

SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Département : Génie mécanique

Soutenance de thèse de doctorat de Mr **BOUHABEL Borhane**,

Filière: **Génie mécanique**, Spécialité: **Énergétique**, Domaine : Sciences et technologie

Sur le thème: " **Refroidissement de cellule photovoltaïque par insertion de dissipateur de chaleur à mini/micro canaux** ".

aura lieu

Jeudi 09 novembre 2023 à 9h

à la salle de conférences du 1^{er} étage.

Devant le Jury composé de:

n°	Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
1	Mr. AFRID Mohamed	Prof	ENP. Malek Benabi Constantine	Président
2	Mr. KABAR Yassine	Prof	ENP. Malek Benabi Constantine	Directeur de thèse
3	Mr. DEMAGH Yassine	Prof	Université Batna 2	Examineur
4	Mr. OUDINA Fateh Mebarak	Prof	Université Skikda	Examineur
5	Mr. SEMMARI Hamza	Prof	ENP. Malek Benabi Constantine	Examineur

Toute personne intéressée est cordialement invitée.

THEME: " Refroidissement de cellule photovoltaïque par insertion de dissipateur de chaleur à mini/micro canaux ".

Spécialité: Énergétique

Filière: Génie mécanique

Département : Génie mécanique

Abstract

Cooling of electronic components and machines generates a significant amount of heat. This ensures proper equipment operation and increases their lifespan, especially for photovoltaic solar panels. Extreme weather conditions greatly reduce the efficiency of solar panels. To increase energy production, it is necessary to control cell temperature by properly cooling the surface of solar panels. In this context, a numerical study was conducted on cooling PV cells by inserting micro-heat sinks containing micro-mixing chambers. The commercial code Ansys Fluent was used to discretize transport equations. Two types of mixing chambers, with rectangular or oval obstacles, were studied. Results obtained for Reynolds numbers ranging from 180 to 720 show that the presence of micro-chambers improves heat transfer and increases pressure drop compared to conventional microchannels, and that obstacle shape has a significant effect on micro-heat sink performance. In a second scenario, various bevel shapes (triangular and circular) were introduced at the inlet and outlet of the micro-mixing chamber. The results show that all bevels significantly reduce pressure drop and slightly decrease heat transfer. Another numerical simulation of heat transfer and pressure drop in a microchannel heat sink with two inclined-wall mixing chambers was performed using water and Al₂O₃-water nanofluid as the working fluid. Results obtained for Reynolds numbers ranging from 187 to 705 show that the addition of a micro-mixing chamber with a rectangular rib in the micro-channel improves heat transfer and increases pressure drop compared to conventional microchannels. Moreover, the new shape of the mixing chamber studied shows a significant decrease in pressure drop due to the bevels at the inlet and outlet of the micro-mixing chamber, improving micro-heat sink performance by 5.6%. Thus, the reduction in pressure drop due to beveling and the increase in the width of the rectangular obstacle allow for better heat transfer. On the other hand, an experimental study of a water cooling system was conducted on a heat source with a heat density of 300 W. Two types of mini heat sinks were used, one with constant hydraulic diameter minichannels and the other with variable hydraulic diameter minichannels. Each mini heat sink was equipped with two U and Z-shaped fluid inlet-outlet arrangements, and heat transfer and pressure drop were measured during cooling using appropriate devices. The results show that the U-shaped arrangement for the constant hydraulic diameter mini heat sink is more efficient in terms of heat transfer than the Z-shaped arrangement, as described in the literature, with a high pressure drop. Conversely, for variable hydraulic diameter minichannels, the Z-shaped arrangement is more favorable than the U-shaped arrangement in terms of pressure and heat transfer.

Keywords: Nanofluid, Heat sink, Microchamber, Nusselt number, Heat transfer.

ملخص:

يولد تبريد الأجزاء الإلكترونية وجميع الآلات كمية كبيرة من الحرارة. هذا يضمن الأداء السليم للمعدات ويزيد من عمرها الافتراضي، خاصة للألواح الشمسية الكهروضوئية. في الواقع، فإن استخدام الألواح الشمسية في الظروف الجوية القاسية يقلل بشكل كبير من كفاءتها. و لزيادة إنتاج الطاقة المنتجة، من الضروري التحكم بشكل صحيح في درجة حرارة سطح الألواح الشمسية عن طريق تبريد خلاياها. وفي هذا السياق، تم إجراء دراسة عددية على تبريد الخلايا الكهروضوئية عن طريق إدخال مشتتات حرارية، تحتوي على غرف خلط دقيقة. تم استخدام المبرمج التجاري **Ansys Fluent** لحل معادلات النقل الحراري والكتلي. تمت دراسة نوعين من غرف الخلط ذات العوانق المستطيلة أو البيضاوية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها لأرقام عدد رينولدز التي تتراوح من 180 إلى 720، وأن وجود الغرف الصغيرة يحسن نقل الحرارة ويزيد من انخفاض الضغط مقارنة بالقناة الصغيرة التقليدية، وأن شكل العائق له تأثير كبير على أداء. المشتت الحراري الدقيق في الحالة الثانية، تم إدخال حواف متعددة الأشكال (مثلثة ودائرية) عند مدخل ومخرج حجرة الخلط الدقيقة. أظهرت النتائج أن جميع الغرف قللت بشدة من انخفاض الضغط وقللت بشكل طفيف من انتقال الحرارة. تم إجراء محاكاة عددية أخرى لانتقال الحرارة وانخفاض الضغط في المشتت الحراري ذو القناة الصغيرة بغرفتي خلط منحدرتين باستخدام الماء والسوائل النانوية المائية Al_2O_3 كسائل تبريد. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها لأرقام رينولدز بين 187 و 705 أن إضافة غرفة خلط دقيقة مع ضلع مستطيل في القناة الدقيقة يحسن نقل الحرارة ويزيد من انخفاض الضغط مقارنة بالقناة الصغيرة التقليدية. بالإضافة إلى ذلك، يُظهر الشكل الجديد لغرفة الخلط المدروسة نقصان واضحًا في انخفاض الضغط بفضل الحواف عند مدخل ومخرج حجرة الخلط الدقيقة، مما يحسن أداء المشتت الحراري الدقيق بنسبة 5.6%. وبالتالي، فإن الانخفاض في انخفاض الضغط بسبب الشطب وزيادة عرض العائق المستطيل يجعل من الممكن الحصول على نقل أفضل للحرارة. من ناحية أخرى، أجريت دراسة تجريبية لنظام تبريد مائي على مصدر حرارة بكثافة حرارية 300 وات. تم استخدام نوعين من المشتتات الحرارية الصغيرة، أحدهما بقنوات صغيرة بقطر هيدروليكي ثابت والآخر متغير. تم تجهيز كل حوض صغير بترتيبين لمدخل السوائل على شكل حرف U وعلى شكل Z، وتم قياس انتقال الحرارة وانخفاض الضغط أثناء التبريد باستخدام أجهزة مناسبة. تظهر النتائج أن الترتيب على شكل حرف U للمشتت الحراري الصغير الثابت ذو القناة الصغيرة يؤدي بشكل أفضل من حيث نقل الحرارة من الترتيب على شكل Z، كما هو موصوف في البحوث العلمية السابقة، مع انخفاض كبير في الضغط. من ناحية أخرى أما بالنسبة للقنوات الصغيرة ذات القطر الهيدروليكي المتغير، يكون الترتيب على شكل Z أكثر ملائمة من الترتيب على شكل حرف U من حيث الضغط ونقل الحرارة.

الكلمات المفتاحية: النانو فلويدي، مشتت حراري دقيق، عدد نوسالت، مشتت حراري صغير، نقل الحرارة

Résumé

Le refroidissement des pièces électroniques et de toutes les machines génère une grande quantité de chaleur. Cela assure le bon fonctionnement des équipements et augmente leur durée de vie, en particulier pour les panneaux solaires photovoltaïques. En effet, l'utilisation de panneaux solaires dans des conditions météorologiques extrêmes réduit considérablement leur efficacité. Pour augmenter la production d'énergie, il est nécessaire de contrôler correctement la température de la surface des panneaux solaires en refroidissant les cellules. Dans ce contexte, une étude numérique a été menée sur le refroidissement des cellules PV en insérant des microdissipateurs contenant des microchambres de mélange. Le code commercial Ansys Fluent a été utilisé pour discrétiser les équations de transport. Deux types de chambres de mélange, avec des obstacles rectangulaires ou ovales, ont été étudiés. Les résultats obtenus pour des nombres de Reynolds variant de 180 à 720 montrent que la présence des microchambres améliore le transfert de chaleur et augmente la perte de charge par rapport au microcanal conventionnel, et que la forme d'obstacle a un effet important sur les performances du microdissipateur. Dans un deuxième cas, des chanfreins de plusieurs formes (triangulaires et circulaires) ont été introduits à l'entrée et à la sortie du microchambre de mélange. Les résultats montrent que tous les chanfreins ont fortement réduit les pertes de charge et légèrement diminué le transfert de chaleur. Une autre simulation numérique du transfert de chaleur et de la chute de pression dans un dissipateur thermique à microcanaux avec deux chambres de mélange à parois inclinées a été réalisée en utilisant de l'eau et du nanofluide Al_2O_3 -eau comme fluide de travail. Les résultats obtenus pour des nombres de Reynolds compris entre 187 et 705 montrent que l'ajout d'une microchambre de mélange avec une nervure rectangulaire dans le micro-canal améliore le transfert de chaleur et augmente la perte de charge par rapport au microcanal conventionnel. De plus, la nouvelle forme de la chambre de mélange étudiée montre une diminution nette de la perte de charge grâce aux chanfreins à l'entrée et à la sortie du microchambre de mélange, ce qui améliore les performances du micro-dissipateur thermique de 5,6 %. Ainsi, la diminution de la chute de pression due au chanfreinage et l'augmentation de la largeur de l'obstacle rectangulaire permettent d'obtenir un meilleur transfert de chaleur. D'autre part, une étude expérimentale d'un système de refroidissement à eau a été menée sur une source de chaleur ayant une densité de chaleur de 300 W. Deux types de minidissipateurs thermiques ont été utilisés, l'un avec des minicanaux à diamètre hydraulique constant et l'autre variable. Chaque minidissipateur a été équipé de deux arrangements d'entrée-sortie de fluide en forme de U et de Z, et le transfert de chaleur ainsi que la chute de pression ont été mesurés pendant le refroidissement à l'aide d'appareils adaptés. Les résultats montrent que l'arrangement en forme de U pour le minidissipateur de chaleur à minicanaux constants est plus performant en termes de transfert de chaleur que l'arrangement en forme de Z, comme cela est décrit dans la littérature, avec une grande chute de pression. En revanche, pour les minicanaux à diamètre hydraulique variable, l'arrangement en forme de Z est plus favorable que l'arrangement en forme de U en termes de pression et de transfert de chaleur.

Mot clés Nanofluide, Microdissipateur, Microchambre, Nombre de Nusselt, Minidissipateur, Transfert de Chaleur