The Effect of Space Volume on Heat Transfer by Natural Convection Form an Longitudinal Trihedron Cylinder

Ass. Lecturer.Abbas J. Jubear

Ass.Lecturer. Mohammed Abdulkhabeer Ali
Dr. Abbas S. Shareef

Department of mechanical engineering

University of Wassit

تأثير حجم الحيز على معامل انتقال الحرارة بالحمل الحر من اسطوانة مائلة مزعنفة طوليا

م.م. عباس جاسم جبير
م.م.محمد عبد الخبير علي
د.عباس ساهي شريف

جامعة واسط/ كلية الهندسة
قسم الهندسة الميكانيكية

Abstract

In present work , heat transfer by natural convection from an longitudinal trihedron cylinder in a two different space, small with cross-section (120cm*100cm) and long(90cm) and large with cross-section (3.6m*3m)and long(2.7m)have been studied experimentally ,using air as a heat transport medium.

The cylinder was fixed at different slope angle (0º,30º,60º,90º) from horizontal ,and for heat flux (20.5,72,147,228,340)watt, in an open medium to the atmospheric air where heat transferred by convection and radiation.

Heat Transfer from the (8) longitudinal trihedron fins cylinder great than (12) longitudinal trihedron fins cylinder and the maximum heat transfer at a vertical position and minimum at a horizontal in large space and the maximum heat transfer at a slope angle (60º) and the minimum at a slope angle (0º)in small space and the heat transfer in large space is grater than small space with the range from [Ra = ($4.96*10^7$ – $1.3*10^8$)].

الخلاصة

تناول البحث دراسة عملية لانتقال الحرارة بالحمل الحر من اسطوانة ذات زعانف طولية مثلثة المقطع يحيطها الهواء كوسط ناقل للحرارة موضوعة داخل حيزين مختلفين بالحجم أحدهما صغير أبعاده (100cm*120cm*90cm) والآخر كبير الحجم أبعاده(3m*3.6m*2.7m) على التوالي،تم اختبار نماذج ذات زعانف طولية مختلفة العدد (12,8) ووضعت بزوايا ميل مختلفة(0º,30º,60º,90º) عن الأفق ولفيض حراري مختلف(340,228,147,72,20.5) واط في حيز مفتوح للهواء الخارجي حيث تنتقل الحرارة بالحمل

والإشعاع.وقد وجد أن عند وضع النماذج في الحيز الكبير فان انتقال الحرارة من أسطوانة ذات (8) زعنفة طولية أعلى من الاسطوانة ذات (12) زعنفة طولية في الوضع العمودي(90^o) واقل ما يمكن في الوضع الأفقي (0^o) ولكلا النموذجيين اما عند وضعه في الحيز الصغير فان انتقال الحرارة من الاسطوانة ذات (8) زعنفة طولية أعلى من الاسطوانة ذات (12)زعنفة طولية عند زاوية ميل(60^o) واقل ما يمكن في الوضع الأفقي أي عند زاوية ميل (0^o) ولكلا النموذجيين أيضا كذلك وجد ان كمية الحرارة المنتقلة من النماذج في الحيز الكبير تكون اكبر بكثير مقارنة بالحيز الصغير ولمدى عدد رايلي (Ra)($4.96*10^7$ – $1.3*10^8$).

المقدمة

بالنظر للاستخدام الواسع للأنابيب المزعنفة ذات المقاطع المختلفة في بعض الأجزاء المركبة للأجهزة الإلكترونية والكهربائية وكذلك المبادلات الحرارية بجميع أشكالها وتطبيقاتها مثل أجهزة التكييف المركزي بما تحتويه من مكثفات ومبخرات ومسخنات هواء،والأنابيب المزعنفة تكون ذات مقطع دائري أو مثلث أو مقاطع مختلفة، لذا عند تطبيق مبادئ انتقال الحرارة بالحمل الحر لابد من مراعاة عامل الكلفة عندما يكون المنتج المراد تصنيعه على مستوى تجاري ، ويتم ذلك عن طريق تقليل حجم المبادل الحراري ووزنه وزيادة كفاءته عن طريق زيادة الفقد الحراري ، إذ توجد عدة طرق لزيادة كفاءة المبادل الحراري [9] منها :-

- زيادة المساحة السطحية بتقليل الحجم (باستخدام الزعانف) .
- استخدام معدن ذي موصلية حرارية عالية (كالنحاس والألمنيوم) .
- استخدام أسلوب مناسب لانتقال الحرارة كالحمل القسري أو الجريان المتعاكس الذي يؤدي إلى زيادة الفقد الحراري .
- استخدام وسط ناقل مناسب يكون ذو سعة حرارية عالية .
- تغيير الشكل الهندسي للمبادل الحراري .

درس عدد من الباحثين عملية انتقال الحرارة من اسطوانة بالحمل الحر ، و أوجدوا علاقات تجريبية وعددية تحدد العلاقة ما بين عدد رايلي (Ra) وعدد نسلت (Nu).

أجرى الباحثون [Ramadan , Nabil , Ali and Abdalla (2008)] [1] دراسة عملية ونظرية لانتقال الحرارة بالحمل الحر من سطح أنبوب أفقي بيضوي المقطع التجارب العملية تمت لنسبة باعية (major/minor) تتراوح بين $1 \le b/c \le 3$ ونصف القطر الهيدروليكي (6.4) ولقيم عدد رايلي بين ($4.92*10^7$ – $1.12*10^7$) وزاوية توجيه الجريان (0^o – 90^o) أما الجزء النظري فقد تم باستخدام طريقة الفروق المحددة (Finite Difference) ولتأثير النسبة الباعية $0.1 \le b/c \le 0.98$ ونصف قطر هيدروليكي يتراوح بين (1.5 – 6.4) .توصل الباحثون ألي أن رقما نسلت ورايلي يزدادا بزيادة زاوية التوجيه وتكون الزاوية (90^o) هي افضل زاوية توجيه للجريان وكذلك يزداد عدد ناسلت بزيادة نسبة نصف القطر الهيدروليكي وعدم وجود تأثير للنسبة الباعية على عدد نسلت .

كما أجرى الباحثون [Atipoang,Sanparwat,Tanongkiat and Chi (2008)] [2] دراسة عملية حول تأثير زاوية الميل على أداء المبادل الحراري ذو الأنابيب المزعنفة بالحمل الحر ،ولزوايا ميل بين (0^o – 90^o) وبعدد صفوف بين 1) (4 – ولمدى متغير من درجات حرارة الماء الداخل للمبادل الحراري ^{o}C(40, 60, 80) وبمعدل تدفق ثابت (1.5 L/mint) وعند درجة حرارة الهواء الجوي (27 C ^{o}) .وقد توصل الباحثون ألي أن افضل أداء للمبادل الحراري عندما تكون زاوية الميل بين (45^o – 30^o) وكذلك تقل كفاءة المبادل الحراري بزيادة عدد صفوف الأنابيب.

أجرى الباحثان[Farouk & Guceri] (1981) [3] دراسة تحليلية لانتقال الحرارة من سطح اسطوانة أفقية باستخدام الفرق المحدد (Finite Difference) وتوصلا إلى أن قيمة الثابت (C) والذي يمثل($Nu/Ra^{0.25}$) يتناقص من (0.54) عند زاوية مقدارها (0^o) إلى (0.18) عند زاوية مقدارها(180^o) ولقيم عدد رايلي (Ra) تتراوح بين (10^6 – $7.2*10^6$) .

كما درس الباحثان [Moawed &Ibrahim (2007)] [4] دراسة عملية لانتقال الحرارة بالحمل الحر من سطح أنبوب بيضوي المقطع لتأثير النسبة الباعية (major/minor)من($-1.046 \le S/c \le 1.046$) وزاوية توجيه الجريان(0^o-90^o) ولحدود قيم رايلي($1.13*10^8$ – $6.5*10^5$)، وجد أن رقم رايلي يزداد بزيادة النسبة الباعية($-1.046 \le S/c \le 0$) ويكون أقصى ما يمكن عند النسبة الباعية تساوي صفر ثم يبدأ بالتناقص لحدود النسبة الباعية($0 \le S/c \le 1.046$) وتكون الزاوية(90^o)هي أفضل زاوية توجيه للجريان.

أجرى الباحث[(1981) Stuart] [5]دراسة نظرية لانتقال الحرارة بالحمل الحر من سطح اسطوانة ملساء ولقيم عدد رايلي تتراوح بين الصفر إلى ما لانهاية اخذ بنظر الاعتبار منطقتين من الحمل الحر الطباق والحمل الاضطرابي وقد توصل الباحث إلى بناء علاقة تتضمن إضافة عدد برانتل إلى عدد [Nu,Ra] وكما يلي :

$$Nu=0.36+0.518[Ra/(1+(0.599(Pr)^{0.5625})^{16/n})] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

حيث توصل الباحث أن قيمة الثابت (n) في المعادلة أعلاه تصبح مساوية إلى الرقم (4).

أجرى الباحثان [Sparrow & Chrysler (1981)] [6] دراسة انتقال الحرارة بالحمل الحر من اسطوانة أفقية قصيرة ملامسة لصفيحة مستوية عمودية بثبوت الفيض الحراري ولقيم عدد رايلي تتراوح بين ($1.4*10^5$ – $1.4*10^4$) وتغيير موقع الاسطوانة على مدى ثلاثة ارتفاعات من الصفيحة وتوصلا إلى علاقة تجريبية لجميع الحالات بالصيغة آلاتية.

$$Nu = C.Ra^m \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

أجرى الباحث [Yassen (1978)] [7] دراسة عملية على اسطوانة غير مزعنفة مائلة بتغير زاوية ميلانها بين (0^o – 90^o) إذ تكون أفقية عند الزاوية (90^o) مستخدماً في ذلك اسطوانتين قطر الأولى (38mm) والثانية (47 mm) وكلتاهما بطول (955 mm) . التجارب أجريت بثبوت الفيض الحراري لقيم عدد رايلي تتراوح بين ($0.28*10^6$– $3.441*10^6$) وتوصل إلى العلاقة العامة آلاتية :-

$$Nu=[0.665 – 0.4885(\sin\theta)] Ra^{[1/4 + (1/(12\sin\theta))] 174} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

واستنتج أن وضع الاسطوانة بشكل شاقولي أفضل ، إذ لاحظ تزايد لقيم معامل انتقال الحرارة بالحمل بزيادة الارتفاع إلى حد معين ثم يبداء بالانخفاض .

و أجرى الباحث [Hassan (1998)] [8] مجموعة من التجارب على أنبوب مزعنف ذي زعانف مربعة الشكل ، مثبت أفقيا في مجرى عمودي بين جدارين مفتوح من الأعلى والأسفل إلى الهواء الخارجي ودرس تأثير المسافة العمودية لموقع الأنبوب داخل المجرى والمسافة بين حافة الزعانف وجدران المجرى وتوصل إلى العلاقة آلاتية:-

$$Nu/Nu_f = a + b.\ Ra + c.\ Ra^2 + d.\ Ra^3 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

إذ أن (a , b, c ,d) ثوابت متغيرة تعتمد على قيمة المسافة الفاصلة بين حافة الزعانف والجدار وتوصل إلى إن المجرى يحسن من انتقال الحرارة عندما تكون النسبة الباعية صغيرة ويكون الأنبوب في قاعدة المجرى .

وأجرى الباحث [علي شعلان (1997)] [9] دراسة عملية على صف من الاسطوانات المزعنفة حلقياً تفصل بينها مسافة متغيرة المقدار (X) والتي تتغير بأضعاف قيمة قطر الزعنفة الخارجي حيث تراوحت بين (X = (2-8) D) ولمدى عدد رايلي يتراوح بين ($1.5*10^6$ – $6*10^6$) وقد توصل الباحث إلى أن إضافة الزعانف إلى الاسطوانات تؤدي إلى تحسين الفقد الحراري من سطحها إذ أن وجود الزعانف يظهر تأثيراً تبريدياً عند نسبة مسافة فاصلة (X= 4d) ، يماثل نفس التأثير لو كانت الاسطوانات بدون زعانف عند (X=7d) وبهذا قلل من حجم المبادل الحراري بالاسطوانات المزعنفة إلى نصف حجم المبادل الحراري بالسطح الأملس.

كما أجرى الباحثون [Young , Joo and Hyung (2005)] [10] دراسة نظرية لانتقال الحرارة من زعنفة مستطيلة المقطع باستخدام طريقة التحليل أحادى البعد وطريقة الفروق المحددة و اجروا مقارنة بين الطريقتين وذلك من خلال حساب الخطأ النسبي للخسائر الحرارية ودرجات الحرارة حيث قاما بتمثيلها على شكل معادلات بدلالة عدد بايوت والطول ألا بعدي للزعنفة حيث توصلا ألي أن استخدام طريقة الفروق المحددة تعطي افضل النتائج مقارنة بالطريقة الأخرى وكذلك أن نسبة الخطا تقل بزيادة عدد العقد المستخدمة في حالة استخدام طريقة الفروق المحددة.

$$Nu = C.\ (\theta)^n.\ (Ra)^m \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

$$C = 0.054$$
$$n = – 0.097$$

ما أجرى الباحثون [حسن كريم ، زينة خليفة ، أركان فوزي (2000)][11] دراسة عملية لمعرفة تأثير زاوية ميل اسطوانة مزعنفة حلقياً على انتقال الحرارة بالحمل الحر في حيز مفتوح لمدى عدد رايلي يتراوح بين ($49.6*10^4$ – $9.86*10^4$) ولمستويات فرق جهد تتراوح بين(100 – 20) فولت ولزوايا ميل تتراوح بين (90^o – 0^o) وقد توصلا إلى أن الاسطوانة المزعنفة حلقياً تعطي أعلى كمية حرارة منتقلة عند الزاوية (0^o) أي في الوضع الأفقي وقد أوجدا المعادلة التجريبية التالية:-

$$m = 0.592$$

(وللشروط الحدية $1^o \leq \theta \leq 89^o$ حيث أن الزاوية بالدرجات).

أجرت الباحثة [زينة خليفة (2000)] [12] دراسة عملية لانتقال الحرارة بالحمل الحر من اسطوانة ذات زعانف حلقية مستطيلة ومثلثة المقطع ومقارنتها مع اسطوانة غير مزعنفة ولزوايا الميل المستخدمة في المصدر [8] ولمستويات حرارية $(33820,21751,12335,5570,1459) W/m^2$ وقد توصلت إلى أن أعلى كمية حرارة منتقلة بالحمل من الاسطوانة ذات الزعانف الحلقية المثلثة المقطع وبزاوية ميل مقدارها (0^o) ولمدى عدد رايلي يتراوح بين$(4.9*10^6 - 10.4*10^3)$.

كما أجرى الباحثون [خالد عبد الحميد ، زينة خليفة (2002)] [10] دراسة عملية لمعرفة تأثير زاوية ميل اسطوانة مزعنفة مثلثة المقطع طولياً على انتقال الحرارة بالحمل الحر في حيز مفتوح ،لمستويات فرق جهد تتراوح بين(134 – 6) واط ولزوايا ميل تتراوح بين ($90^o - 0^o$) وقد وجد أن انتقال الحرارة من الاسطوانة ذات (8) زعنفة طولية تعطي أعلى من الاسطوانة ذات (12) زعنفة طولية كمية حرارة منتقلة عند الزاوية (90^o) أي في الوضع العمودي وقد استنتجا المعادلة التجريبية التالية:-

١- نموذج الاختبار(8) زعنفة:-

$$Y = 25.6968\ (\theta)^{-0.03} + 6.1779X - 0.3783X^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

٢- نموذج الاختبار(12) زعنفة:-

$$Y = 24.4028\ (\theta)^{-0.015} + 6.0675X - 0.3642X^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

(وللشروط الحدية $1^o \leq \theta \leq 89^o$ حيث أن الزاوية بالدرجات).

بعد الإطلاع على نتائج البحوث السابقة ، تبين أن أي منها لم يتطرق إلى دراسة تأثير حجم الحيز على معامل انتقال الحرارة بالحمل الحر ولغرض أيجاد الوضع والحجم الأفضل بزيادة كمية الحرارة المنتقلة لكثرة استخدام محطات الكهرباء الفرعية المدمجة وبعض الأجهزة الإلكترونية الدقيقة المصنعة لهذا الشكل وتصميم المبادلات الحرارية .

نماذج الاختبار:

يوضح الشكل (1) نموذجي الاختبار المستخدمين في التجارب العملية بشكل مجسم صممت بقياسات مطابقة للقياسات المستعملة عملياً في المسخنات وقد تم تصنيعها من الألمنيوم الصلد بقطر خارجي ($D_o = 48$ mm) وتم عمل ثقب على طول النموذج بقطر($D_i = 16$ mm) لوضع المسخن الكهربائي داخله. تم عمل الزعانف الطولية ذات المقطع المثلث بواسطة ماكنة التفريز لذا ألغيت المقاومة الحرارية بينها وبين الأنبوب حيث أن ارتفاع الزعنفة ($t = 13$ mm) وبطول ($L = 300$ mm) وبعدد (8) زعنفة للنموذج الأول موزعة على زاوية (45^o) وبعدد (12) زعنفة للنموذج الثاني موزعة على زاوية (30^o) على المحيط . تم استخدام مسخن كهربائي قدرته (1) كيلو واط وتم الاختبار بتثبيت النماذج على مسند حديدي تم تصنيعه بشكل يمكننا من الحصول على زوايا الميل المحددة في البحث والتي تتراوح بين ($90^o - 0^o$) عن الأفق، تم وضع النماذج مع المسند في داخل حيزين أحدهما صغير الحجم تم تصنيعه من الخشب المضغوط أبعاده (100 cm*120 cm 90 cm) شكل (2) ،والأخر كبير الحجم عبارة عن غرفة أبعادها (3m*3.6m*2.7m).

الحسابات:

لحساب خواص انتقال الحرارة بالحمل الحر من الأنابيب المزعنفة وهي الحالة العملية والتطبيقية تم استخدم المعادلات المدرجة أدناه من (8) إلى (14) حيث تم حساب الحرارة المتولدة والحرارة المنتقلة بالإشعاع والحرارة المنتقلة بالحمل الحر وعددي نسلت و رايلي ودرجة الحرارة المجملة ومعامل التمدد ألحجمي.

$$Q_q = I * V \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

$$Q_q = Q_{conv.} + Q_{rad.} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

$$Q_{conv.} = hA_t\ (T_s - T_a) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

$$Q_{rad} = \sigma . A_t . \in (T_s^4 - T_a^4) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

المتغيرات اللابعدية التي تمثل من عدد نسلت (Nu) وعدد رايلي (Ra) معرفة كما يلي

$$Nu = h\ D_o / k$$

$$Ra = (\beta * g * D_o^3\ (T_s - T_a) / \nu^2)\ * P_r \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

أما خواص الهواء فقد تم حسابها عند معدل درجة حرارة سطح الأنبوب والهواء المحيط

$$T_b = (T_a + T_s)/2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

ومقدار معامل التمدد ألحجمي

$\beta=1/T_b$

..... (14)

إذ تم أجراء مقارنة للنتائج بين قيم عدد رايلي (Ra) وعدد نسلت (Nu) لكل نموذج اختبار ولكل زاوية محددة في البحث.

النتائج والمناقشة:

بعد أجراء التجارب العملية لقيم عدد رايلي تتراوح بين ($1.3*10^8$ – $4.96*10^7$) ولفيض حراري مختلف يتراوح بين(20.5, 340) واط ولزوايا ميل عن المحور العمودي تتراوح بين-(90^o) (0^o. تم حساب قيم عدد نسلت (Nu) وعدد رايلي (Ra) لكل حالة من الحالات أعلاه ورسمها لكل

أنموذج اختبار كما في الشكل (3،4،5،6) على التوالي حيث أظهرت النتائج ما يلي :-

١- أن علاقة عدد (Nu) مع عدد (Ra) لا يمكن تمثيلها بخط مستقيم لذا تم استخدام معادلات لوغارتميه و أعطت نتائج مقبولة جداً وكانت المعادلات الخاصة لكل منحني ولكل نموذج حسب الشروط الحدية كما يلي :-

أنموذج الاختبار (8) زعنفة مثلثة المقطع في حيز كبير :

$\theta = 0^o$ $Y= 0.34927 X – 0.754849$

$\theta =30^o$ $Y=0.28338X – 0.20772$

$\theta=60^o$ $Y=0.215524X + 0.355232$

$\theta=90^o$ $Y=0.150451X + 0.895872$

أنموذج الاختبار (8) زعنفة مثلثة المقطع في حيز صغير :

$\theta = 0^o$ $Y= 0.315614 X – 0.729071$

$\theta =30^o$ $Y=0.279787X – 0.421313$

$\theta=60^o$ $Y=0.262011X – 0.273899$

$\theta=90^o$ $Y=0.281462X – 0.4471$

أنموذج الاختبار (12) زعنفة مثلثة المقطع في حيز كبير :

$\theta = 0^o$ $Y=0.117814 X + 0.865919$

$\theta = 30^o$ $Y= 0.0341517X + 1.55382$

$\theta = 60^o$ $Y=0.0408427 X + 1.51346$

$\theta = 90^o$ $Y=0.0346173 X + 1.57412$

أنموذج الاختبار (12) زعنفة مثلثة المقطع في حيز صغير :

$\theta = 0^o$ $Y=0.275498 X – 0.493231$

$\theta = 30^o$ $Y= 0.230897 X – 0.110665$

$\theta = 60^o$ $Y=0.208863 X + 0.0797815$

$\theta = 90^o$ $Y=0.201353 X + 0.133284$

حيث ان:

$Y=\text{Log Nu}, X=\text{Log Ra}$

كما تم معالجة الحيود في هذه المنحنيات وذلك برسم قيمة الثابت الموجود في كل من المعادلات أعلاه مع الزاوية الخاصة به كما في الشكل (9,10) حيث أن العلاقة التي تربط هذا الثابت مع الزاوية بشكل عام هي .

$C = m (\theta)^n$ ..... (15)

وبالتعويض عن قيمة الثابت أصبحت المعادلة العامة لنماذج الاختبار للشروط الحدية ($1^o \le \theta \le 89^o$) . كما يلي:-

أ- أنموذج الاختبار 8 زعنفة مثلثة المقطع في حيز كبير:

$Nu=1.94(Ra)^{0.25}*6.464\ \theta^{-0.19739}$ ..... (16)

ب- أنموذج الاختبار 8 زعنفة مثلثة المقطع في حيز صغير:

$Nu=0.34(Ra)^{0.28472}*5.21\theta^{-0.191}$ ..... (17)

ج- أنموذج الاختبار 12 زعنفة مثلثة المقطع في حيز كبير:

$$Nu=2.38(Ra)^{0.056856} *4.373\theta^{0.20265} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

د- أنموذج الاختبار 12 زعنفة مثلثة المقطع في حيز صغير:

$$Nu=0.4066(Ra)^{0.23} *3\theta^{-0.2095} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

حيث تتضمن تأثير الزاوية كدالة لعدد نسلت وعدد رايلي وبالتعويض عن مقدار الزاوية (θ) بما يساويها أعطت تطابق في القيم بنسبة خطأ لا تتجاوز (12 %).

٢ - توضح الأشكال (3,4) أن كمية الحرارة المنتقلة بالحمل الحرفي الحيز الكبير تزداد بزيادة عدد رايلي (Ra) كما أنها تزداد بزيادة زاوية الميل حيث تصبح أعلى ما يمكن عند زاوية ميل ($\theta = 90^o$) واقل ما يمكن عند زاوية ($\theta = 0^o$) ويعزى ذلك ألي أن الحزوز الطولية المثلثة المقطع لنموذج الاختبار عندما يكون في وضع عمودي تعمل على سريان الهواء الساخن بشكل يكاد يكون منتظم وتكون أقصى قوة رافعة للهواء في هذه الحالة أما في حالة ميل النموذج بزاوية (30^o , 60^o) فان القوة الرافعة للهواء تتناسب مع(Sinθ) أي تكون المركبة العمودية للقوة الفعلية هي المؤثرة وفي حالة وضع النموذج بزاوية ($\theta = 0^O$) تعمل الزعانف عمل مصدات تعرقل سريان الهواء مما يؤدي ألي اضطراب الجريان وبالتالي انخفاض معدل الفقد الحراري من الأنبوب وتسخن الزعانف نفسها .

٣- توضح الأشكال (5,6) أن كمية الحرارة المنتقلة بالحمل الحرفي الحيز الصغير تزداد بزيادة عدد رايلي (Ra) كما أنها تزداد بزيادة زاوية الميل حيث تصبح أعلى ما يمكن عند زاوية ميل ($\theta = 60^o$) واقل ما يمكن عند زاوية ($\theta = 0^o$) حيث وجد في حالة ميل النموذج بزاوية (30^o , 60^o) فان القوة الرافعة للهواء تتناسب مع(Sinθ) وبالتالي تصبح أعلى ما يمكن عند زاوية ميل (60^o) ،أما في حالة وضع النموذج بزاوية ميل(90^o) فان الحزوز الطولية المثلثة المقطع لنموذج الاختبار عندما يكون في وضع عمودي تعمل على سريان الهواء الساخن بشكل يكاد يكون منتظماً وتكون أقصى قوة رافعة للهواء في هذه الحالة ونتيجة لوضعه في داخل حيز صغير فان المسافة بين الزعنفة والسطح العلوي للحيز الصغير تكون اقل ما يمكن عند ($\theta = 90^o$) حيث تصبح المسافة (25 cm) وبالتالي سوف تزداد درجة حرارة الهواء المحيط نتيجة الاحتباس الحراري داخل الحيز الصغير وبالتالي يقل فرق درجات الحرارة ومن ثم كمية الحرارة المنتقلة ،وفي حالة وضع النموذج بزاوية ($\theta = 0^O$) فان تصرفه يكون مشابه للحيز الكبير.

٤- توضح الأشكال (7 – 8) مقارنة بين كمية الحرارة المنتقلة بالحمل الحر بين الحيز الكبير والحيز الصغير ولكافة زوايا الميل (0^o,30^o,60^o,90^o) ولكلا النموذجيين (8 – 12) حيث وجد أن كمية الحرارة المنتقلة بالحمل الحر من الحيز الكبير تكون اكبر مقارنة بالحيز الصغير ولكافة زوايا الميل ولكلا النموذجين وذلك لزيادة درجة حرارة الهواء المحيط بالزعنفة نتيجة الاحتباس الحراري في حالة استخدام الحيز الصغير وبالتالي يقل فرق درجات الحرارة ومن ثم كمية الحرارة المنتقلة ونلاحظ عكس ذلك عند استخدام حيز اكبر حيث أن تيارات الهواء تكون اكبر وبالتالي تزداد كفاءة انتقال الحرارة وكمية الحرارة المنتقلة في الحيز الكبير.

٥- <u>الاستنتاجات:</u>

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من خلال التجارب العملية لدراسة الخواص الحرارية لاسطوانة مزعنفة طولياً ذات مقطع مثلث تم وضعهما في حيزين أحدهما كبير والأخر صغير وبعد معالجة هذه النتائج يمكن بناء الاستنتاجات التالية :-

١- ان المعادلة التي تحكم العلاقة بين عدد (Nu) وعدد (Ra) لزوايا ميل مختلفة يمكن تمثيلها بالشكل ألاتية :-

أ- أنموذج الاختبار 8 زعنفة مثلثة المقطع في حيز كبير:

$$Nu=12.54(Ra)^{0.25}*\theta^{-0.19739}$$

ب- أنموذج الاختبار 8 زعنفة مثلثة المقطع في حيز صغير:

$$Nu=1.7714(Ra)^{0.28472} *\theta^{-0.191}$$

ج- أنموذج الاختبار12 زعنفة مثلثة المقطع في حيز كبير:

$$Nu=10.4(Ra)^{0.056856} *\theta^{0.202652}$$

د- أنموذج الاختبار 12 زعنفة مثلثة المقطع في حيز صغير:

$$Nu=1.22(Ra)^{0.23} *\theta^{-0.2095}$$

٢- تأثير عدد رايلي (Ra) يكون اكبر من تأثير زاوية الميل لنموذجي الاختبار المستخدمة في البحث ولكلا الحيزين.

٣- معامل انتقال الحرارة بالحمل الحر يكون أعلى في حالة($\theta = 90^o$)واقل ما يمكن عند($\theta = 0^o$) عند وضع الحيز في حيز كبير .

٤- معامل انتقال الحرارة بالحمل الحر يكون أعلى في حالة($\theta = 60^o$)واقل ما يمكن عند($\theta = 0^o$) عند وضع الحيز في حيز صغير.

٥ – كمية الحرارة المنتقلة من الحيز الكبير تكون اكبر مقارنة بالحيز الصغير ولكلا النموذجين ولنفس قيم عدد رايلي.

الرموز والمصطلحات

لرمز	المعنى	الوحدات
At	المساحة الاجمالية	m^2
Di	القطر الداخلي للأنبوب المزعنف	mm
Do	القطر الخارجي للأنبوب المزعنف	mm
Dp	قطر الأنبوب الخارجي من دون زعانف	mm
g	التعجيل الأرضي	m/s^2
h	معامل انتقال الحرارة بالحمل الحر	W/m^2K
K	معامل التوصيل الحراري	W/mK
L	طول الاسطوانة المزعنف	mm
m	اس عدد رايلي	
n	أس زاوية الميل للاسطوانة	
Nu	عدد نسلت	
Pr	عدد برا نتل	
Q_{conv}	معدل الحرارة المنتقلة بالحمل	W
Q_q	معدل الحرارة المفقودة إلى الهواء	W
Q_{rad}	معدل الحرارة المنتقلة بالإشعاع	W
Ra	عدد رايلي	
T_a	درجة حرارة الهواء	K

T_b	درجة الحرارة المجملة	K
T_s	درجة حرارة السطح	K
t	ارتفاع الزعانف الطولية	mm
β	معامل التمدد ألحجمي	$1/K$
ε	الانبعاثية	
σ	ثابت ستيفن-بولتزمان	W/m^2K^4
υ	اللزوجة الكينماتية	m^2/s

المصادر

1-Ramadan Y.,Nabil S.,Ali A. and Abdalla ., "Experimental and Numerical Investigation of Natural Convection Heat Transfer in Horizontal Elliptic",International Journal of Chemical Reactor Engineering Vol.6,2008,Article A45.

2- Atipoang,Sanparwat, Tanongkiat and Chi – Chuan.,"Effect of Inclination Angle on Free Convection Thermal Performance of Louver Finned Heat Exchanger"Int.J.Heat Mass Transfer 40(3) pp533 – 544, 2008.

3- Farouk B. and Guceri S.I.(1981) "Natural Convection from Horizontal Cylinder – Laminar Regine" Transaction of ASME vol.103,pp522-527.

4- Moawed M. and Ibrahim E.,"Heat Transfer by Free Convection Inside Horizontal elliptic tubes with different axis ratio and different orientation angles", Al-Azhar Engineering Ninth International Conference (AEIC), Cairo, Egypt, 2007,APRIL 12-14.

5- Sturt W. Churchilf and Hmbet H.s.CHU."Corrlating Equation for Laminar and Turbulent Free Convection from a Horizontal Cylinder "Int.J.Heat&Mass Transfer Vol.103, pp522– 532, 1981.

6- Sparrow E.M. and Chrysler "Natural Convection Heat Ttransfer Coefficient for a Short Horizontal Cylinder Attached to a Vertical Plate", Transaction of ASME Vol. 103, PP 630-637, 1981.

7- Yassen K. salman "Laminar Natural Convection Heat Transfer from the out side Surface of an Inclined Cylinder", Thesis MSc, University of Technology, 1978.

8- Hassan. K. Abdullah "Improved Heat Transfer from Horizontal Finned Tube Between Two Adiabatic Walls"مجلة أبحاث اليرموك

(سلسلة العلوم الأساسية والهندسية) ، جامعة اليرموك ، الأردن، المجلد السابع، العدد الأول ، ص ص65-80 ،1998.

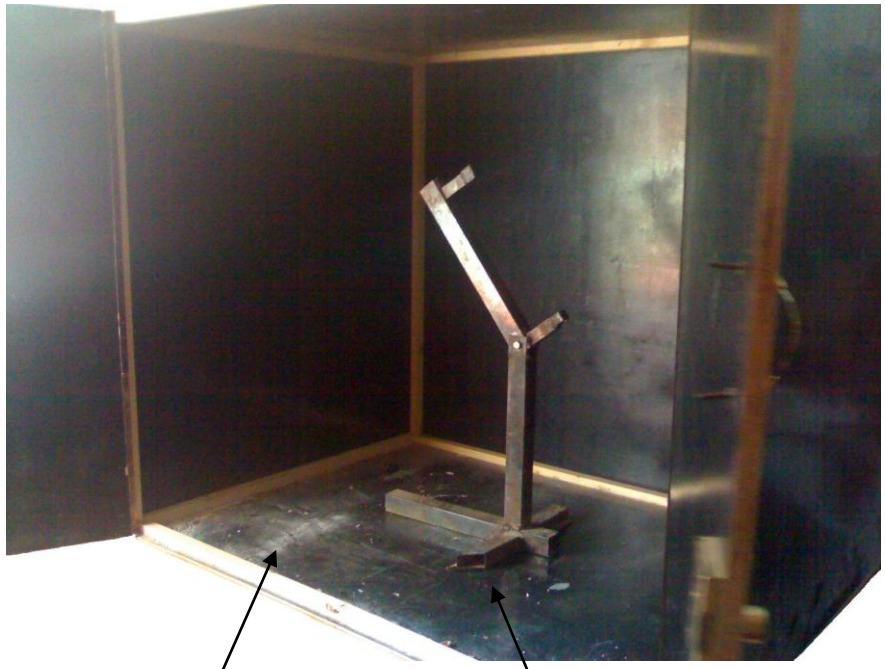
9- علي شعلان موحان "تحسين انتقال الحرارة بالحمل الحر من صف عمودي لاسطوانات أفقية مزعنفة موضوعة داخل مجرى أديباتي" . رسالة مقدمة إلى قسم هندسة المكائن والمعدات في الجامعة التكنولوجية، 1997 .

10- Young Min, Joo Suk and Hyung Suk., "Analysis Of A One – Dimensional Method And The Finite Difference Method", J. KSIAM, Vol.9,No.1,91 –89,2005.

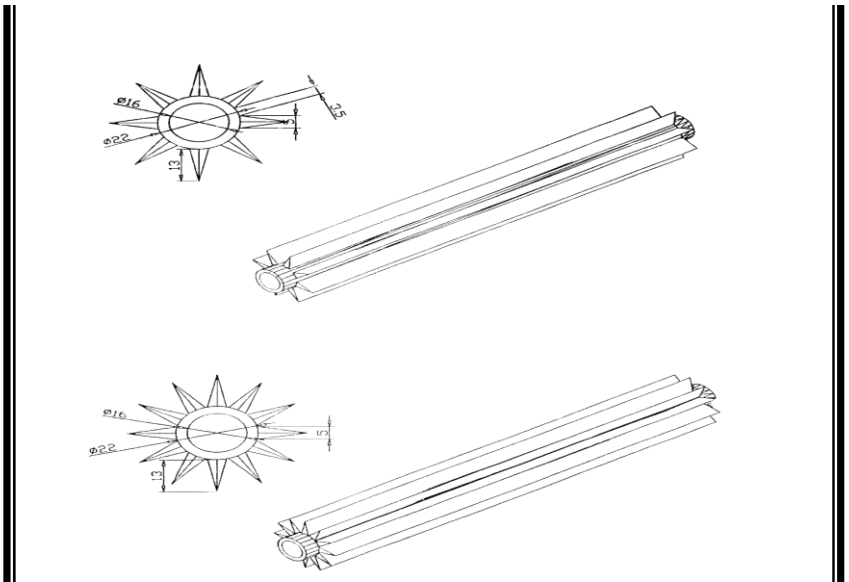
11- حسن كريم ، زينة خليفة ، أركان فوزي "دراسة تأثير زاوية ميل اسطوانة مزعنفة حلقياً على انتقال الحرارة بالحمل الحر في حيز مفتوح" مجلة التقني – هيئة المعاهد الفنية، 2000.

12- زينة خليفة كاظم "دراسة تأثير زاوية ميل اسطوانة ذات زعانف مختلفة المقطع على انتقال الحرارة بالحمل الحر في حيز مفتوح" المؤتمر القطري الأول للهندسة الميكانيكية والمعادن وهندسة المواد / كلية الهندسة /جامعة الكوفة، 2000.

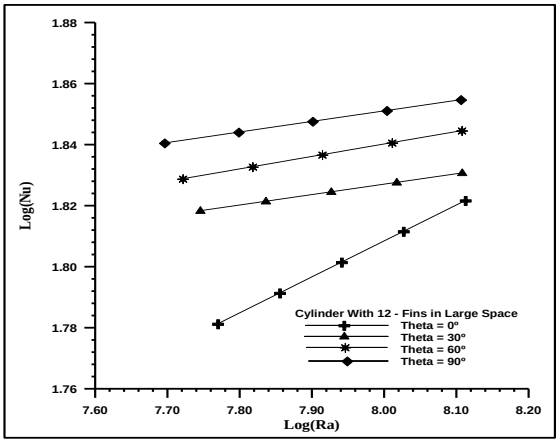
13- خالد عبد الحميد إسماعيل ،زينة خليفة كاظم "انتقال الحرارة بالحمل الحر من أسطوانة مائلة مزعنفة طولياً" محلة العلوم والهندسة ، جامعة الانبار،المجلد الأول، العدد الأول، 2002 .



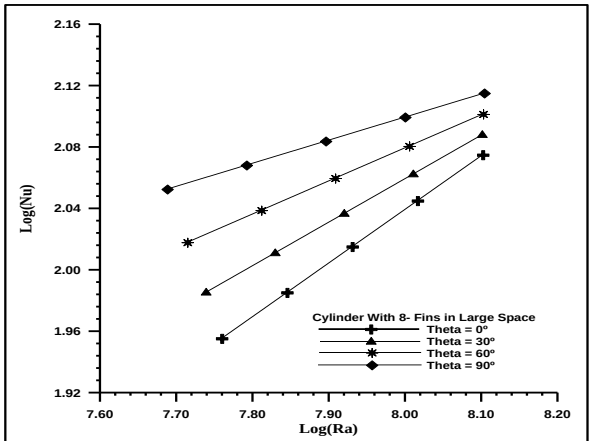
شكل(1) يبين صوره للحيز الصغير والحامل الحديدي



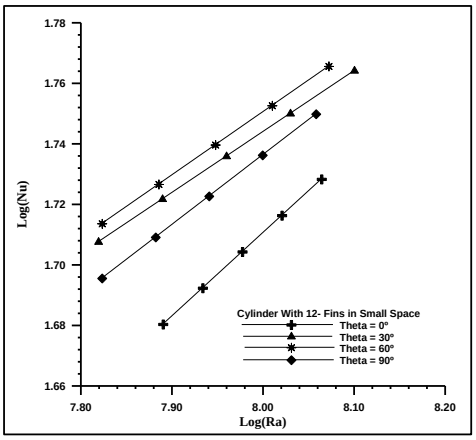
شكل(2) يبين الأشكال المجسمة لمقطع الاختبار



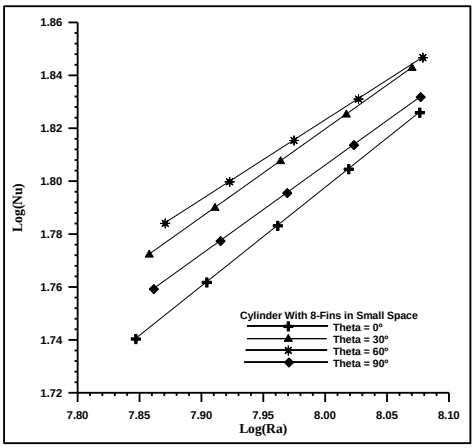
شكل(3) تأثير زاوية الميل على كمية الحرارة المنتقلة من اسطوانة ذات (12) زعنفة



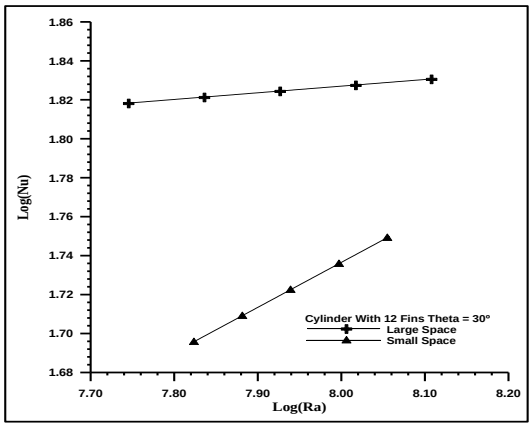
شكل(4) تأثير زاوية الميل على كمية الحرارة المنتقلة من اسطوانة ذات (8) زعنفة في حيز كبير

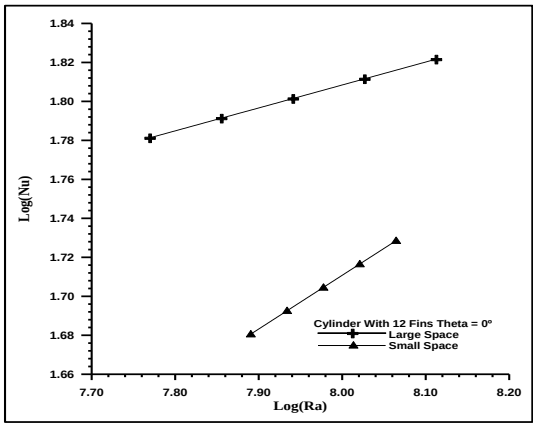


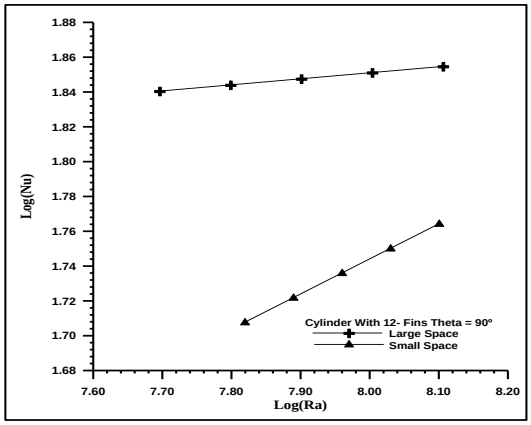
شكل(5) تأثير زاوية الميل على كمية الحرارة المنتقلة من اسطوانة ذات (12) زعنفة

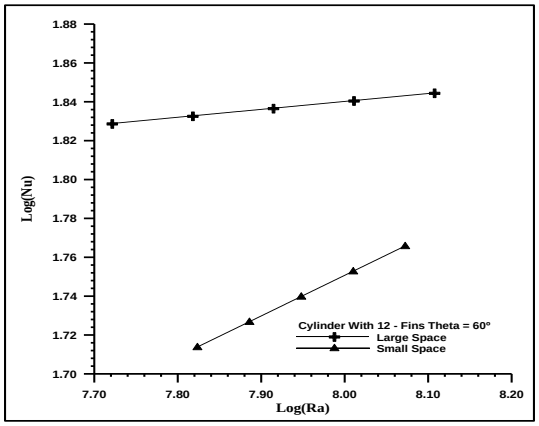


شكل(6) تأثير زاوية الميل على كمية الحرارة المنتقلة من اسطوانة ذات (8) زعنفة

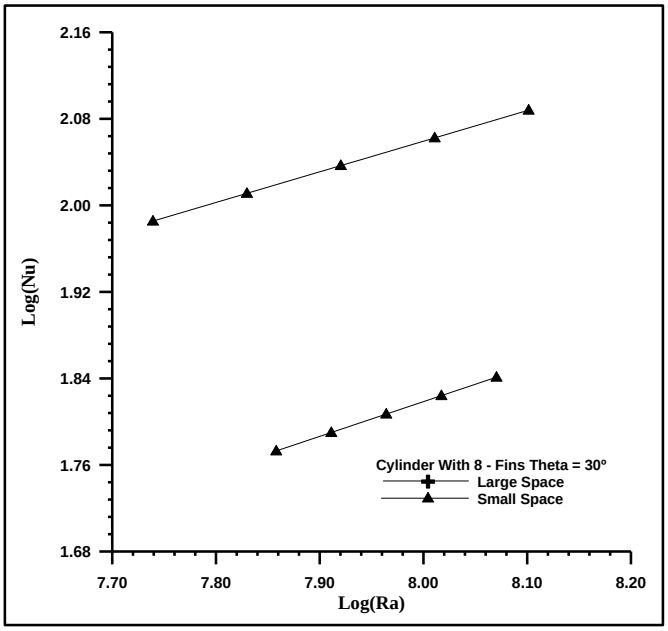


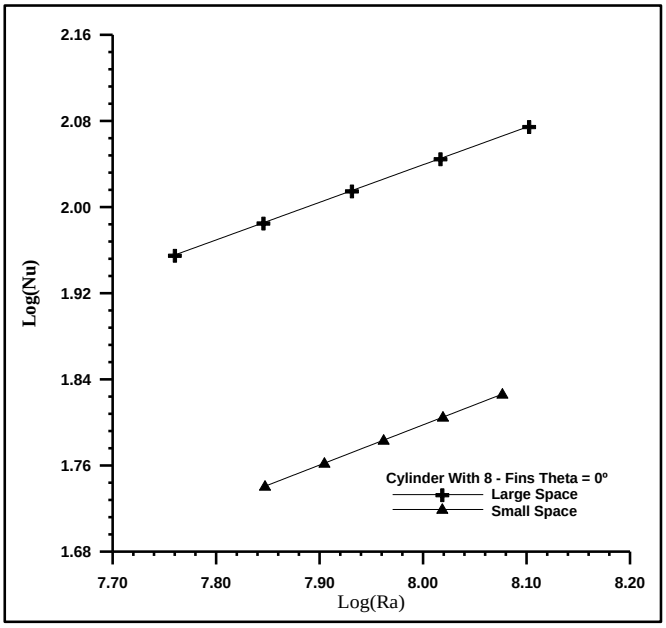


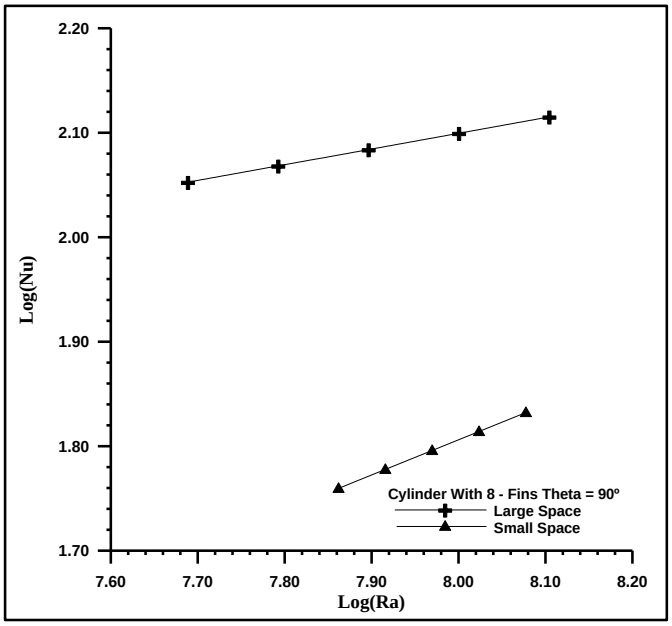


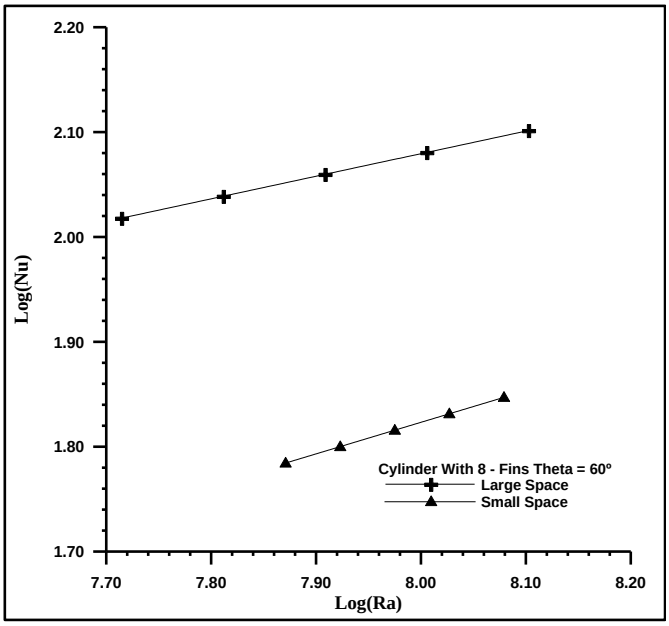


شكل(7) مقارنة بين كمية الحرارة المنتقلة من اسطوانة ذات (12) زعنفة طولية مثلثة المقطع لمختلف زوايا الميل في حيز كبير واخر صغير









شكل(8) مقارنة بين كمية الحرارة المنتقلة من اسطوانة ذات (8) زعنفة طولية مثلثة المقطع لمختلف زوايا الميل في حيز كبير و آخر صغير