plant would improve it‘s performance eventually, but these improvement may be not valuable unless economic study will be carried out .

University of Mosul

College of Engineering

Performance Evaluation For Integrated Solar Combined Cycle Power Plant

Hala Abd Alkareem Chaseb Al-Garaty

A Thesis of Master

Mechanical Engineering / Thermofluid

Supervised by

Dr. A. H.M.AL-Habbo

2017 A. D. **1438 A. H.**

المستخلص بلغة الرسالة

تضمن البحث دراسة نظرية شملت بناء برنامج حاسوبي لتقييم أداء وحدة توليدية مركبة متكاملة بالطاقة الشمسية , حيث تمت محاكاة النظام باستخدام برنامج حل المعادلات الهندسية Engineering equation solver . تم اختيار وحدة توليدية غازية ذات قدرة (150 MW) كالتي تعمل في محطة بيجي الغازية لملاحظة أداء هذه الوحدة عند ظروف تشغيلية مختلفة ومدى تأثرها بدرجة حرارة المحيط الخارجي وهذا يمثل المحور الأول في الدراسة . تضمن المحور الثاني دمج الوحدة الغازية مع اخرى بخارية عن طريق منظومة توليد بخار ثنائية الضغط للاستفادة من أكبر قدر ممكن من الطاقة الحرارية المهدورة مع غازات العادم الخارجة من التوربين الغازي .أما المحور الثالث والأخير فقد اشتمل على دمج الوحدة التوليدية المركبة مع حقل طاقة شمسية وتحديد إمكانية الاستفادة منه لتكوين وحدة توليدية مركبة متكاملة بالطاقة الشمسية .

بينت النتائج التي تم الحصول عليها والمتعلقة بأداء الوحدة الغازية البسيطة أن ارتفاع درجة حرارة المحيط الخارجي من 15°C إلى 45°C تعمل على خفض معدل جريان كتلة الهواء الداخلة الى الضاغطة بنسبة (9.4%) والتي بدورها تؤثر سلبياً على القدرة التوليدية والكفاءة الحرارية ومعدل جريان كتلة غازات العادم وتؤدي الى إنخفاضها بنسبة (20%), (11.8%),(9.4%) على التوالي, في حين وجد أن قيمة الاستهلاك النوعي للوقود تزداد بنسبة (13.38%) وازدادت درجة حرارة غازات العادم من 545.8°C الى 561.8°C عند ارتفاع درجة حرارة المحيط الخارجي من 15°C إلى 45°C .

أما نتائج الجزء الثاني والخاصة بالوحدة التوليدية المركبة فبينت أنه عندما تعمل الوحدة الغازية بدرجة حرارة 15°C ونسبة انضغاط 11.47 فإن القدرة التوليدية ازدادت بنسبة (35.7%) عن تلك التي يتم الحصول عليها من الوحدة الغازية البسيطة ,أي يتم الحصول على قدرة اضافية مقدارها 83.555 MW . وأن كفاءة الوحدة التوليدية المركبة وصلت الى (52.5%) أي أنها ارتفعت بنسبة (31.5%) عن الوحدة الغازية البسيطة, أما عند زيادة درجة التضايق من 10°C إلى 42°C , لوحظ انخفاض في الكفاءة للوحدة التوليدية المركبة بنسبة (2.4%) .

أما مايتعلق بالجزء الأخير والذي يخص أداء الوحدة التوليدية المركبة المتكاملة بالطاقة الشمسية فقد بينت النتائج ,أنه في حالة سحب نسبة 3% من معدل جريان كتلة الماء المارة خلال الوحدة التوليدية المركبة والسماح لها بالمرور خلال حقل الطاقة الشمسية, فإن القدرة التوليدية والكفاءة الحرارية قد ارتفعت بنسبة قدرها (2.75%) , (2.8%) على التوالي ,عن تلك التي تم الحصول عليها من الوحدة التوليدية المركبة . وعند زيادة نسبة الماء المسحوبة الى 21% من معدل كتلة جريان الماء المارة خلال الوحدة التوليدية المركبة فإن القدرة التوليدية والكفاءة الحرارية تنخفض وتصبح مساوية لقيمتها عندما تعمل كوحدة توليدية مركبة اعتيادية .فضلاً عن أن مقدار الاستهلاك النوعي للوقود قد انخفض بنسبة (2.76%) عن الوحدة التوليدية المركبة الاعتيادية .

تشير النتائج المذكورة في أعلاه الى أن دمج حقل الطاقة الشمسية مع الوحدة التوليدية المركبة هي طريقة مجدية لرفع أداء الوحدة التوليدية ككل , لكن لا يمكن أخذ ذلك بنظر الاعتبار ما لم تكن هنالك دراسة اقتصادية بهذا الخصوص .

د. عمر موفق محمود اليوسف
معاون العميد للشؤون العلمية والدراسات العليا