تحسين انتقال الحرارة من اسطوانة داخل مجرى باستخدام موجهات الهواء [+]

IMPROVEMENT OF FREE CONVECTION HEAT TRANSFER FROM CYLINDERS INSIDE DUCT USING AIR WINGLET

كريم داخل جاسم العادلي [*]

المستخلص:

دراسة علمية اجريت لتحسين انتقال الحرارة بالحمل الحر من اسطوانة افقية موضوعه داخل مجـرى معزول حراريا بوجود موجهات التيار الصاعد لغرض تركيز جريانه على الاسطوانه بهدف تحسين عمليـة انتقال الحرارة.

وقد تم وضع موجهات الهواء امام الاسطوانه ودراسة افضل بعد عن مركز الاسطوانه وافضل زاوية. حيث تغيرت النسبة (y/d= (3,2.5,2,1,5,1,0.5 وتغيرت الزاويـة لكـل نـسبة مـن (y/d) خمـس مـرات (θ=15,30,45,60,75)

وقد بينت النتائج ان افضل نسبة (yld=1.5) وان افضل زاوية (θ=45) لعملية انتقال الحرارة. واستنتج ان افضل موضع هو اسفل المجرى لعملية انتقال الحرارة.

Abstract:

It is a practical study that is experimental on horizontal cylinder which is put without a stream and in front of it; two plates are placed as directors for the trend of rising air according to the difference of intensity.

As it is steady by the results, the existence of these plates makes the process of heat transition is increased more according to the orientation of air towards the sylinder and this is related to the increase in the heat exchange between the air and the cylinder that is heated by fixed heat inundation of a result to the control on the growth of the contiguous layer that is regarded as negative factor in the process of heat transition. And it has been reached that, approximately the best angle for the directors of air trend is (θ=45) and the best position is (y/d=1.5).

الرموز المستخدمة:

[+] تاريخ استلام البحث : ٢٠٠٥/٣/٩، تاريخ قبول النشر : ٢٠٠٦/٥/٢٤

[*] مدرس / المعهد التقني – الديوانية

الرمز	تعريفه	الوحدات	الرمز	تعريفه	الواحدات
cp	الحرارة النوعيه	KJ/kg.k	θ	زاوية ميل الصفيحة	degree
h	معدل انتقال الحرارة بالحمل الحر	$W/m^2.k$	b	عرض الصفيحة	m
I	التيار الكهربائي	A	β	معامل التمدد الحراري	1/k
V	الجهد الكهربائي	V	Tw	درجة حرارة الجدار والصفائح	k
d	قطر الاسطوانة	m	To	درجة حرارة المحيط	k
Y	البعد من موضع اتصال الصحيفه بالمجرى الى مركز الاسطوانه	m	ϑ	اللزوجية الكينماتيكية	m^2/s
Ts	درجه حرارة سطح الاسطوانه	k	Ra	رقم رايلي	
Nu	رقم ناسلت		k	الموصلية الحرارية	W/m.k
			μ	اللزوجة الديناميكية	$N.s/m^2$
			H	ارتفاع جدار المجرى	m

المقدمة:

اجريت دراسة علمية لتحسين انتقال الحرارة من الاسطوانة الافقية بالحمل الحر موضوعة داخل مجرى هوائي بوجود موجهات الهواء ومقارنة النتائج مع الحالة بدون وجود موجهات الهواء

وقد تم دراسة تاثير البعد y وهو البعد من موضع اتصال موجهات الهواء بالمجرى مع مركز قطر الاسطوانة والذي كان (y=0.5d,1d,1.5d,2d,2,5d,3d) هناك العديد من الدراسات التي اجريت على عملية تحسين انتقال الحرارة من الاسطوانة بالحمل الحر فقد قام [1] بايجاد معادلة عامة لعدد نسلت لمدى واسع من عدد برنتدنل وقد توصل الى المعادلة التالية

$$Nu = \frac{0.579\,Ra^{0.25}}{\left[1+\left[\frac{0.442^{\frac{9}{16}}}{pr}\right]\right]^{\frac{4}{9}}} \qquad (١)$$

حيث ان هذه المعادلة تعطي الحل الامثل للاسطوانة الافقية لكل اعداد برانتدنل بقسض حراري ثابت. كما قام [2] بدراسة زاوية ميل الاسطوانة المفردة على انتقال الحرارة وقد استنتجا معادلتين الاولى الخاصة بانتقال الحرارة الموضعي وهي

$$Nu_x = 0.545 - 0.387(\sin\theta)^{1.462} * Ra^{0.25\frac{(\sin\theta)^{1.75}}{12}} \qquad (٢)$$

والثانية خاصة بمعدل انتقال الحرارة من الاسطوانة لكل زاوية

$$Nu_L = 0.6 - 0.488(\sin\theta)^{1.03} * Ra^{0.25\frac{(\sin\theta)^{1.75}}{12}} \qquad (٣)$$

حيث اتضح من هذه الدراسة ان انتقال الحرارة يزداد بزيادة الزاوية عند العمود وتصل الى اقصى قيمة لها عند الوضع الافقي. وكما قام [3] . بدراسة انتقال الحرارة من اسطوانة قصيرة افقية ثبتت بصحيفه عمودية

ودرسنا من خلالها تاثير الصفيحة على انتقال الحرارة وقد وجد ان عدد ناسلت يكون اقل ب(20%) من الاسطوانة الحرة القصيرة واقل ب(10%) من الاسطوانة الحرة الطويلة.

كما اجرى [4] دراسة علمية لانتقال الحرارة من اسطوانة افقية موضوعة بين جدارين معزولين حراريا درسوا من خلالها تاثير عدد رايلي على عدد ناسلت كما درسوا تاثير المسافة بين الجدران على انتقال الحرارة حيث تم استنتاج العلاقه العملية التالية:

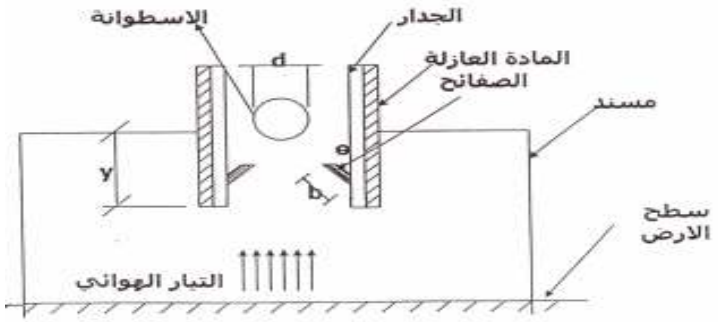
$$Nu = \left[0.481 + 0.172 e^{\left(-0.258 \frac{e}{d} \right)} \right] Ra^{0.25} \qquad (٤)$$

كما قام [5] بتطوير علاقة واحدة لحساب انتقال الحرارة للاسطوانة المفردة لمدى واسع من عدد رايلي برنتدنل عدا بعض الحالات التي حددت من قبلها.

كما اجرى [6] دراسة علمية لايجاد معامل انتقال الحرارة او لايجاد Nu على انبوب مزعنف وضع بين جدارين معزولين حراريا ودرس ثلاث مواضع للانبوب الاول اسفل المجرى والثاني وسط المجرى والثالث اعلى المجرى واستنتج ان افضل موضع هو اسفل المجرى لعملية انتقال الحرارة

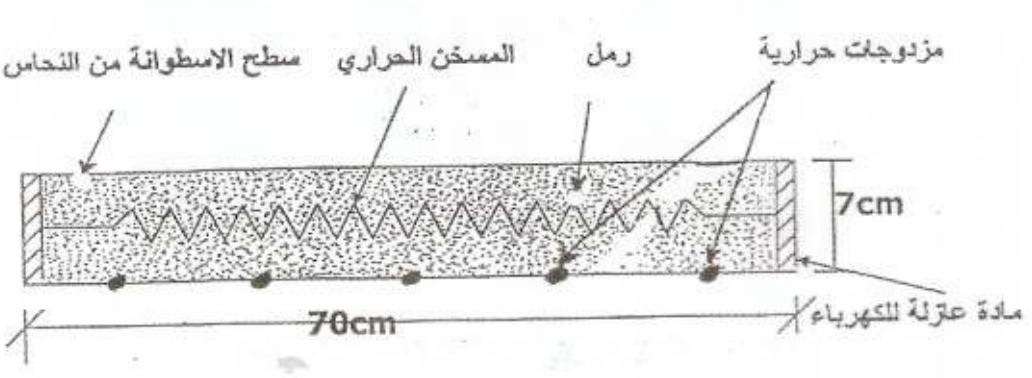
<u>الجهاز المستخدم:</u>

يتكون الجهاز الموضح بالشكل (1) كذلك من اسطوانة بقطر (d=7cm) وطول (I=70 cm) وضع في المجرى صفيحتين (صفيحة على كل جدار) بحيث هنالك امكانية لتغيير موقع الصفيحتين وكذلك زاوية ميل الصفائح عن جدار المجرى وقد تم العمل عن طريق الفيض الحراري الثابت وذلك بتحسين الاسطوانة بواسطة مسخن حراري (heater) موضوع داخل الاسطوانة ومن حوله الرمل الناعم لتجنب التماس مع جدار الاسطوانة وتم تغير الفيض الحراري والذي يمثل مقدار القدرة الكهربائية عن طريق مولد تيار كهربائي متغير (variac) كذلك تم قياس درجات الحرارة لكل من الاسطوانة وسطح الجدار الداخلي والفائح عن طريق مقياس لدرجة الحرارة الالكتروني بواسطة مزدوجات حرارية لسطح الجدار الداخلي ومزدوجين للصفيحة وخمس مزدوجات للاسطوانة لغرض حساب الخواص الحرارية عن طريق معدل درجة الحرارة.

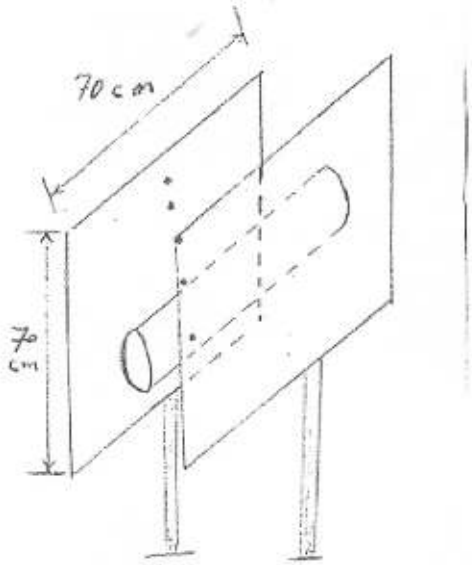


شكل (١)

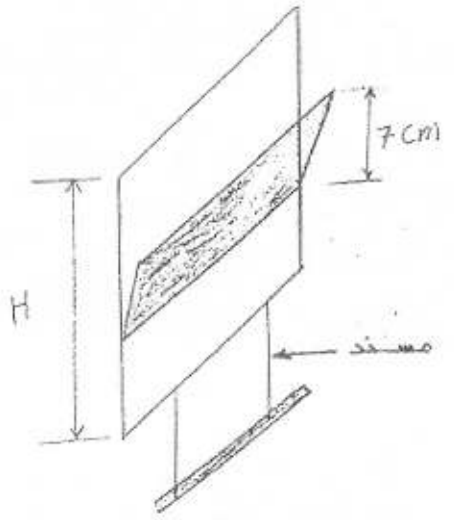
ان تفصيل الجهاز المستخدم موضح بالشكل (2)



شكل (2-A): يمثل الاسطوانة وبداخلها المسخن الحراري



شكل (2-C) : يمثل وضع الاسطوانة بين الجدران



شكل (2-B): يمثل وضع موجهات الهواء

شكل(2): تفاصيل الجهاز المستخدم

<u>الحسابات والنتائج:</u>

لقد تم حساب كمية الحرارة المتاحة لكل صفيحة حسب المعادلة التالية:

$$Q = v * I \cos\theta$$

ولما كان الجهد الكهربائي عن طريق التيار الكهربائي المتناوب فان معامل التصحيح pure resistance $(\cos\theta=1)$

$$Q = v * I \text{.....(5)}$$

كذلك تم حساب معامل انتقال الحرارة من معادلة نيوتن للتبريد

$$h = \frac{Q}{A*(Tw-To)} \text{.....(6)}$$

اما رقم ناسلت والذي اعتمد على قطر الاسطوانة فقد تم حسابه من المعادلة التالية

$$Nu = \frac{h*d}{k} \text{.....(7)}$$

كذلك تم حساب رقم رايلي من المعادلة التالية

$$Ra = \frac{[g\beta(Tw-To)d^3\vartheta^2}{\frac{(cp\mu)}{k}} \text{.....(8)}$$

علما ان خواص الفيزياوية للهواء تم حسابها عند معدل درجات الحرارة للسطح والمحيط

$$Tf = \frac{Tw+To}{2} \text{.....(9)}$$

وان معامل التمدد الحراري

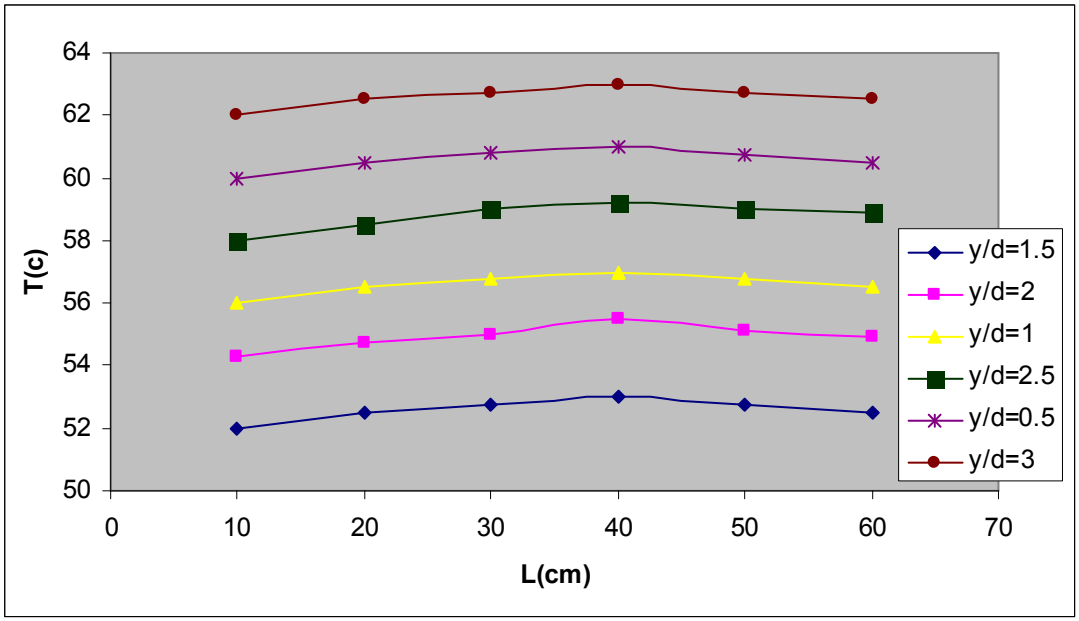
$$\beta = 1/Tf$$

وقد تم اخذ القراءات بعد الوصول الى حالة الاستقرار الحراري والتي كانت لمدة ساعتين تقريبا

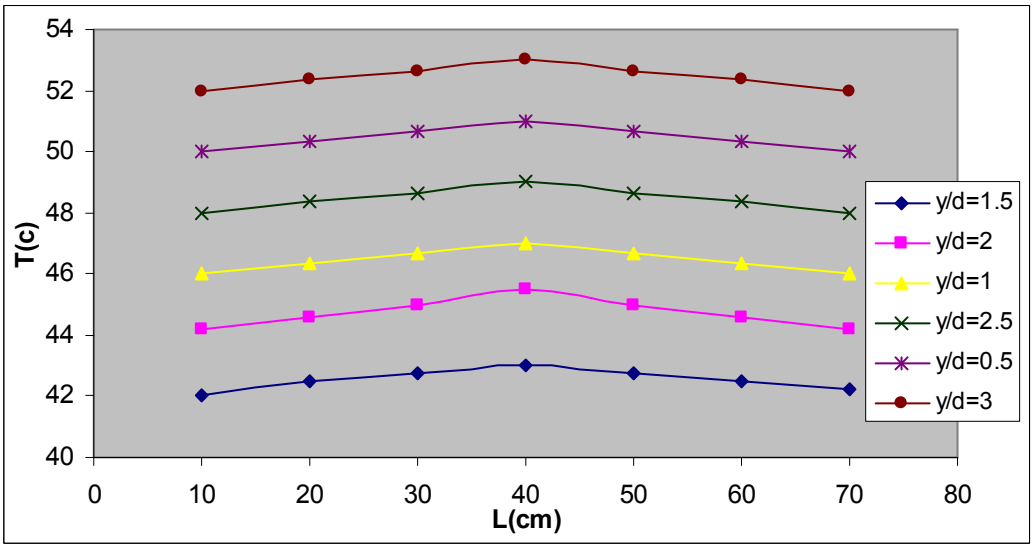
<u>النتائج والمناقشة:</u>

اولا- توزيع درجات الحرارة:-

يوضح الشكلان (٣) (٤) توزيع درجات الحرارة على طول الاسطوانة لكل رقم (y/d) (θ=45) حيث يتضح ان درجات الحرارة ترتفع كلما اتجهنا الى منتصف الاسطوانة وهذا طبيعي وذلك لان اطراف الاسطوانة تكون محاطة بالمائع البارد الذي يسخن فكلما تقدمنا باتجاه النقاط الوسطية كذلك يوضح ان اقل درجات حرارة تم قياسها عند (yld=1.5) وهذا يعني ان لهذا البعد تاثير كبير على عملية انتقال الحرارة. أي ان التيار الهوائي سوف يوجه بصورة صحيحة على الاسطوانة.

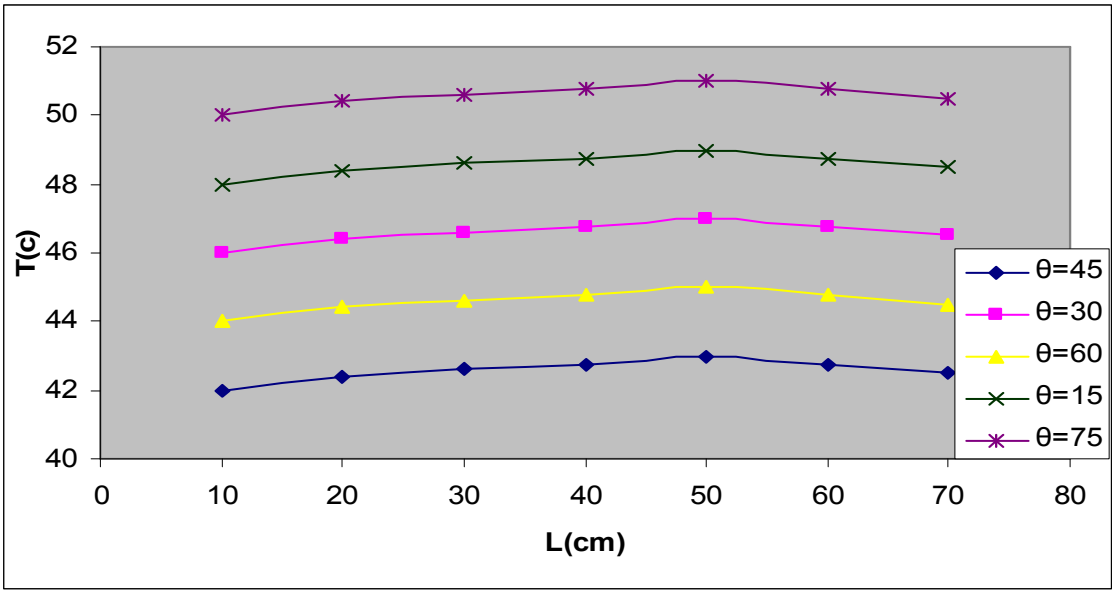


شكل (٣): توزيع درجات الحرارة على طول الاسطوانه عند كل قيم (y/d) عند الزاوية ٣٠ , V=45 volt



شكل(٤): توزيع درجات الحرارة على طول الاسطوانة عند الزاوية , V=45 volt لكل قيمy/d

اما الشكل(5) والذي يمثل توزيع درجات الحرارة على طول الاسطوانة عند (y/d=2) لكل الزوايا حيث كذلك يتضح ان اعلى درجات حرارة تكون في الوسط كما تم شرحه وان اقل توزيع درجات الحرارة كان عند الزاوية (θ=45) أي انها تمثل افضل زاوية توجيه علما ان افضل زاوية تختلف باختلاف البعد (y/d) إلا ان هذا الاختلاف قليل يدور حول الزاوية (θ=45)

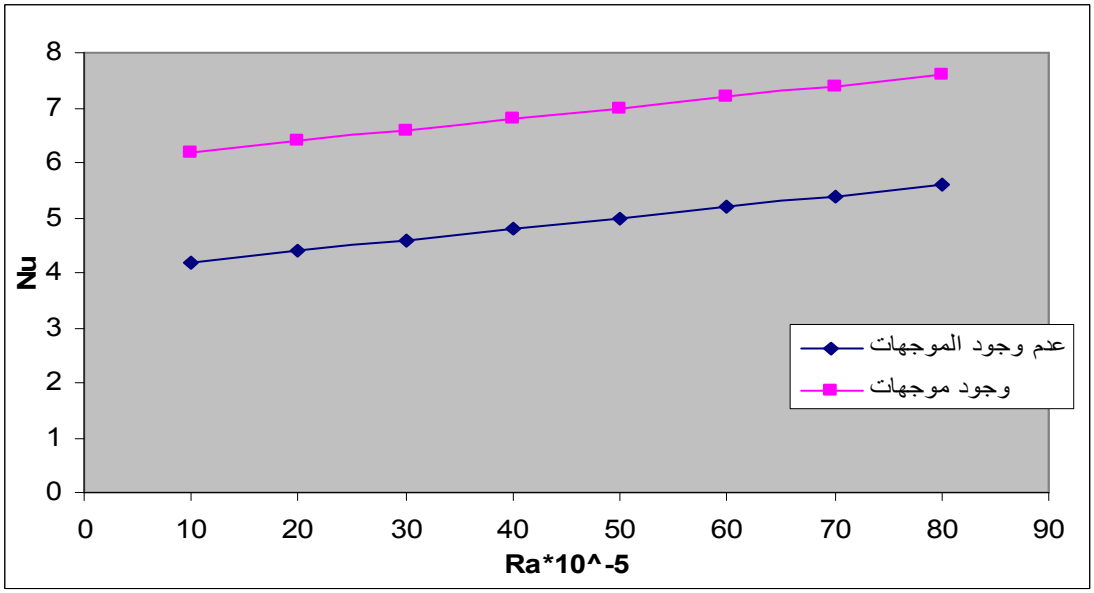


شكل (٥): توزيع درجات الحرارة على طول الاسطوانة عند (y/d=2 و V=45 volt) لكل قيم الزوايا

ثانيا- العلاقة بين رقم ناسلت ورقم رايلي:-

يمثل الشكل (6) العلاقة بين رقم ناسلت ورقم رايلي للاسطوانة بوجود وعدم وجـــود موجهـــات للتيـــار الهوائي وقد تبين من خلال الشكل.

ان انتقال الحرارة بوجود موجهات هو افضل بكثير من حالة عدم وجود موجهات وذلك لان موجهـــات التيار سوف تركز من التيار الهوائي الصاعد على الاسطوانة حصرا وكذلك يبين الشكل ان رقم ناسلت يرتبط بعلاقة طردية مع عدد رايلي وهذه النتائج مماثلة كما تم التوصل اليه في البحوث السابقه.



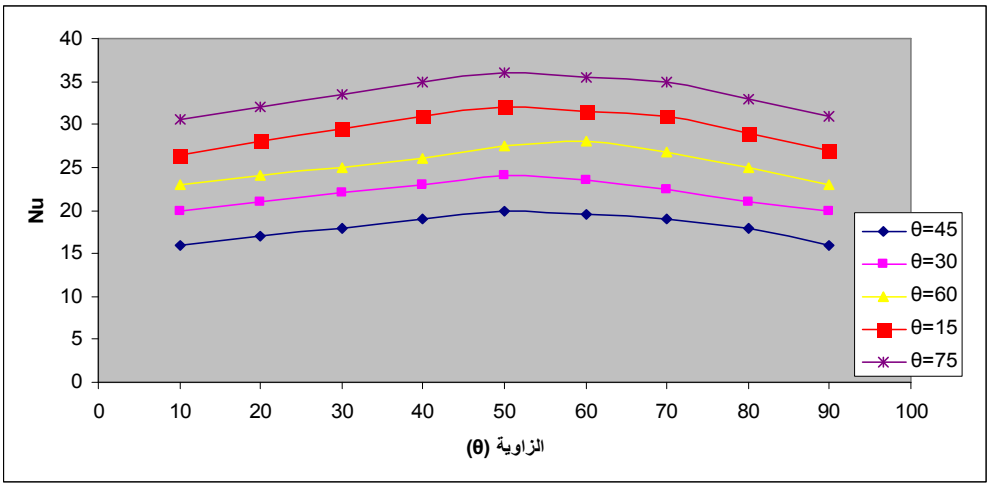
شكل (٦): علاقة ناسلت مع رقم رايلي بعدم وجود الصفائح عند (y/d=2 ، الزاوية=٣٠

ثالثا- تاثير الزاوية (θ) على عدد ناسلت:-

يمثل الشكل (7) تاثير تغير الزاوية (θ) على انتقال الحرارة (mm) لكل (y/d) حيث يتضح من الشكل مايلي:

انتقال الحرارة يزداد قيم (y/d) كلما اقتربنا من الزاوية (θ=45) والذي يمثل افضل ميل لموجهات التيار الهوائي كذلك يوضح الشكل ان افضل بعد (y/d) وهو (1.5) .

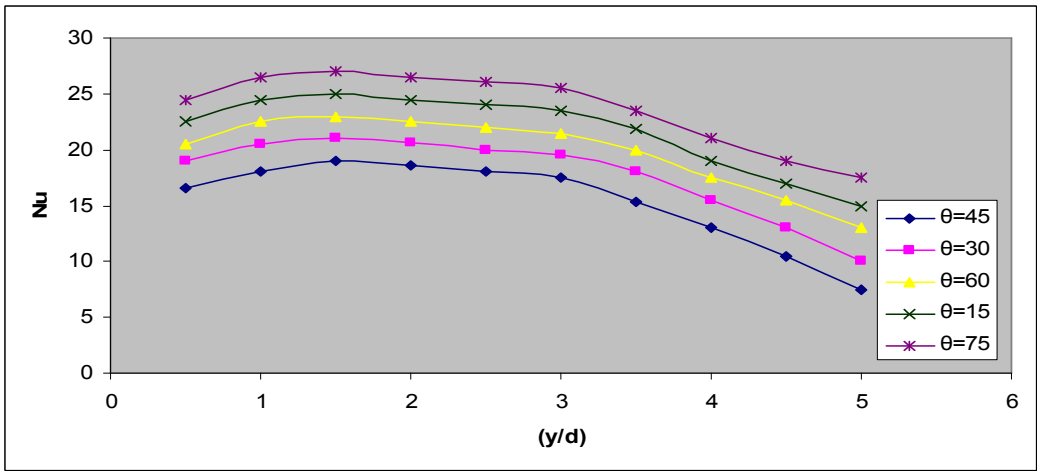
والذي يعني ان التوجيه الهوائي سوف يحيط بكل الاسطوانة لازالة الحرارة منها.



شكل (٧): يمثل العلاقة بين ناسلت وتغير البعد (y/d) لجميع الزوايا

رابعا- العلاقة بين البعد (y/d) ورقم ناسلت:-

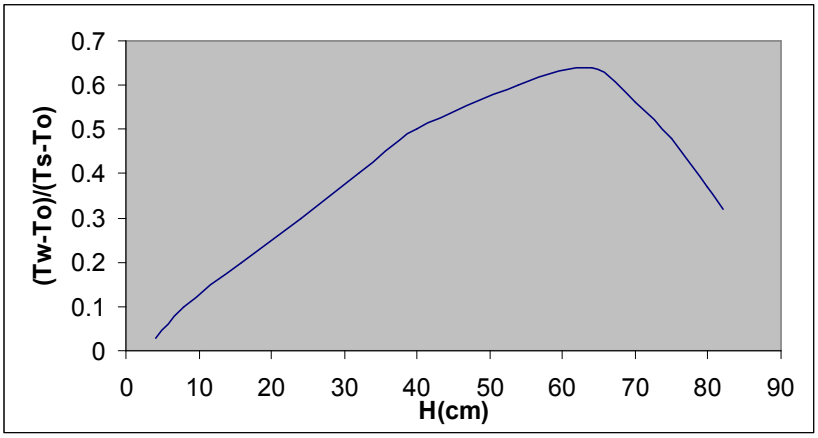
يمثل الشكل (8) العلاقة بين (y/d) وكمية الحرارة المنتقلة المتمثلة برقم ناسلت لكل قيم الزوايا (θ) حيث يتضح ان انتقال الحرارة يزداد كلما اقتربنا من البعد (y/d=1.5) والذي يمثل افضل موقع يوضح فيه موجه التيار الهوائي كذلك يبين الشكل افضل زاوية لموجهات التيار لزيادة عملية انتقال الحرارة هي (θ=45) وهي الزاوية التي تركز التيار الهوائي على الاسطوانه لكل قيم (y/d) تقريبا



شكل (٨): العلاقة مع تغير الزاوية (θ) لجميع الابعاد

خامسا- توزيع درجات الحرارة لجدار المجرى:-

يوضح الشكل (9) توزيع درجات الحرارة لجدار المجرى حيث يوضح الشكل ان اعلى درجة حرارة لجدار المجرى يكون عند منتصف الجدار وذلك لقربه من الاسطوانة الساخنه والذي تؤثر عليه بشكل مباشر بالاشعاع الحراري كذلك يكون الجزء الاسفب من الاسطوانة يمر به هواء بارد ياتي من الاسفل اما الجزء العلوي من الجدار فيكون معرض الى تيار الهواء المار بالاسطوانة والذي يكون ساخنا.



شكل (٩): تدرج درجات الحرارة تقي جدار المجرى عند (y/d=1.5) والزاوية=٣٠

الاستنتاجات:

دراسة عملية اجريت على اسطوانة افقية موضوعه داخل مجرى وقد وضع امام الاسطوانة صـــفيحتين تمثلان موجهات للتيار الهوائي الصاعد بفعل فرق الكثافة.

وقد بينت النتائج ان وجود هذه الصفائح يجعل من عملية انتقال الحرارة تزداد اكثر بفعل توجيه الهـــواء نحو الاسطوانة لزيادة التبادل الحراري بين الهواء والاسطوانة المسخنه بفيض حراري ثابـــت وذلـــك بفعـــل السيطرة على نمو الطبقه المتاخمة التي تعتبر عامل سلبي في عملية انتقال الحرارة وقد تم التوصل الـــى ان افضل زاوية لموجهات التيار الهوائي كانت (θ=45) تقريبا وان افضل موقع لموجهات التيار هو (y/d=1.5) تقريبا.

المصادر:

1- Stuart W.Chvrhill . "Laminar force convection from horizontal cylinder with a uniform heat flux density *" heat and mass transfer* , Vo1.1,pp. 109-112, 1974.

2- M.AL-Arabi and Y.Salman ."Laminar natural convection heat transfer from inclined cylinder " *lnt.J.heat and mass transfer* ,Vo1.23,pp.45-51,1979.

3- Sparrw and G.M.chryster. "Natural convection heat transfer coefficients from short cylinder attached to avertical plate " *ASME* ,Vo1.103,pp.630-637,1981.

4- F.Karim and others ."Natural convection heat transfer from horizontal cylinder between vertical confining adiabatic walls "*ASME* ,Vo1.108,pp.291-298,1986.

5- W.Chvrichill and H.chu."correlation equation for laminar and turbulent free convection from horizontal cylinder "*lnt.Jheat and mass transfer.*

٦- حسن كريم عبد الله . " تحسين انتقال الحرارة من انبوب مزعنف مثبت بين جدارين معزولين حراريـــا " *مجلة اليرموك جامعة اليرموك* .اربد الاردن المجلد ٧ : ٦٥-٨٠ ، ١٩٩٨ .