

استخدام المواد المتغيرة الطور للحصول على إزاحة ميكانيكية واستخدامها في عملية التحكم بملاحق شمسي ذاتي الحركة

Using Phase Changed Materials (PCMs) to Generate a Mechanical Displacement and Using it to Control an Automobile Solar Tracker

م. محمد عمّار عيروض

د. م. محمد سيف الدين الحلاق

المخلص

قُدمت في هذا البحث دراسة وتصميم لملاحق شمسي ذاتي (مستقل) يعمل بمشغل شمع البارافين. وُصم الملاحق بناءً على نتائج الدراسة الحركية والحسابات الشمسية والحرارية بوصف خواص الشمع المقترح ويوم 21 حزيران يوماً للدراسة ولظروف مدينة دمشق. تمت محاكاة عمل المستقبل الشمسي باستخدام برنامج (ANSYS) ومن ثم الحصول على التدرج الحراري للشمع ونسبة المنصهر منه خلال ساعات النهار، وبناءً عليها حُدد موضع الملاحق خلال كل ساعة من ساعات النهار، وبينت النتائج أن الملاحق المقترح سيحقق تتبعاً جيداً للشمس بتسبيق زاوي لا يتجاوز 13° عند نهاية النهار. ختاماً اقترحت بعض التحسينات لإضافتها إلى الملاحق في حال القيام ببناء ملاحق اختياري لإجراء التجارب العملية عليه.

القسم العملي

تم إجراء محاكاة حاسوبية لعمل المستقبل الشمسي خلال كامل ساعات النهار باستخدام برنامج ANSYS fluent، وتم الحصول على النتائج كما يلي:

- التوزيع الحراري ضمن طبقات المستقبل الشمسي لكل ساعة من ساعات النهار بما يسمى (temperature contour).
 - والنسبة لشمع المنصهر لكل ساعة من ساعات النهار بما يسمى (mass fraction).
- بناءً على نتائج المحاكاة ووفقاً لنسب انصهار الشمع الناتجة عن المحاكاة، تم تحديد موضع الملاحق لكل ساعة من ساعات النهار الشمسي.

القسم النظري

بداية تم عرض الدراسة المرجعية التي بنيت عليها فكرة البحث اشتملت على بعض الدراسات المتعلقة باستخدام المواد المتغيرة الطور في الحصول على إزاحة ميكانيكية والتطبيقات التحكمية المتعلقة بذلك، كما اشتملت على عدة دراسات تتحدث عن عدة أنماط من الملاحقات الشمسية.

- ثم تم عرض بعض المعلومات النظرية المتعلقة بكل من:
- الشمس وحسابات الإشعاع الشمسي
 - توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة الشمسية
 - الملاحقات الشمسية
 - المواد المتغيرة الطور كمادة تشغيل ذكية

ثم تم تفصيل الحسابات النظرية للملاحق الشمسي المقترح والتي اشتملت على:

- الحسابات الشمسية ليوم الدراسة
- الحسابات الحركية والتحريرية للملاحق المدروس
- الحسابات الحرارية اللازمة لتصميم المستقبل الشمسي

النتائج والمناقشة

النتائج:

1. بدأ الشمع بالذوبان منذ الساعة الأولى لعمل الملاحق عند الساعة 0 صباحاً، واستمرت عملية التحول الطوري (صلب - سائل) خلال ساعات النهار مع ازدياد نسبة الشمع المنصهر تدريجياً وبقيت درجة حرارة الشمع ثابتة، لتنتهي عند الساعة 6 مساءً حيث تحول الشمع إلى الحالة السائلة بشكل كامل، وارتفعت درجة حرارته في الساعة الأخيرة حتى غروب الشمس عند الساعة 7 مساءً.
2. إن الوصول إلى المجال المحسوس (تجاوز درجة الانصهار 29° والوصول إلى 63°) في الساعة الأخيرة لعمل الملاحق طبيعي لأن يوم الدراسة هو يوم صيفي 21 حزيران، ومن المتوقع أن يكون التسخين أقل في حال كون الحالة المدروسة في الشتاء.
3. بدأ الملاحق الشمسي عملية الملاحقة منذ الساعة 0 صباحاً، واستمرت عملية الملاحقة خلال النهار لتتوقف عند الساعة 6 مساءً، وهذا يعني أنه خلال الساعة الأخيرة من النهار الشمسي لن يتحرك الملاحق والطاقة الحرارية المكتسبة ضمن المستقبل الشمسي ستعمل على رفع درجة حرارة الجملة فقط.
4. تمت مقارنة نسبة الشمع المنصهر الناتجة عن المحاكاة لكل ساعة مع القيم الافتراضية وعليها تبين أن: اللوح الشمسي لم يكن متعامداً تماماً مع أشعة الشمس في تجربة الملاحقة، بل متقدماً شيئاً ما على حالة التعامد، وقد تزايد هذا الفارق مع الوقت ليصل إلى قيمته العظمى والتي كانت 13° فقط في نهاية عملية الملاحقة، ولم تتجاوز 7° فقط عند الظهيرة حيث القيمة الأعلى للإشعاع الشمسي والكسب الطاقوي، الأمر الذي يشير إلى ضرورة تخفيض السرعة الزاوية المعتمدة للملاحق $\omega = \frac{1}{6} \left[\frac{\text{deg}}{\text{min}} \right]$.

مناقشة النتائج:

هناك انحرافات للقيم الناتجة عن المحاكاة عن القيم المحسوبة للمنظومة وكذلك ستكون هناك انحرافات عن القيم الحقيقية أيضاً، وذلك لأن الحسابات النظرية تمت لملاحق عامل في ظروف مثالية تماماً، والمحاكاة الحاسوبية لا تحيط بكافة الظروف الحقيقية مهما بلغت دقتها.

المراجع

- [1] Long, C.S. and P.W Loveday. (2007). "A thermo hydraulic wax actuation system for high force and large displacement applications". Industrial and Commercial Applications of Smart Structures Technologies. Proc. of SPIE Vol. 6527 652707(1-9).
- [2] E. Greenblatt and M. Conwell and J. Bridges, "Design of passive solar tracker". Columbia University.
- [3] CLIFFORD, M.J., EASTWOOD, D. 2004- "Design of a novel passive solar tracker". Science Direct, Solar Energy 77 (2004) 269-280
- [4] S. Angle and H. Lipson. (2015, May 15). "Wax Actuation and Material Application". Cornell Creative Machines Lab. Cornell University.
- [5] الحلاق، محمد سيف الدين. (٢٠١٧). "بنية ملاحق شمسي حراري هيدروليكي مستقل جديد"، منشورات جامعة البعث.