



جامعة الموصل

كلية الهندسة

تقييم أداء وحدة توليدية مركبة متكاملة بالطاقة الشمسية

رحمه لقمان ابراهيم صالح

رسالة ماجستير علوم في الهندسة الميكانيكية / الهندسة الميكانيكية

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتور عبد الرحمن حبو محمد الحبو

الخلاصة

تناول البحث الحالي أجراء دراسة نظرية لتقييم أداء وحدة توليدية مركبة متكاملة بالطاقة الشمسية ، تم اجراء عملية تحليل الطاقة (Energy analysis) لحل معادلات القانون الأول لديناميك الحرارة بالإعتماد على برنامج حل المعادلات الهندسية (Engineering equation solver) ، إذ تم اختيار احدى وحدات محطة العمارة الغازية كوحدة توليدية غازية بسيطة ذات القدرة الإنتاجية (125 MW) لملاحظة أدائها في حالة إرتفاع درجة حرارة المحيط الخارجي على الوحدة الغازية البسيطة وهذا يمثل المحور الأول ، أما المحور الثاني ، فقد تضمن ربط وحدة الغازية مع وحدة بخارية باستخدام منظومة توليد البخار ثنائية الضغط ، وذلك للإستفادة من أكبر قدر ممكن من الطاقة الحرارية المهدورة الخارجة من التوربين الغازي مع غازات العادم ، أما في يخص المحور الثالث والأخير فقد تضمن اضافة حقل الطاقة الشمسي يعمل بتقنية الحوض المكافئ يعتمد على طريق توليد البخار المباشر، حيث تم التركيز على حساب الفائدة المرجوة من تطبيق نظام الوحدة توليدية مركبة المتكاملة بالطاقة الشمسية.

بينت نتائج المحور الأول التي تم الحصول عليها والمتمثلة بأداء الوحدة الغازية البسيطة إنَّ إرتفاع درجة حرارة المحيط الخارجي من (15°C) إلى (50°C) يؤدي إلى إنخفاض في معدل جريان كتلة الهواء الداخلة إلى الضاغط بنسبة قدرها (10.8%) ، والتي بدورها تؤدي إلى إنخفاض كل من القدرة المتولدة ، الكفاءة الحرارية ومعدل جريان كتلة الغازات العادم الخارجة من الوحدة الغازية البسيطة بنسب مقدارها (22.6%) ، (13.2%)

و (10.86%) على التوالي ، أما الاستهلاك النوعي للوقود فقد وجد أنه يزداد بنسبة مقدارها (13.27%) ، وإن درجة حرارة غازات العادم تزداد من (546°C) إلى (589°C) عند إرتفاع درجة حرارة المحيط الخارجي من (15°C) إلى (50°C).

أما المحور الثاني والذي يشمل ربط وحدة غازية مع وحدة بخارية وتكوين الوحدة التوليدية المركبة ، فقد أظهرت النتائج إنّه عند عمل الوحدة الغازية بدرجة حرارة (15°C) وبنسبة انضغاط (12) فإن القدرة التوليدية المركبة تزيد بنسبة قدرها (32.5%) من تلك التي تم الحصول عليه من الوحدة الغازية البسيطة ، أي أنّه تم الحصول على قدرة إضافية مقدارها (60.295 MW) ، وقد وجد أن كفاءة الوحدة التوليدية المركبة وصلت إلى (49.77 %) أي إنها ارتفعت بنسبة مقدارها (32.53%) عن الوحدة الغازية البسيطة، أمّا في حالة إرتفاع درجة التضاييق من (10°C) إلى (45°C) فقد لوحظ إنخفاض كل من القدرة التوليدية والكفاءة الحرارية بنسبة مقدارها (12%) و(1.4%) على التوالي ، أمّا في حالة إرتفاع درجة الاقتراب من (2°C) إلى (30°C) فقد لوحظ إنخفاض في القدرة التوليدية للتوربين البخاري بنسبة مقدارها (10.3%).

أمّا في ما يتعلق بالجزء الثالث والأخير والذي يتضمن أداء الوحدة التوليدية المركبة المتكاملة بالطاقة الشمسية ، فقد أظهرت النتائج أن أعلى قدرة توليدية وكفاءة حرارية يمكن الحصول عليها في منتصف النهار (207.964 MW) و(55.3 %) على التوالي ثم تعود القدرة إلى مقدار (185.423 MW) وتنخفض الكفاءة إلى (49.77%) عند غروب الشمس وتعمل المنظومة كوحدة توليدية مركبة اعتيادية ليلاً ، أمّا في ما يخص الاستهلاك النوعي للوقود فقد وجد أن أدنى مقدار يحدث عند منتصف النهار بقيمة مقدارها

(0.1315 kg/kW. hr) ثم تعود بالزيادة لتعمل كوحدة توليدية مركبة عند غروب الشمس

بقيمة مقدارها (0.147 kg/kW. hr) . تشير النتائج الدراسة ان دمج حقل الطاقة الشمسية

مع الوحدة التوليدية المركبة يرفع أداء الوحدة التوليدية ككل.

University of Mosul
College of Engineering



Performance Evaluation of an Integrated Solar Combined Cycle Unit

Rahmah luqman Ibrahim Salih

Master of Science in Mechanical Engineering / Mechanical
Engineering

Supervised by

Assist. Prof. Dr. Abidulrahman Habbo Mohammed

Abstract

The present research involves a theoretical study to evaluate performance of Integrated Solar Combined Cycle Power. An energy analysis process was conducted to solve the equations of the first law of thermodynamics depending on the engineering equation solver program. Al-Amara gas station was chosen as a simple gas power plant of (125 MW) to watch its performance in high temperatures, which represents the first axis of the study. The second axis is about combining the gas turbine unit with a steam unit by using a dual-heat recovery steam generator in order to benefit from the largest possible amount of thermal energy coming out of the gas turbine with the exhaust gases. The third and final axis includes the addition of the solar energy field using parabolic trough collector that relies on direct steam generation. It concentrated on calculating the desired benefit from applying integrated solar combined cycle power plant.

The results of the first axis obtained from the performance of the simple gas turbine shows that the increase in ambient temperature from (15°C) to (50°C) leads to a decrease in air mass flow rate entering the compressor in a percentage of (10.8%), which in turn leads to a decrease in the power output, thermal efficiency, and the mass flow rate of the exhaust gases of about (22.6%), (13.2%) and (10.86%), respectively. As for the specific fuel consumption, it was found to increase to nearly (13.27%). It was also found that the temperature of the exhaust gases increased from (546°C) to (589°C) when the ambient temperature increased from (15°C) to (50°C).

The results of second axis which includes combining a gas unit with a steam unit to form the combined cycle gas turbine show that when the simple cycle gas turbine unit operates with (15°C) and a compression ratio of (12), the power output increases by (32.5%) than the simple cycle gas turbine unit. That means gaining additional power equal to (60.295 MW). The efficiency of the combined power plant reached (49.77%), meaning that it increased by (32.53%) than the simple gas turbine unit. In the case of a high pinch point from (10°C) to (45°C), it was observed that the power output and thermal efficiency decreased by about (12%) and (1.4%), respectively. In the case of a high approach point from (2°C) to (30°C), a decrease of the power output of the steam turbine of about (10.3%) was observed.

The third and final axis includes the performance of the Integrated solar combined cycle power plant. The results show that the highest power output and efficiency occur at mid-day as it reached (207.964 MW) and (55.3%) respectively. Then, the capacity returns to (185.423 MW). Then, capacity returns to (185.423 MW). The efficiency decreases to (49.77%). at sunset and the system operates as a normal combined power plant. The specific consumption of fuel, the lowest consumption occurs at midday with a value of (0.1315 kg/kW.hr). Then, it increases again to work as a combined power plant unit at sunset with a value of (0.147 kg/kW.hr).

The results of the study indicate that integrating the solar energy field with the installed generating unit increases the performance of the generating unit as a whole