تهيئة البرنامج HEATING5 للعمل على حاسبة شخصية واستخدامه لأجراء حسابات حرارية مختلفة

غازي كمال سعيد [1] سعد بدري حسون فريد [2] ستار عبود عباس [3]

[1]، [3] كلية التربية الأساسية، جامعة واسط

[2] قسم هندسة المواد، الجامعة التكنولوجية

الخلاصة

كتب البرنامج HEATING5 للعمل على حاسبة كبيرة (Main Frame) وبالذات للحاسبة (IBM 360) ونظراً لأهمية البرنامج في إجراء حسابات حرارية مختلفة ومنها حسابات تصاميم الأفران. فقد جرت محاولات عديدة ومختلفة لتنصيبه على الحاسبة الشخصية PC (Personal Computer). وتم في هذا البحث أول محاولة ناجحة لتنصيب البرنامج. واستطعنا تشغيل البرنامج لحالات قياسية وأظهرت النتائج تطابق الحسابات.

تم اعتماد البرنامج HEATING5 في إجراء حسابات لثلاث حالات مختلفة، تمثلت الحالة الأولى في حسابات توزيع درجات الحرارة للحالة المعتمدة على الزمن لحالة السطح القائم الذي يتضمن مصدر حراري. أما الحالة الثانية فهي حساب توزيع درجات الحرارة المعتمدة على الزمن لحالة السطح القائم الخالي من المصدر الحراري والذي يكون في تماس مع سطح درجة حرارة $1000\ ^oC$. أما الحالة الحسابية الثالثة فهي عبارة عن اسطوانتين متحدتي المحور تضمنتا مصدرا حراريا ضمن الأسطوانة الداخلية ،وتم حساب توزيع درجات الحرارة في هذه الحالة لقيم مختلفة من طاقات المصدر الحراري وقيم مختلفة من معامل الإشعاع، وتمثل هذه الحالة المحاكاة الرياضية لانتقال الحرارة لأنموذج تصميمي من الأفران الحرارية.

الكلمات المفتاحية: Heat transfer calculation, Furnace design, Insulators calculation

المقدمـــــة

البرنامج العالمي HEATING5 هو نسخة مطورة من البرنامج المسمى (THE HEATING PROGRAM) حيث إن (HEATING) هو مختصر إلى كلمة (Heat Engineering And Transfer In Nine Geometries) وهو برنامج لأجراء الحسابات الحرارية التصميمية للحالة المستقرة (Steady State) وغير المستقرة (Transient) أي الحالات التي تعتمد على الزمن . ويستخدم البرنامج المحاور الكارتيزية (Cartesian Coordinates) أو الأسطوانية (Cylindrical) ببعد واحد أو بعدين أو ثلاثة أبعاد، ويستخدم البرنامج أيضاً المحاور الكروية (Spherical) ببعد واحد فقط. وفي هذا البرنامج يمكن أن تكون قيم معامل التوصيل الحراري (ThermalConductivity coefficient) والكثافة (Density) والحرارة النوعية (Specific Heat) للمواد معتمدة على تغير درجة الحرارة أو ثابته وحسب تصميم المسألة. ويأخذ البرنامج بنظر الاعتبار حالات التغير بالطور (Phase Transition) للمواد وما يتبع ذلك من تغير في قيم معامل التوصيل الحراري والكثافة والحرارة النوعية. كذلك يأخذ البرنامج بنظر الاعتبار تغير درجة الحرارة للحدود (Boundary Temperature) اعتماداً على الزمن، وهنالك نوعان من الشروط الحدودية (Boundary Conditions) أولهما بين سطح واحد (Surface to Boundary) أو سطح الى سطح (Surface to Surface) ويمكن أن تصف هذه الشروط الحدودية ظواهر التدفق الحراري (Heat Flux) والحمل (Convection) والإشعاع (Radiation) (1) وللبرنامج استخدامات واسعة [2-4].

الجانب النظري

تنتقل الحرارة بطرق ثلاث هي التوصيل، والحمل، والأشعاع، وقد عالج هذه الطرق عدد كبير من العلماء والباحثين في مجالات الأنتقال الحراري. وأول من وضع صيغة رياضية متقدمة لمعالجة ظاهرة الأنتقال

الحراري في الأوساط المادية بطريقة التوصيل هو العالم فورير (Joseph Fourier) وقد استمر عمله في نظرية التوصيل الحراري من عام ولغاية عام ،وأعقبه علماء كثيرون حيث تمكنوا من تذليل الكثير من الصعوبات المتعلقة بموضوع الانتقال الحراري بطريقة التوصيل[5].

هنالك الكثير من الحلول والبرامج الحسابية العالمية المتخصصة في موضوع الانتقال الحراري وفي حساب توزيع درجات الحرارة للحالات المستقرة (Steady State) وللحالات المعتمدة على الزمن (Transient) وذلك بحل معادلة التوصيل الحراري عددياً باستخدام طريقة التفريق المحدد (FiniteDifference) أو باستخدام طرق أخرى ولأشكال هندسية مختلفة[7,6]. يعد هذا البرنامج من البرامج التي تمتاز بتسهيلات حسابية كثيرة لمعالجة المشاكل المتعلقة بحساب توزيع الحرارة ببعد واحد أو بعدين أو ثلاثة أبعاد مكانية ولأشكال هندسـية مختلفة كالأسطواني والكروي ومتوازي المستطيلات [1] باستخدام طريقة التفريق المحدد.

يقوم البرنامج HEATING5 أساسا بحل معادلة التوصيل الحراري للتصميم الموضوع والذي يمكن أن يكون تصميماً معقداً أي يحتوي على أكثر من نوع للمواد مع أكثر من شرط حدودي، ومعادلة التوصيل الحراري فهي[8,1]:

$$\rho . C_P \frac{\partial T}{\partial t} = \Delta K . \Delta T + Q \qquad (1)$$

حيث أن: ρ = الكثافة (gm/cm^3) C_p = الحرارة النوعية (cal/gm. ^oC) T = درجة الحرارة كدالة للموقع والزمن (C^0), t = الزمن (sec), K = معامل التوصيل الحراري ($cal/(sec.cm.C^0)$), Q =المعدل الزمني للحرارة المتولدة في وحدة الحجم ($cal/(sec.cm^3)$)

ويمكن تقسيم الشروط الحدودية المرافقة للمعادلة أعلاه بصورة عامة إلى نوعين:

أ- <u>الشرط الحدودي لدركليه:</u> حيث تكون درجة الحرارة معلومة على حدود المجال، اي أن:

$T = T_i$

حيث T_i تمثل درجة حرارة الحدود وهي معلومة

ب- <u>الشرط الحدودي لنيومان:</u> حيث يكون الفيض الحراري q(T) على حدود المجال احد الشروط الحدودية التالية:

أولاً: فيض حراري معلوم (prescribed thermal heat flux)

$q(T) = q_o(T)$

ثانياً: حمل حراري طبيعي (Natural Convection) أو قسري (Forced Convection

$$q(T) = h(T).(T_w - T_f) \qquad (2)$$

حيث تمثل h(T) معامل الانتقال الحراري و T_w درجة حرارة السطح و T_f درجة حرارة المائع المجاور للسطح.

ج- <u>الإشعاع الحراري:</u> لو افترضنا بأن سطح المجال والذي درجة حرارته T وله معامل إشعاع قيمته ε يتبادل وجهاً لوجه مع سطح خارجي درجة حرارته T_r ومعامل إشعاعه الحراري ε_r ، وعليه يمكن حساب الفيض الحراري الصافي من المعادلة التالية:

$$q(T) = \frac{\sigma(T^4 - T_r^4)}{\frac{1}{\varepsilon} + (\frac{1}{\varepsilon_r} - 1)} \qquad (3)$$

حيث يمثل σ ثابت ستيفان- بولتزمان

اختبار البرنامج

يتضمن مصدر البرنامج HEATING5 (مصدر رقم-1) مسألة قياسية أعدها مؤلفو البرنامج لغرض فحص أداء البرنامج وصحة حساباته. ومن مواصفات هذه المسألة إن تشغيلها يدقق جميع أجزاء البرنامج وفي

حالة وجود خلل ما في أحد أجزاء البرنامج فأن ذلك ينعكس بشكل واضح على النتائج، لذلك يعتمدها مستخدمو البرنامج لتدقيق عمله الحسابي.

والمسألة المذكورة هي انتقال الحرارة خلال حيز هوائي بين مادتين هما الحديد والفولاذ غير القابلة للصدأ. يبين الشكل(1) تعريف المسألة في بعدين باستخدام المحاور الكارتيزية x,y حيث أن المناطق 1- 6 تحتوي على المادة رقم-1(الحديد) والمناطق7-9 تحتوي على المادة رقم-2 (الفولاذ)، أما الحيز الهوائي فيتمثل بالمناطق 10-12، كذلك الشكل(1) يبين الشروط الحدودية لهذه المسألة. وتم إدخال نفس المصدر الحراري والشروط الحدودية بالإضافة إلى المواصفات الفيزيائية الممثلة بالجدول رقم-1 (أي جميع معطيات المرجع رقم-1) إلى البرنامج المنصب على الحاسبة الشخصية. والجدول رقم-2 يمثل نتائج البرنامج للتوزيع الحراري لحالة غير مستقره بعد مرور 60 دقيقة وذلك باستخدام نسخة البرنامج المهيأة للحاسبة الشخصية. أما الجدول رقم-3 فيبين النتائج المنشورة ضمن تقرير البرنامج ونلاحظ التقارب الكبير بين النتائج المدرجة في الجدولين- 2 و3 حيث إن الفروقات ضئيلة جداً وهذا متوقع بالنسبة لبرنامج يعتمد أسلوب الحلول العددية، بالإضافة إلى اختلاف المعالج المركزي من الحاسبات الكبيرة إلى الحاسبة الشخصية. وقد بلغ الوقت المستغرق لتنفيذ هذا البرنامج على حاسبة شخصية نوع Pentium- 4 زمناً مقداره 4 ثواني وهو أقل بكثير من الوقت المستغرق على الحاسبة الكبيرة نوع IBM 360 ومقداره 61 ثانية. وقد استخدمت الوحدات البريطانية في هذه المسألة لكي تقارن نتائج البرنامجHEATING5 في المرجع رقم-1 مع نتائج نفس البرنامج المنصب على الحاسبة الشخصية.

حسابات لمسائل قياسية

(أ) الحالة الحسابية الأولى

تم أختيار نموذج بشكل صفيحة تتولد فيها الحرارة لأجل حساب توزيع درجات الحرارة بأتجاه الأحداثي السيني بأستخدام البرنامجHEATING5 ومقارنة النتائج مع الحل التحليلي والذي يمثل الحل الحقيقي بأستخدام العلاقة التالية[9]:

$$T(x,t) = T_s + \frac{QS^2}{2K}\left(1 - \left(\frac{x}{S}\right)^2\right) \frac{2QS^2}{K} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(\beta_n S)^3}\, e^{(-\alpha\beta_n^2 t)} . \cos(\beta_n\, x) \qquad (4)$$

حيث أن: $\alpha = \frac{K}{\rho C_p}$ $\quad and \quad$ $\beta_n = \frac{(2n+1)\pi}{2S}$

T(x,t): درجة الحرارة كدالة للموقع (x) والزمن (t) ، Ts: درجة حرارة السطح، s: نصف سمك الصفيحة، Q: كمية الحرارة المتولدة في وحدة الحجم ، K: قابلية التوصيل الحراري، ρ:الكثافة، Cp: الحرارة النوعية.

ومعطيات الحالة تم ادخالها الى البرنامج ومعادلة الحل التحليلي هي الآتي:

Q=24.72 cal/sec.cm3 , s=3cm , Ts=315 oC , K=0.082 cal/sec.cm. oC , Ti=315 oC , ρ=31.78 gm/cm3 , Cp=0.04 cal/gm. oC , Δt=10 sec

حيث Ti تمثل درجة الحرارة الأبتدائية و Δt تمثل الفترة الزمنية لأجراء الحسابات. والنتائج التي تم الحصول عليها من البرنامج والمعادلة ممثلة بالجدول رقم-4.

(ب) الحالة الحسابية الثانية:

تم إجراء حساب درجات الحرارة في صفيحة لاتحتوي على مصدر حراري ، لكنها في تماس مع سطح درجة حرارته 1000 oC باستخدام البرنامج HEATING5 .والحالة الحسابية هي غير مستقرة أي معتمدة على الزمن .والمدخلات التي تم إدخالها إلى البرنامج والتي تمثل هذا النموذج هي كالآتي:

Q=0.0 cal/sec.cm3 , s=10cm , Ts=1000 oC , K=0.09795 cal/sec.cm. oC , Ti=20 oC ,
ρ=8 gm/cm3 , Cp=0.12038 cal/gm. oC , Δt=60 sec

والنتائج الحسابية مبينة بالجدول رقم-5 ، وتم مقارنتها مع نتائج المرجع رقم-9 فتطابقت النتائج تطابقا تاما.

(ج) الحالة الحسابية الثالثة:

تم اعتماد مسألة لتمثيل انتقال الحرارة بالإشعاع للحالة المستقرة (غير المعتمدة على الزمن)، وهذه المسألة عبارة عن اسطوانتين متحدتي المركز ،الأسطوانة الداخلية صلدة وتمثل المصدر الحراري ،أما الخارجية مجوفة ويفصل بين جداريها فراغ كما مبين بالشكل(1). اعتمدت قيم مختلفة لكثافة القدرة (Q: power density) للأسطوانة الداخلية ،وتم تثبيت درجة حرارة المحيط عند الصفر المئوي . كذلك اعتمدت مقادير مختلفة لمعامل الإشعاع، والمعطيات الداخلة للبرنامج هي كما يلي:

Q: كمية الحرارة المتولدة (10.67-43.6 cal/sec.cm3)

r1: نصف قطر الأسطوانة الداخلية (30.48cm)

r2: نصف قطر الأسطوانة الخارجية المجوفة الداخلي (60.96cm)

r3 : نصف قطر الأسطوانة الخارجية المجوفة الخارجي (91.44cm)

ε: معامل الإشعاع الحراري (0.5-1)

Ts: درجة حرارة المحيط أو السطح (0 oC)

K: معامل التوصيل الحراري للأسطوانتين (892.8 cal/sec.cm. oC)

والنتائج التي تم الحصول عليها ممثلة بالجدول رقم-6.

المناقشـــة

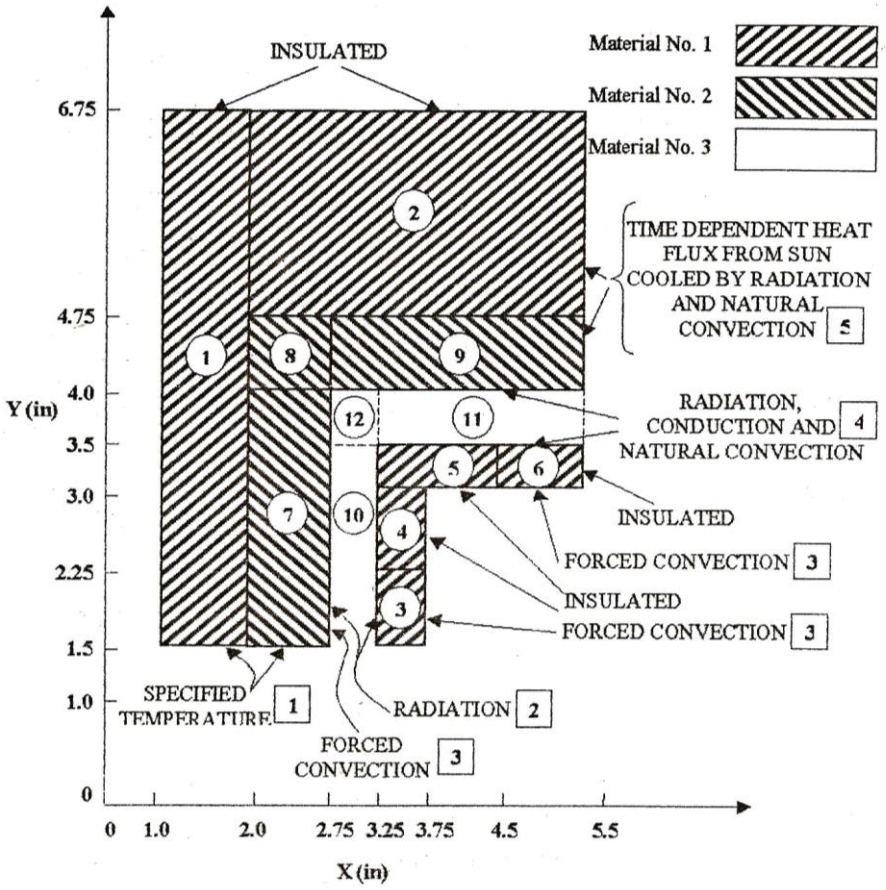
من خلال النتائج الحسابية المبينة في الجدولين (3,2) ونتائج الجدولين (5,4) يتبين دقة عمل البرنامج HEATING5 حيث نتائج الحل التحليلي تمثل الحل الحقيقي للحالة الحسابية الأولى والثانية.

تمثل حسابات الحالة الأولى لمسألة افتراضية لشكل السطح القائم لأجل حساب توزيع درجات الحرارة المعتمدة على الزمن والموقع. ويمكن اعتبارها تمثيل رياضي لمقطع من فرن تتولد فيه الحرارة ،والسطح الخارجي درجة حرارته ثابتة (315 oC). وهذا النموذج يمثل حالة التشغيل لمقطع الفرن مع مرور الزمن لأجل الوصول إلى درجة حرارة معينة. والحالة الثانية هي حساب توزيع درجات الحرارة المعتمدة على الزمن في شكل صفائحي لايحتوي مصدر حراري ولكنه في تماس مع سطح آخر درجة حرارته 1000 oC، ويبين كيفية انتقال الحرارة بالتوصيل على امتداد الصفيحة بمرور الزمن. وهي حالة مهمة لأنها تمثل جزء أو مقطع من غلاف فرن درجة حرارته المماسة للسطح الداخلي للفرن عند 1000oC (أو أي درجة حرارية أخرى)، والمطلوب هو حساب توزيع درجات الحرارة في غلاف أو عازل الفرن.

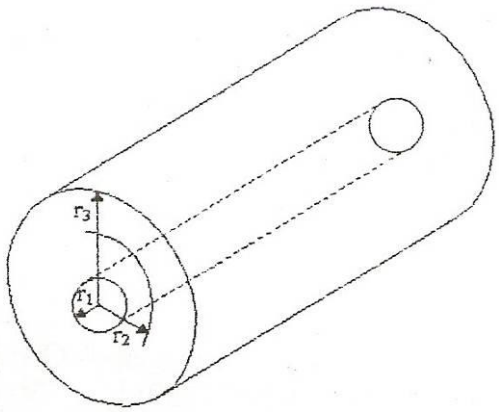
أما الحالة الثالثة فهي دراسة لانتقال الحرارة بالإشعاع من الأسطوانة الداخلية التي تمثل المصدر الحراري الى الأسطوانة الخارجية عبر الفراغ بين الأسطوانتين. وهذه المسألة هي تمثيل لحالة فرن أنبوبي مصدره الحراري في مركزه.

ان الدراسة الحالية هي مدخل ضروري لاعتماد البرنامج في إجراء حسابات عديدة ومختلفة تخدم في تصميم الأفران أو إعادة بنائها. إذ تعتبر الحسابات الحرارية مهمة جداً في تحديد نوعية وسمك عوازل الأفران بغية تحديد درجة حرارة الأفران ونوعية الأسلاك المولدة للحرارة وغيرها من الحالات التصميمية.

اظهرت المعالجات الرياضية والبرمجية لتهيئة البرنامج (-5- Hiting)في نسخته المحدثة التي اعدت في هذه الدراسة تطابقا تاما مع تلك النتائج في النسخة الاصلية المعدة من قبل للعمل على الحاسبة الكبيرة (MainComputer) بما يمكن الباحث من استخدامه لمعالجة حسابات الانتقال الحراري بموثوقية عالية.



الشكل(1): رسم تخطيطي للمسألة القياسية والمنشورة في المصدر رقم (1) لفحص حسابات البرنامج HEATING5.
تبين الأرقام المحاطة بدائرة رقم الحيز المعرف في مدخلات البرنامج، أما الأرقام المحاطة بمربع فتمثل رقم الشرط الحدودي المعرف.



الشكل(2): اسطوانتين متحدتين المحور وتمثل الأسطوانة الداخلية المصدر الحراري

الجدول (1): مدخلات المسألة القياسية للبرنامج HEATING5 والتي تمثل المواصفات الفيزيائية للمواد والتي تتطلبها الحسابات الحرارية.

Material → Property ↓	Iron Material No.1	Stainless Steel Material No.2	Air Material No.3
Thermal Conductivity Btu/(min.in.°F)	0.0296 at 0 °F 0.0264 at 752 °F 0.0222 at 832 °F	0.013 at 0 °F 0.015 at 752 °F 0.025 at 1832 °F	1.82×10^{-5} at 0 °F 3.41×10^{-5} at 500 °F 4.68×10^{-5} at 1000 °F 5.75×10^{-5} at 1500 °F
Density Ib/in	0.2801	0.2824	5.00×10^{-5} at 0 °F 2.39×10^{-5} at 500 °F 1.57×10^{-5} at 1000 °F 5.75×10^{-5} at 500 °F
Specific Heat Btu/(Ib.°F)	0.116	0.110	0.250

الجدول (2): نتائج التوزيع الحراري لدرجات الحرارة بوحدات (°F) بعد مرور 60 دقيقه للمسألة القياسية باستخدام نسخة البرنامج HEATING5 المهيأة للحاسبة الشخصية.

Transient Temperature Distribution After 45 Time Steps, Time= 6.000D+01									
Distance		1.00	1.50	2.00	2.75	3.25	3.75	4.50	5.50
1	1.50	600.00	600.00	600.00	600.00	216.24	208.05	0.00	0.00
2	2.25	661.23	655.03	634.45	536.71	228.47	223.46	0.00	0.00
3	3.00	727.60	719.68	693.96	576.87	254.57	254.37	246.40	232.32
4	3.50	779.28	772.73	751.47	652.69	266.81	264.87	257.97	245.48
5	4.00	834.16	830.70	820.97	798.75	870.21	895.44	903.34	882.51
6	4.75	910.90	910.99	912.89	919.40	934.59	944.05	945.09	923.55
7	5.25	949.37	949.81	951.54	956.97	963.54	967.65	965.29	934.77
8	5.75	976.82	977.23	978.55	982.08	984.76	985.61	980.51	958.12
9	6.25	993.21	993.54	994.50	996.70	997.57	996.71	989.93	966.75
10	6.75	998.66	998.95	999.78	1001.52	1001.85	1000.45	993.11	969.64

الجدول(3): نتائج التوزيع الحراري لدرجات الحرارة بوحدات (°F) بعد مرور 60 دقيقه للمسألة القياسية باستخدام نسخة البرنامج HEATING5 المهيأة للحاسبة الكبيرة حسب المصدر رقم-1

Transient Temperature Distribution After 45 Time Steps, Time= 6.000D+01									
Distance		1.00	1.50	2.00	2.75	3.25	3.75	4.50	5.50
1	1.50	600.00	600.00	600.00	600.00	219.73	211.49	0.00	0.00
2	2.25	661.76	655.57	635.00	537.37	232.07	227.04	0.00	0.00
3	3.00	727.64	720.73	695.05	578.15	250.37	258.17	250.10	235.97
4	3.50	780.61	774.08	752.88	654.38	270.66	268.72	261.79	250.22
5	4.00	835.74	832.30	822.64	800.73	872.28	897.56	905.50	884.70
6	4.75	912.75	912.85	914.80	921.42	936.69	946.00	947.29	905.77
7	5.25	951.34	951.80	953.56	959.07	965.69	969.85	967.52	946.02
8	5.75	978.88	979.31	980.65	984.23	986.96	987.84	982.77	960.39
9	6.25	995.33	995.67	996.65	998.89	999.80	998.96	992.21	969.04
10	6.75	1000.79	1000.10	1001.94	1003.72	1004.09	1000.71	995.40	971.93

الجدول(4): نتائج البرنامجHEATING5 والحل التحليلي لحالة صفيحه تتولد فيها حرارة مع الزمن.
حيث العلامة(*) تمثل نتائج البرنامج HEATING5 والعلامة (#) تمثل نتائج الحل التحليلي

Time (sec)	Temperature (^{o}C)			
	X=0	X=1 cm	X=2 cm	X=3 cm
0	315 315	315 315	315 315	315 * 315 #
10	509 509	504 504	471 473	315 315
20	690 692	670 671	576 578	315 315
30	849 852	809 811	659 660	315 315
40	984 987	927 929	727 729	315 315
50	1099 1102	1026 1028	785 786	315 315
60	1195 1198	1109 1112	833 834	315 315

الجدول(5): نتائج البرنامج HEATING5 والحل التحليلي لحالة السطح القائم المعتمدة على الزمن والتي لاتتضمن مصدر حراري.
حيث العلامة (*) تمثل نتائج البرنامج HEATING5 والعلامة (#) تمثل نتائج الحل التحليلي

Time (sec)	Temperature (^{o}C)			
	X=0	X=3.5 cm	X=7 cm	X=10 cm
0	20	20	20	1000 *
	20	20	20	1000 #
60	20	20	509	1000
	20	20	510	1000
120	20	264	510	1000
	20	265	510	1000
180	264	265	632	1000
	265	265	632	1000
240	265	448	632.5	1000
	265	448	632.5	1000
300	448	448	724	1000
	448	448	724	1000

الجدول(6): نتائج البرنامج HEATING5 للحالة المستقرة للأسطوانتين متحدتي المركز

Distance (cm)	Temperature (^{o}C)			
	ε_1=0.5, ε_2=0.5 Q= 10.67 (cal/sec.cm^3)	ε_1=0.5,ε_2=0.5 Q=34.70 (cal/sec.cm^3)	ε_1=0.8, ε_2=0.6 Q=43.60 (cal/sec.cm^3)	ε_1=0.8,ε_2=0.8 Q=43.60 (cal/sec.cm^3)
0.0	776.4	1940	2372	2399
15.24	701.4	1696.9	2066.7	2059
30.48	476.4	965.7	1147.9	1131
60.96	242.4	787.8	989.9	992
76.20	109.0	354.5	445.4	446

91.44	0.0	0.0	0.0	0.0

المصادر

[1] W.D. Turner , D.C. Elrod and I.I. Simac-Tov (1977).,ORNL,CSD TM-15,"HEATING5 AN IBM 360HEAT PROGRAM" :(1-115).

[2] D.W. Yarbrough, D.L. McElroy and R.S. Graves (1990)., The American Society for Testing and Materials , Digital Library / STP / STP1030-EB / STP23327S "Modeling of Thermal Resistance Test Configurations That Use Thin Heaters"

[3] M. Ross, D. Errandonea and R. Boehler (2007)., Phys. Rev. B76, 184118, "Melting of transition metals at high pressure and the influence of liquid frustration: The early metals Ta and Mo": (6pages).

[4] B. Eppinger, T. Cron, G. Fieg, G. Merkel, S. Schmidt-Stiefel, W. Tromm T. Wenz, J. Grune and G. Stern (2004)., Vorhabensnr. 01 322103 Eppinger, B., "Kapool experiments on melt-through of a metal plate by an overlying melt pool"

[5] H.S.Carslaw and J.C. Jaeger (1959)., Conduction of heat in solid ., Oxford University press.

[6] G.A. Baker and T.A. Oliphant (1958)., LA-2232 "An implicit numerical method for solving the two-dimensional heat equation"

[7] I.S. Sokolnikoff and R.M. Redhefer (1966).,"Mathematics of physics and modern engineering", McGraw-Hill, p698.

[8] M.M. El-Wakil (1971).,"Nuclear heat transport", International text company.

[9] D.R. Croft and D.G. Lilley (1977).,"Heat transfer calculations using finite difference equations", Applied Sciencs Publishers Ltd.

Abstract

Heating 5 is program code written on main-frame computer, namely(IBM-360). Science the program proves its significance in Varity of thermal calculation, such as furnace designs, numerous efforts were finished for installing it in personal computers. This study is the first successful attempt of instillation is accomplished; the program is executed for standard problems and the results shows identical with the original.

Heating 5 has ben used to calculate three cases of thermal calculations; the first is time dependent distribution of temperature for vertical plate (slab) including heat source.While, the second case is the same of the first but without the heating source and attached to vertical surface at 1000^{o}C. In addition, the third case was a coaxial cylinders and the heat source was located inside of the inner cylinder,moreover,the calculation were carried out for different of heat source energies and different emissivity factors finally, the simulation of heat transfer for prototype furnace was carried out.