



## الحسابات النظرية للتوزيع الحراري للمواد ذات المقاطع العرضية المتناظرة

سلام داود محمد

جامعة الأنبار/ كلية العلوم

### الخلاصة:

التوزيع والامتصاص الحراري في المواد المختلفة له أهمية كبيرة في المصانع التي يعتمد تشغيلها وديموميتها على انتقال الحرارة كما في المفاعلات النووية ومن هذه المواد هي الوقود والسموم القابلة للاحتراق، أعمدة السيطرة والدروع... الخ. الامتصاص والتوزيع الحراري يحتاجان الى آلية متابعة الانتقالات الحرارية في المقاطع العرضية للأشكال الهندسية المنتظمة كمدخن المصانع ومواد الوقود النووي وفي مواد أعمدة السيطرة. هذه الدراسة تختص بالتغيرات بمعدلات التوزيع الحراري في خلايا تلك المداخل والمبادلات الحرارية وفي قضبان الوقود النووي وأعمدة السيطرة وسمكها والموصلات. حسابات معدل انتقال الحرارة حسب نظريا باستخدام برنامج أعد لهذا الغرض. تقنية المتغيرات الاتجاهية التقريبية ومسائل القيم الحدودية استخدمت هذه الحسابات، أن محاسن هذه الطريقة بالرغم من شكلها الابتدائي فان لها فائدة في الدراسات التصحيحية السريعة للموصلات. النتائج قورنت نسبيا مع نتائج المنحنيات التي تم الحصول عليها من البرنامج ((MUTTR الموجودة في المصدر (1)).

### معلومات البحث:

تاريخ التسليم: ٢٠٠٩/١٢/٠١  
تاريخ القبول: ٢٠٠٩/١٢/٢٤  
تاريخ النشر: ٢٠١٢ / ٠٦ / ١٤

DOI: 10.37652/juaps.2009.15609

### الكلمات المفتاحية:

الحسابات النظرية ،  
التوزيع الحراري ،  
المقاطع العرضية المتناظرة.

### المقدمة:

البرنامج المستخدم يمكن استخدامه لعدة أنواع من الخلايا ذات الجوانب المتناظرة. وعدة حلول تقريبية لمعادلة انتقال الحرارة أجريت سابقا ومنها البرنامج (KER\_4) و درست بعناية لعوامل عامه كما مذكور في المصدر (٣).

### النظرية:-

النظرية تعتمد أساسا على الافتراضات التالية و هي:-

- (١)- حجم شبكة الاسترخاء يجب أن تختار لاعطاء نقطتين بين داخل وخارج السطح.
- (٢)-الحل يحتاج فقط إلى ثمن (٨ / ١) المقطع العرضي الكلي طالما انه متناظر .
- (٣)-الحدود الحرارية معطاة.
- (٤)-معاملات التوصيل الحرارية لمكونات الخلية معلومة.
- (٥)-مجموعة المعاملات الآتية تكتب و تعد بمصفوفة:  
 $Y=AX \dots (4)$
- (٦)-درجة الحرارة (T) التي تحقق معادلات لابلاس تكون بالشكل

التالي:-

$$\nabla^2 T=0 \text{ OR } d^2T/dx^2+d^2T/dY^2=0 \dots \dots \dots (1)$$

حسابات التوزيع الحراري في مفاعلات التوليد السريعة تكون في بعض الأحيان معقدة اكثر من حالات المفاعلات الحرارية. بعض من هذه المسائل تتضمن معالجات في الرياضيات الفيزيائية وخاصة بالمعادلات التفاضلية الجزئية.

إن معادلة الانسياب الحراري درست وتقريبات مضبوطة (٢).

حالة الاستقرار الحراري في مناطق لا تحتوي على مصادر حرارية أيضا كان لها جانب من الدراسة الحالية في تقنيات المفاعلات النووية والفيزيائية.

إن معادلة لابلاس تحقق الحالة الاستقرارية الابتدائية للحرارة قد أخذت لهذه الدراسة ولبعد واحد، لذا سميت بالتوزيع القطري للحرارة تتم وفق الشروط الحدودية لها.

العمل الحالي يشرح الحساب العام لبعض الأشكال الهندسية للخلايا سواء كانت للوقود النووي أولا وعمدة السيطرة في المفاعل. ونفرض إن التوصيلية الحرارية للجدران مفتوحة.

\* Corresponding author at: Anbar University - College of Science, Iraq;  
ORCID:  
E-mail address:

لحل مثل هذا النوع تستخدم طريقة التقريب و الاسترخاء و يوجد الشروط الابتدائية ثم تقسيم عمود الوقود إلى ثمانية أجزاء متناظرة واخذ أحدها و استخدام إحدى الطريقتين الآتفة الذكر أعلاه.

إن معادلة فورير التوصيلية يمكن إن تكتب كالأتي:-

$$d^2T/dx^2+d^2T/dY^2+q'''/k=a \, dT/dt....(12)$$

و بما أنها بحالة الاستقرار أو بمعنى آخران (dT/dt=0) فتكون

معادلة فورير التوصيلية كالأتي:-

$$d^2T/dx^2+d^2T/dY^2+q'''/k=0$$

أو

$$S^2X \, T_n/hx^2+S^2y \, T_n/hy^2+q'''/k=0.....(13)$$

طالما أن

$$\nabla x^2=hx^2, \nabla y^2=hy^2$$

فيمكن إن تكتب بصيغة الفرق المحدود (finite difference)

أي ان تكون الصيغة:-

$$[T(n+\nabla x)+T(n-\nabla x)+$$

$$T(n+\nabla y)+T(n-\nabla y)]_4Tn+q''' \nabla x^2/k=0 \quad (14)$$

حيث الشروط الابتدائية متوفرة:-

$$(n)'''q = \text{المصدر الحراري الحجمي}$$

$$k = \text{عامل التوصيل الحراري}$$

لأي من العاملين السابقين فهناك مجاميع من المعادلات يمكن

حلها بوجود التوقعات الابتدائية وبطريقة الشبكة الحرارية باستخدام طريقة

التقريب أو الاسترخاء؛ كمثل إذا كان الشرط الابتدائي هو:-

$$q'''=10E7 \text{ BTU/hr} \cdot \text{ft}^3 \cdot$$

$$k=19.84 \text{ BTU/hr} \cdot \text{ft} \cdot \text{F} \cdot$$

$$T_s=600\text{F}; A_x=0.2 \cdot$$

$$T_g=140\text{F} \cdot$$

الشكل العملي بعد الرجوع إلى شكل(٤) سيكون ببساطة كالأتي:-

$$T_n=(T(n+\nabla x)+T(n-\nabla x)+$$

$$T(n+\nabla y)+T(n-\nabla y)]/4+35.....(15)$$

وشكل مجموعة المعادلات التي نحصل عليها هي:-

$$T_1-T_2=35$$

$$(1/4)T_1-T_2+(1/4)T_3=-335$$

$$(1/4)T_2-T_3+(1/4)T_4=-335$$

$$(1/4)T_3-T_4+(1/4)T_5=-335$$

$$(1/4)T_4-T_5+(1/4)T_6=-335$$

$$(1/4)T_5-T_6=-485$$

بعد إدخال المعادلات بالبرنامج المعد لهذا الغرض ستكون النتائج

كالأتي:-

$$T_1=717.687 \text{ F}.$$

كتبت  $\nabla^2$  بالمحاور المتعامدة لان الصفيحة هي متوازي

مستطيلات(٣).

(٧)-تقنية التقريب الاتجاهي المتغير (١) و مسائل قيم الحدود أخذت

بنظر الاعتبار في هذه الحسابات.

الحسابات والنتائج:-

(١) معادلة (١) قولبت كما في أدناه:-

$$S^2X \, T(j,k)/hx^2+S^2Y \, T(j,k)/hy^2 \dots\dots\dots(1)$$

معادلات تلك النقاط في شكل (١) و(٢) يمكن ان تكتب كالأتي:-

$$T(j,k)=[T(j+1,k)+T(j-1,k)+T(j,k+1)+T(j,k-1)]/4.....(2)$$

$$T_6=T_7+T_1+T_1+T_7/4=2T_1+2T_7/4$$

$$2T_6-T_7=50 \dots\dots\dots(3)$$

$$T_7=T_2+T_1+T_6+T_8/4$$

$$4T_7-T_6-T_1-T_8=50 \dots\dots\dots(4)$$

$$T_8=T_7+T_9+T_3+T_12/4$$

$$4T_8-T_7-T_9-T_12=50 \dots\dots\dots(5)$$

$$T_9=T_8+T_{10}+T_4+T_{13}/4$$

$$4T_9-T_8-T_{10}-T_{13}=50 \dots\dots\dots(6)$$

$$T_{10}=T_9+T_9+T_5+T_{14}/4$$

$$4T_{10}-2T_9-T_{14}=50 \dots\dots\dots(7)$$

$$T_{11}=T_{12}+T_7+T_7+T_{12}/4$$

$$2T_{11}-T_7-T_{12}=0 \dots\dots\dots(8)$$

$$T_{12}=T_{11}+T_{13}+T_8+T_{15}/4$$

$$4T_{12}-T_{11}-T_{13}-T_8=500 \dots\dots\dots(9)$$

$$T_{13}=T_{12}+T_{14}+T_9+T_{16}/4$$

$$4T_{13}-T_{12}-T_{14}-T_9=500 \dots\dots\dots(10)$$

$$T_{14}=T_{13}+T_{13}+T_{10}+T_{17}/4$$

$$4T_{14}-2T_{13}-T_{10}=500 \dots\dots\dots(11)$$

النتائج أدناه تم الحصول عليها بعد أن وضعت بشكل مصفوفة

وهي:-

$$U(1)=90.81 \text{ C}=T_6$$

$$U(2)=131.63 \text{ C}=T_7$$

$$U(3)=167.69 \text{ C}=T_8$$

$$U(4)=184.75 \text{ C}=T_9$$

$$U(5)=189.4 \text{ C}=T_{10}$$

$$U(6)=218 \text{ C}=T_{11}$$

$$U(7)=304.4 \text{ C}=T_{12}$$

$$U(8)=330.31 \text{ C}=T_{13}$$

$$U(9)=338.29 \text{ C}=T_{14}$$

(٢) مسائل التوزيع الحراري التقاطعي:-

أن النتائج تشير إلى أن استخدام (ADIT) لا يمكن مقارنتها بطريقة مباشرة مع قمة الحرارة التي حصل عليها (HANSEN) بسبب اختلاف القيم لمعاملات التوصيل الحرارية للدراسيتين (٧).

T2=682.687 F.  
T3=673.063 F.  
T4=669.570 F.  
T5=665.218 F.  
T6=651.304 F.

#### الاستنتاجات :-

في دراستنا هذه توصلنا إلى الأساسيات المعتمدة في استخدام تقنية التقريب الاتجاهي المتغير (ADI). النتائج أشارت إلى التوزيع الحراري في كل نقطة في شكل (٢).

إن معدل تغير درجة الحرارة مع المسافة تعتمد من نقطة البداية وإن طريقة الفرق المحدود (5-POINT) في هذه التقنية والمعادلات التفاضلية أضيفت اعتمادا على النقاط الشبكية.

إن انحدار الدوال لها معاني ذو فوائد هندسية وفيزيائية (٦). وباستخدام النقاط الشبكية والتقسيمات للمناطق القطرية فإن البرنامج الذي اعد لذلك الغرض وهو حساب درجة الحرارة لكل نقطة في المنطقة الشبكية. شكل (٤) يبين انحدار منحنى للحرارة من الجانب الداخلي إلى الجانب الخارجي من النموذج المستخدم.

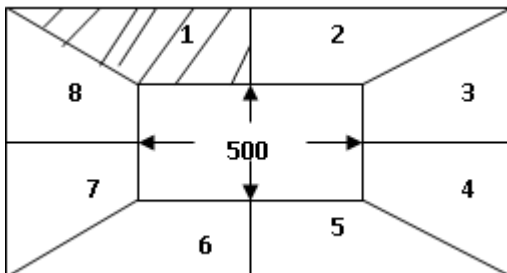
أما شكل (٥) يبين التوزيع الحراري التقاطعي كدالة للسلك كما مبين في الشكل (٣) من مقطع عرضي صليبي كامل لوحدة الخلية في النموذج المستخدم.

إن المقترحات المستقبلية لتطوير هذه الدراسة يمكنها تحقيق حسابات التوزيع الحراري للشرائح المتعددة (multi shell) للأشكال الأسطوانية المملوءة والفارغة من أعمدة الوقود واعمدة السيطرة وبوجود أو عدم وجود حسابات للمصادر الثابتة ولأي نموذج من تغيرات الفيض المتعلق بالوقود أو بالمواد النووية الأخرى الثقيلة النتائج التي تم الحصول عليها قورنت مع نتائج (MUTTR) كما مبين في الجدول (١).

إن برنامج (MUTTR) يستخدم التكامل العددي لغرض الحصول على معلومات ملائمة حول التوزيع الحراري (٨). النتائج تختلف عن النتائج التي حصلنا عليها بواسطة (ADIT) بنسبة (٥%).

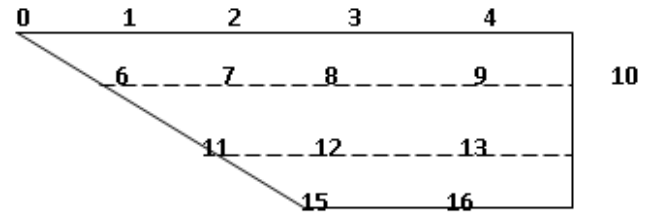
#### المصادر

- (1) W.K.Anderson, E.F/Koenig, E. L. Lechilter "Temperature distributions with self shielding" U.S.A.E.C. KAOL-3199. June 1997.
- (2) MELVILLE CLARK. TR "Numerical methods of reactor analysis", Academic press, NEW YORK & LONDON, Chp.III. 1964.
- (3) SEARS, SALI NGER "Thermodynamics, kintic theory, and statistical Thermodynamics" 3rd edition. Addison-wesley publishing company. Chp.13. 1976.
- (4) MARYL. BOAS "Mathematical methods in the physical sciences 2nd edition. john wiley & sons. Chp.13. 1983
- (5) C.RAY. WYLIE. LOUIS C. BARRETT "Advanced Engneering Mathematices" International student .fifth edition. 1982.
- (6) W.Kermit Anderson, Edgar F.Koenig "The effect of self shielding corrections on calculated temperature distributions using varios selfshielding schemes". American Nuclear Society, Pittsburgh; Pa., October 31-November 3, 1986.
- (7) W.KEARMIT ANDERSON "KER-4, The thermal Analysis of Cylindrical Fuel Rods", KAPL Memo 6475, Knolls Atomic Power Lab., (June 1, 1985).
- (8) Zhang, Y. J., C. L. Bajaj, and B. S. Sohn. 2004. 3d \_finite element meshing from imaging data. The special issue of Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering (CMAME) on Unstructured Mesh generation 194:5083. 5106.

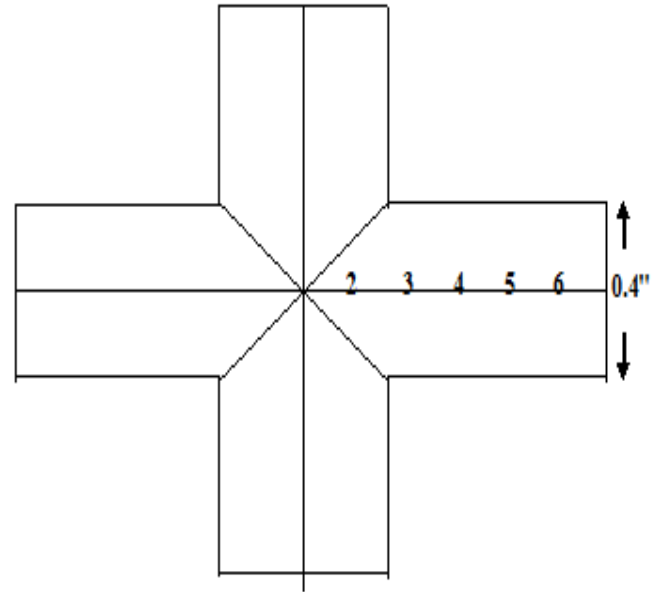
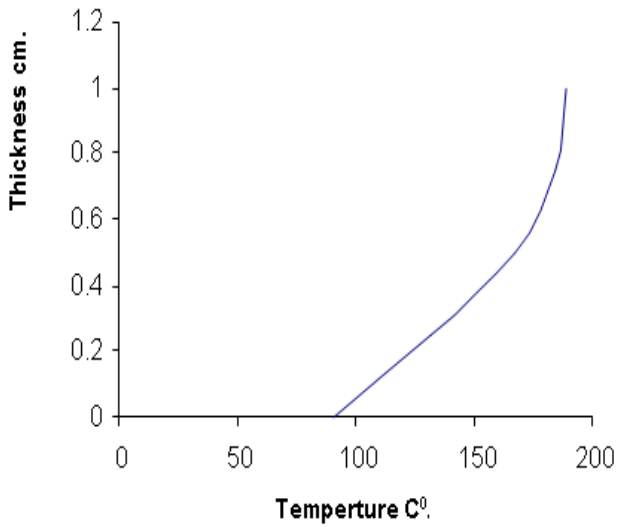


شكل رقم (١) المقطع العرضي الكلي لوحدة الخلية

شكل وحدة الخلية	T1=717.68	725
	T2=682.68	685
Dusiform unit cell:	T3=693.06	680
	T5=661.21	669



شكل رقم (٢) ٨/١ المقطع العرضي الكلي التناظري

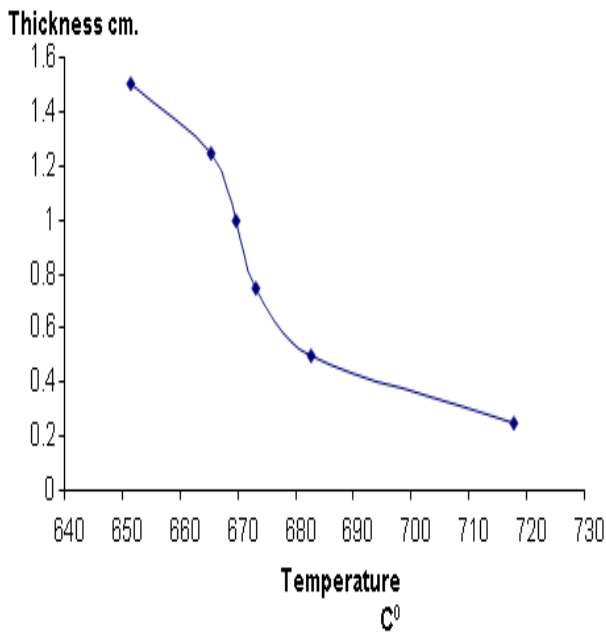


شكل (٣) مقطع عرضي صليبي كامل لشكل وحدة الخلية

جدول رقم (١) المقارنة النسبية بين القيم الناتجة و نتائج المصدر (١) لقيم مختلفة عشوائية

	Temp. C°	Temp. from MUTTR curves
وحدة الخلية	T6=90.81	92.81
	T9=184.75	188.75
	T11=218	223
Unit cell	T12=304.4	310
	T13=330.31	337

شكل رقم (٤) التوزيع الحراري كدالة للسمك



شكل رقم (٥) التوزيع الحراري التقاطعي كدالة للسمك

## **THEORITICAL CALCULATION OF THERMAL DISTRIBUTION FOR MATERIAL OF SYMITRICAL CROSS SECTION**

**SALAM D. MOHAMMED**

### **ABSTRACT:**

The distribution and thermal absorption for many materials have large impotents in the manufactures, which depends upon the transfers of the heat such that the nuclear reactors and any manufactures used the thermal properties. This study depends on the finite deference method for cross section of regulars shape from the test materials .The alternating direction iterative technique and the boundary value problem used in this research. The advantage of this type of study in spite of primary solution, used the conduction equation in any type of conductors. The results compare relatively with curves results of program MUTTR which obtains from reference (1).