جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الميكانيك العام _ اختصاص هندسة ميكانيك موائع

تحسين الأداء الهيدروليكي لقناة التصريف في العنفات المائية – الرد فعلية – عنفة كابلان

Improving the Hydraulic Performance of the Draft Tube in the Hydraulic Reaction Turbines - Kaplan Turbine

المهندس : الحسن مطيع عيود

المشرف العلمي الأستاذ الدكتور المهندس : غسان زيدان

المشرف المشارك الدكتور المهندس : حمزة مكارم

الملخص

تستخدم أقنية التّصريف كجزء هام ورئيسي في عمل العنفات المائيّة المستخدمة لتأمين الطّاقة الحركية اللازمة لتوليد الكهرباء في المحطات الكهرومائية، وتعتمد في عملها على قوانين ومعادلات الاستمرار وانحفاظ الطّاقة لاسترجاع جزء من الطّاقة الحركية الضائعة، وخلق تخلخل أسفل الدّولاب العامل، واستثمار ارتفاع القناة في زيادة ضاغط العنفة ما يساعد في رفع مردودها، وحيث أنه قد تصل الفواقد ضمن هذه القناة إلى 50-30% من الطّاقة الحركية للسائل بنتيجة اضطرابات الجريان الخارج من الدّولاب العامل فإنه يبرز دور ريش تقويم الجريان (كاسرات الدوامات) كوسيلة هامة جداً لكسر الدوامات المتشكلة وتقويم خطوط الجريان وتقليل الإضطرابات وبالتالي تخفيف الفواقد ورفع المردود، وما يترتب على ذلك من دراسات رياضية وتجريبية حاسوبية لتحديد آلية استثمار هذه الريش وكيفية تموضعها مع إجراء مقارنة بين النّموذج المقترح والنّموذج الأصلي، باستخدام برنامج ANSYS وصولاً للعلاقات الرياضية الناظمة لذلك واعتماد التصميم الجديد المزود بريش مقوّمة للجريان كنموذج لأقنية التّصريف المرتبطة بعنفة كابلان خاصة مع التوصل إلى العلاقة الناظمة لتموضع هذه الريش تصميمياً، وبالتالي إيجاد حل لمشكلة انخفاض المردود العائدة لارتفاع الفواقد ضمن القناة، والاستفادة من طاقة المياه المهدورة بنتيجة الفواقد في قناة التّصريف وتقليل الاضطرابات ضمن القناة ما يخلق جريان مائي مستقر بشكل جزئي ويسبب رفع للطاقة الكهربائية المتولدة.

القسم العملي

في القسم العملي من البحث تم اقتراح مجموعة من السيناريوهات بغرض رفع مردود القناة وبالتالي رفع مردود التوربين وما ينعكس عن ذلك من رفع لاستطاعة المنظومة كاملة

هذه السناريوهات تم اختبارها حاسوبياً عبر إجراء تجارب حاسوبية على برنامج ANSYS ومحاكاة ذلك تجريبياً ومراقبة النتائج وأثر هذه التعديل على جريان السائل ضمن القناة بالإضافة لأثره على الفواقد والمردود وذلك وفقاً لما يلي:

السيناريو الأول: تعديل تصميم القناة بحيث يتم تخفيض عرض الحاجز البني المتموضع بين جزئي القناة

حيث ساهم هذا الإجراء برفع مردود القناة بشكل بسيط جدا 0.006

السيناريو الثاني: تعديل تصميم القناة بحيث يتم زيادة عرض مقطع الخروج

حيث ساهم هذا الإجراء برفع مردود القناة بشكل بسيط جدا 0.006

القسم العملي

السيناريو الثالث: تعديل تصميم القناة بحيث يتم تعديل زاوية ميلان ناشرة الخروج

حيث ساهم هذا الإجراء برفع مردود القناة بنسبة جيدة 1%

السيناريو الرابع: تعديل تصميم القناة بحيث يتم تعديل زاوية مخروط ناشرة الدخول

حيث ساهم هذا الإجراء برفع مردود القناة بنسبة جيدة 1%

السيناريو الخامس: تعديل ميكانيكي للقناة بحيث يتم إضافة كاسرات الدوامات لها لتصميم نموذج جديد لأقنية التصريف يمكن اعتماده عالمياً حيث تم وضع 18نوع من كاسرات الدوامات في قناة التصريف وذلك من خلال تغيير في عدد هذه الريش وزاوية تموضعها وحجمها وساهم ذلك في رفع مردود القناة 2%

ومن ثم تم إعادة التجارب على هذه المجموعات من كاسرات الدوامات لاستنتاج العمق الأمثل الذي يمكن اعتماده لتموضع ريش تقويم الجريان

وتم التوصل إلى علاقة تحدد تموضع هذه الريش

القسم النظري

وضع دراسة نظرية متضمنة التعريف بالمحطات الكهرومائية ومزاياها واهمية استثمارها ومكوناتها الأساسية

بالإضافة لتصنيفات العنفات

وأهم الأجزاء الرئيسية في العنفة المائية

أيضاً

بيان دور وأهمية قناة التصريف في المحطات الكهرومائية

أنواع أقنية التصريف والضياعات خلالها

المؤشرات والبارامترات والأقسام الرئيسية لقناة التصريف المنحنية

آلية المحاكاة الحاسوبية تمهيداً لاستخدامها في الفصل الرابع في نمذجة قناة التصريف الأصلية الموجودة في سد الفرات ونمذجة القناة المقترحة وإجراء المقارنة اللازمة

النتائج والمناقشة

١ – تبين عند استخدام منظومة تقويم الجريان (كاسرات الدوامات) أن العمق الأفضل لموقعها عند بداية ناشرة الدخول وفق العلاقة الجديدة Dep=0.199*D1

٢-عند وضع كاسرات الدوامات في قناة التصريف، تحقق زيادة في المردود القناة وقدرها ٢%.

٣- رفع المردود أدى إلى زيادة استطاعة العنفة الواحدة بمقدار ٢,٤٢ MWوبالتالي زيادة استطاعة المنشأة بمقدار ١٩,٤ MW

إن تخفيض زاوية مخروط ناشرة الدخول θ ساهم بزيادة قيمة مردود القناة بشكل ملحوظ حيث ارتفع من ٠,٨٨ إلى ٠,٨٩ كما أن تخفيض زاوية ميلان قاع القناة عند ناشرة الخروج عن الأفق لتصبح ٧,٥ بدلاً من ٨,٧ ساهم في خفض سرعة الخروج ورفع مردود القناة حوالي ١%

أظهرت مقارنة المنحنيات للحالة المدروسة مع المنحنيات المرجعية المعتمدة تطابقاً دلّ على صحة الدراسة والفرضيات وخاصة فيما يتعلق بتأثير زاوية ناشرة الدخول.

المراجع

تم الاعتماد على 40 مرجع بين مراجع أجنبية وعربية وأهمها:

[1] - Janusz Steller, Zbigniew Krzemianowski. (May 2012). Elbow draft tubes for low head Kaplan turbines - a Polish SHP case study, The Szewalski Institute of Fluid-Flow Machinery of the Polish Academy of Sciences.

[2]-Lei Ji, Lianchen Xu, Yuanjie Peng, Xiaoyi Zhao, Zhen Li, Wen Tang, Demin Liu, and Xiaobing Liu. (25 March 2022). Experimental and Numerical Simulation Study on the Flow Characteristics of the Draft Tube in Francis Turbine, Journals Machines, Volume 10, Issue 4.

[3]-L Motycak, A Skotak, and J Obrovsky. (2010). Analysis of the Kaplan turbine draft tube effect, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.

[4] -Umashankar Nema, and Dr. Rohit Rajvaidya. (February 2017). DESIGN AND EVALUATION OF PERFORMANCE OF CONICAL TYPE DRAFT TUBE WITH VARIATION IN LENGTH TO DIAMETER RATIO. Zenodo Vol. (9)

[5] -Xiaoqing Tian, Huachen Pan, Shuli Hong and Yuan Zheng. (2015). Improvement of hydro-turbine draft tube efficiency using vortex generator, Advances in Mechanical Engineering, Vol. 7(7) 1–8.