تأثير دقائق من أُوكسيد المغنيسيوم في العزل الحراري لراتنج الإيبوكسي كونبكسترا (EP-10)

حقي إسماعيل كاطع

الجامعة التكنولوجية

مدرس مساعد

الخلاصة:

تم إضافة دقائق من أُوكسيد المغنيسيوم وبحجم حبيبي (5 µm) وبنسب وزنية مختلفة (5%،15%،25%) إلى راتنج الإيبوكسي كونبكسترا (EP-10) وقياس التغير في العزل الحراري لهذا الراتنج . تم إستخدام معادلة فورير لحساب التغير في قيمة معامل التوصيل الحراري (*k*) لراتنج الإيبوكسي كونبكسترا قبل وبعد إضافة أُوكسيد المغنيسيوم إليه، حيث أظهرت النتائج تحسن العزل الحراري للراتنج عن طريق إنخفاض قيمة معامل التوصيل الحراري بعد إضافة هذا الأُوكسيد ، وتزداد قيمة العزل الحراري مع زيادة نسبة أُوكسيد المغنيسيوم المضافة ،إذ تغيرت من (0.24 W/m.ºC) قبل إضافة الأُوكسيد إلى (0.16 W/m.ºC) بعد إضافة (25%) من الأُوكسيد عند درجة حرارة (40 ºC) وهي أفضل قيمة للأُوكسيد المضاف.

الكلمات الدالة : العزل الحراري ، راتنج الإيبوكسي ، التقوية بالدقائق .

EFFECT OF PARTICLES FROM MAGNESIUM OXIDE IN THERMAL INSULATION OF CONBEXTRA EPOXY (EP-10) RESIN

Haqi I.Gattea /University of Technology/Assist Lecture

Abstract:

Magnesium oxide with (5 µm) particle size with different Weight percentages (5%,15%,25%) was added to conbextra epoxy (EP-10) resin and measured the changing in thermal insulation to this resin . Fourier equation was used to calculate the changing in coefficient of thermal conductivity (*k*) for conbextra epoxy (EP-10) before and after addition of magnesium oxide ,where the results show improved thermal insulation of the resin by reduced in thermal conductivity coefficient value after oxide addition , and the value of thermal insulation will increased with increasing of additive percentage of magnesium oxide ,where it change from(0.24 W/m.ºC) before added oxide to (0.16 W/m.ºC) after addition (25%) from oxide at temperature (40 ºC) which the best value from oxide additive .

Keywords: Thermal insulation , epoxy resin, reinforced by particles.

المقدمة (Introduction) .

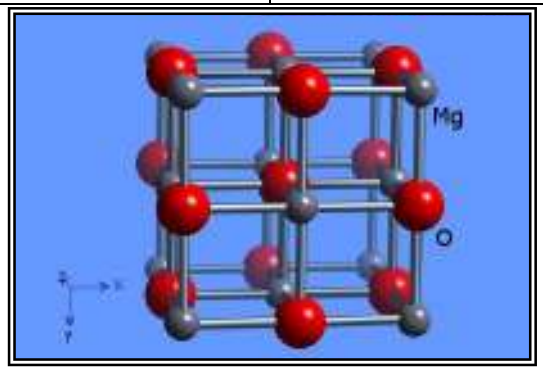
تضاف المواد العازلة إلى الراتنجيات بطريقتين الأولى بشكل حشوات (Fillers) والتي هي مواد معدنية أولا معدنية تضاف إلى الراتنجيات من أجل تغيير خواصها وإستنباط خواص جديدة أما الطريقة الثانية فهي إضافتها بشكل طبقة طلاء (Coating) لخفض المُوصِلية الحرارية في درجات الحرارة العالية نسبياً [Joshifumi,2001].

يستخدم أُوكسيد المغنيسيوم (MgO) كحشوة والذي يمكن الحصول عليه من الدولومايت ، سليكات المغنيسيوم المميأة ، وكاربونات المغنيسيوم. يمتلك أُوكسيد المغنيسيوم تركيب بلوري مكعب (Cubic Crystal Structure) ويكون أبيض اللون .

يستخدم أُوكسيد المغنيسيوم في المواد الحرارية والعوازل بسبب درجة إنصهاره العالية ، إضافة إلى كونه يمتاز بتمدده المنخفض ومقاومته للتشقق لذلك فإنه يستخدم في بطانة أفران المعادن والزجاج وكذلك يستخدم في صناعة الطبقات العاكسة في الأجهزة البصرية وفي أشباه الموصلات [DeGarmo,2008]. الجدول رقم (1) يوضح خواص بعض أُوكسيد المغنيسيوم ، أما الشكل رقم (1) فيوضح تركيبه الكيميائي .

الجدول رقم (1) : بعض خواص أُوكسيد المغنيسيوم[Cotton,1999]

Property	Melting Point , ºC	Boiling Point , ºC	Density , g/cm^3
Value	2800	3600	1.8



الشكل رقم(1): التركيب الكيميائي لأُوكسيد المغنيسيوم[Cotton,1999]

تختلف آلية التوصيل الحراري من مادة إلى أخرى وحسب حالة المادة(صلبة،سائلة،غازية) والذي من خلاله تُصنف المادة على إنها مُوصلة أو عازلة. تعتمد المُوصِلية الحرارية في الراتنجات على عدة عوامل هي : توجيه الجزيئات ،الحجم البلوري ، ودرجة النقاوة. في المواد غير المعدنية ومن ضمنها الراتنجات التي يكون إنتقال الإلكترونات فيها ضعيفاً (وهو أحد أساليب إنتقال الحرارة) أو لا يكون هناك إنتقال إلكتروني لذلك فإن

التوصيل الحراري يتحدد بالإهتزازات الهيكلية (Structure Vibration) وهذا السبب هو الذي يجعل من المواد الراتنجية أقل توصيلاً للحرارة من المعادن [Ali,2003]. تعتمد الإستخدامات العامة والهندسية للمواد المركبة إلى حد بعيد على خواصها الميكانيكية والفيزيائية مثل مقاومة الشد والمرونة وقابلية المادة للإستطالة ومقاومتها للحرارة والظروف البيئية مثل الرطوبة وأشعة الشمس وغيرها من الخواص التطبيقية الأُخرى . إن جميع هذه الخواص تعتمد كثيراً على التركيب الجزيئي للراتنج وعلى وزنه الجزيئي وعلى القوى الجزيئية، كما تعتمد هذه الخواص إلى حد كبير على مواد التقوية وعلى المواد المضافة مثل الحشوات والملدنات [Halem,1999].

قام الباحثان [Kahtan,Ali,2004] بدراسة تأثير أُوكسيد المغنيسيوم على المُوصِلية الحرارية لراتنج البولي أستر غير المشبع حيث تم زيادة العزل الحراري لهذا الراتنج بعد إضافة الأُوكسيد إليه. قام الباحثون [علي وآخرون ،2010] بإضافة أُوكسيد المغنيسيوم إلى راتنج الإيبوكسي نوع كونبكسترا (EP-10) من أجل تحسين عزله للحرارة حيث أظهرت النتائج تحسن العزل الحراري للراتنج عن طريق إنخفاض قيمة الموصلية الحرارية بعد إضافة هذا الأُوكسيد. درس الباحثان [Joshifumi, Keith,2001] أثر طلاء راتنج بولي فنيل سلفايد المقوى بألياف الكربون بمادة أُوكسيد الألمنيوم – الغني بألومينات الكالسيوم على خواص المادة المركبة حيث أظهرت النتائج تحسن الخواص الميكانيكية والحرارية ومقاومة التآكل بعد الإضافة. ودرست الباحثات [شيماء وآخرون ،2009] تأثير التقوية بدقائق الألمنيوم على الموصلية الحرارية ومقاومة الصدمة لراتنج الفنيل أستر غير المشبع.

إن الهدف الأساسي من هذا البحث هو دراسة تأثير الإضافة الفيزيائية لأُوكسيد المغنيسيوم على الموصلية الحرارية لراتنج الإيبوكسي كونبكسترا (EP-10) من أجل تحسين العزل الحراري لهذا الراتنج وإختيار النسبة المثلى للإضافة من أجل تطبيقها في العوازل الحرارية .

راتنج الإيبوكسي (Epoxy Resin) .

ينتمي راتنج الإيبوكسي إلى مجموعة الراتنجات المتصلبة بالحرارة حيث تتميز هذه الراتنجات بعدم إمكانية إعادة تشكيلها بالحرارة بعد تحولها إلى مادة صلبة نتيجة لتكون سلاسل بوليميرية طويلة متشابكة مع بعضها وهو ما يسمى بالربط التشابكي (Cross Linking) . يحتوي راتنج الإيبوكسي على مجموعتين أو أكثر من مجاميع الإيبوكساید (Epoxide) التي تتألف من ذرة أُوكسجين مرتبطة مع ذرتي كاربون ترتبط مجموعة الإيبوكسي كيميائياً مع الجزيئات الأُخرى لتشكيل شبكة ثلاثية الأبعاد ذات ربط تشابكي بعملية المعالجة (Curing) [Michel,2007].

يتميز راتنج الإيبوكسي بالصلادة والمقاومة الكيميائية العاليتين نسبياً إضافة إلى ذلك يمتلك هذا الراتنج قابلية إلتصاق نوعي عالي بسبب التركيب الكيميائي لهذا الراتنج والمتمثل في مجموعة الإيثرات والهيدروكسيل والمجاميع القطبية التي تعطي متانة وقابلية إلتصاق عالية وتكسب المادة صلادة وقوة ، لذلك يستعمل في التطبيقات التي تتطلب إداءاً وظيفياً عالياً. تتفاعل هذه الراتنجات مع المصلدات أثناء المعالجة ويكون التفاعل غير مصحوب بإنبعاث الماء أو تحرر أي منتجات ثانوية مما يجعل التقلص الحجمي قليل جداً (أقل من 2%) وبالتالي يكتسب الراتنج قوة وخواص ميكانيكية عالية إضافة إلى ذلك تمتلك راتنجات الإيبوكسي المعالجة متانة عالية نتيجة للبعد بين نقاط الربط التشابكي ووجود السلاسل الإليفانية المتكاملة [Michel,2007].

الجزء العملي (Experimental Work) .

يتضمن الجزء العملي على ما يلي :

أولاً– المواد المستخدمة في البحث .

تم في هذا البحث إستخدام المواد التالية :

1– راتنج الإيبوكسي نوع كونبكسترا (EP-10) .

تم إستخدام المصلد (Metaphenylene Diamic) الذي يضاف إلى الراتنج بنسبة [3:1] ويحدث التفاعل معهما في درجة حرارة الغرفة . هذا الراتنج مجهز من قِبل شركة (BASF Aktiengesellschaft) .

2– أُوكسيد المغنيسيوم (Magnesium Oxide): تم إستخدام أُوكسيد المغنيسيوم والذي يعتبر من الأكاسيد السيراميكية كمادة عازلة وبحجم حبيبي (5 µm) وقد تم إجراء الفحص الكيميائي عليه في كلية العلوم /جامعة بغداد بواسطة (X-Ray Fluorescent) وكانت نقاوته (99.5%) . هذا الأُوكسيد مجهز من قبل شركة (BDH Chemical Ltd Pool England) .

ثانياً– تحضير نماذج إختبار الموصلية الحرارية .

تكون هذه النماذج بقطر(25mm) وسمك (3mm) وهي تحضر كالآتي : يتم خلط كمية من راتنج الإيبوكسي نوع كونبكسترا بالمادة المصلدة ثم تم إضافة أُوكسيد المغنيسيوم إلى الخليط بنسب وزنية مختلفة (5%،15%،25%) وهي نسب تم إختيارها من قبل الباحث ويخلط هذا المزيج جيداً ثم يصب في القالب وتترك

في القالب لتتصلب بشكل نهائي لمدة (24) ساعة ، بعدها تستخرج من القالب وتوضع في فرن درجة حرارته (75ºC) ولمدة ساعتين لإكمال التصلب.

ثالثاً- قياس الموصلية الحرارية (Thermal Conductivity Measurement) .

إستخدمت معادلة فورير في حساب معامل الموصلية الحرارية (k) والتي تنص على :

$$Q = -k \times A \times \left(\frac{\Delta T}{\Delta X} \right)$$

حيث :

Q = كمية الحرارة المارة بوحدة الزمن وتقاس بوحدات (W)

k = معامل الموصلية الحرارية ويقاس بوحدات (W/m.ºC)

A = مساحة مقطع إنسياب الحرارة وتقاس بوحدات (m^2)

$\left(\Delta T / \Delta X \right)$ = التدرج الحراري نسبة للمسافة ويقاس بوحدات (ºC/m)

الشكل رقم (2) يوضح جهاز قياس المُوصِلية الحرارية (Heat Conduction Unit) والمصنع من قبل شركة (P.A.Hilton Ltd England) .

الشكل رقم (2) : جهاز قياس الموصلية الحرارية

النتائج والمناقشة (Results and Discussion) .

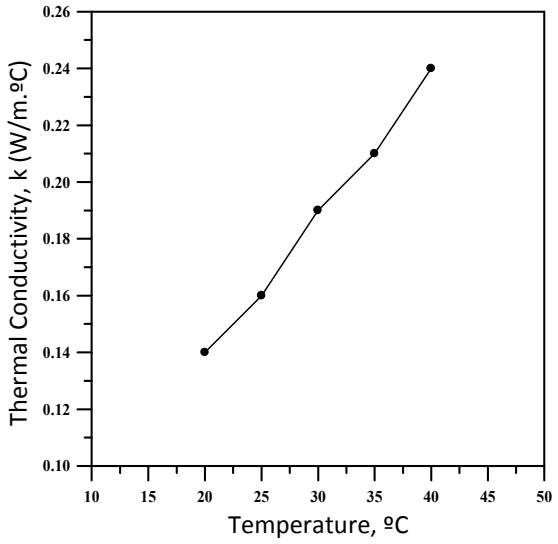
الشكل رقم (3) يمثل الموصلية الحرارية لراتنج الإيبوكسي كونبكسترا (EP-10) ، حيث تبدأ الموصلية بالإرتفاع مع زيادة درجة الحرارة ويرجع السبب في ذلك إلى الإهتزازات في الهيكل الداخلي للراتنج التي تزداد بإرتفاع درجة

الحرارة [Kahtan , Ali,2004]. إن هذه الإهتزازات تبدأ بالإنخفاض عند إضافة الحشوات إلى الراتنج والتي تعمل على إعاقة الإهتزاز وبالتالي إنخفاض قيمة الموصلية الحرارية وهذا واضح في الشكل رقم (4) والذي يمثل الموصلية الحرارية لراتنج الإيبوكسي كونبكسترا (EP-10) مضافاً إليه (5%) أُوكسيد المغنيسيوم ، حيث تزداد نسبة العزل الحراري نتيجة لإعاقة الإهتزاز الهيكلي الداخلي من قبل الأُوكسيد ، إضافة إلى إن أُوكسيد المغنيسيوم رديء التوصيل للحرارة نظراً لكونه من الأكاسيد السيراميكية [P. L. Teh,2008]. وتزداد قيمة العزل الحراري ونسبة إعاقة الإهتزازات مع زيادة نسبة أُوكسيد المغنيسيوم المضافة وكما هو واضح من الشكل رقم (5) والذي يمثل الموصلية الحرارية لراتنج الإيبوكسي كونبكسترا (EP-10) مضافاً إليه (15%) أُوكسيد المغنيسيوم ، إذ تزداد العوائق لإنتقال الحرارة مع زيادة دقائق أُوكسيد المغنيسيوم [Bogomolov,2003]. إن هذا السلوك يستمر مع زيادة نسبة أُوكسيد المغنيسيوم المضافة وكما في الشكل رقم (6) والذي يمثل الموصلية الحرارية لراتنج الإيبوكسي كونبكسترا (EP-10) مضافاً إليه (25%) من مادة أُوكسيد المغنيسيوم. الشكل رقم (7) يوضح مقارنة بين قيم الموصلية الحرارية قبل وبعد إضافة أُوكسيد المغنيسيوم .

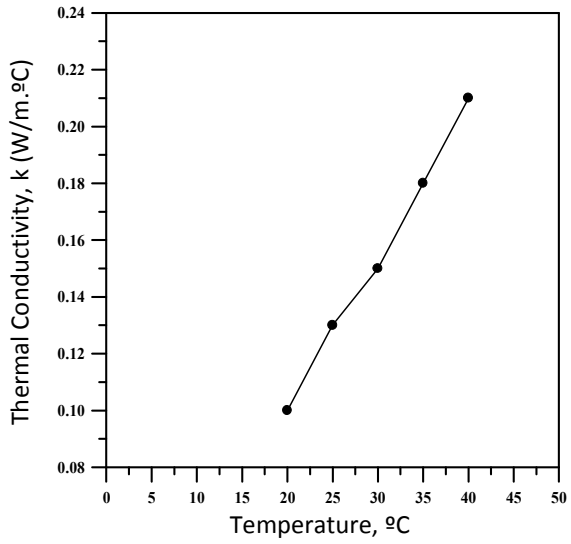
الإستنتاجات (Conclusions) .

1- زيادة قيمة معامل التوصيل الحراري لراتنج الإيبوكسي كونبكسترا (EP-10) مع زيادة درجة الحرارة .

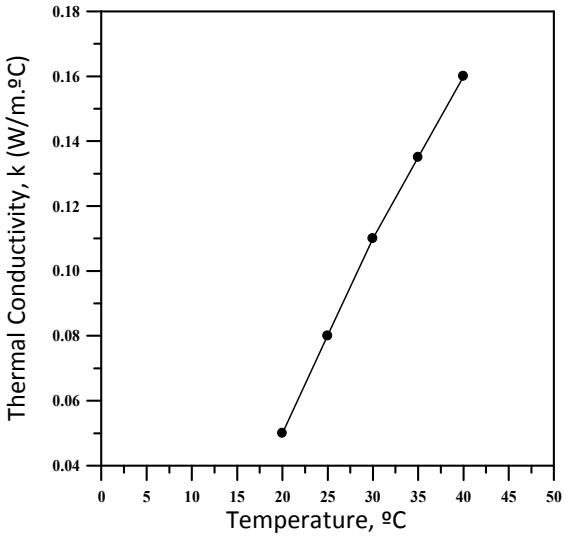
2- إنخفاض معامل التوصيل الحراري مع تحسن العزل الحراري للراتنج بإضافة أُوكسيد المغنيسيوم إليه ،إذ تغيرت من (0.24 W/m.ºC) قبل إضافة الأُوكسيد إلى (0.16 W/m.ºC) بعد إضافة (25%) من الأُوكسيد عند درجة حرارة (40 ºC) وهي أفضل قيمة للعزل الحراري .



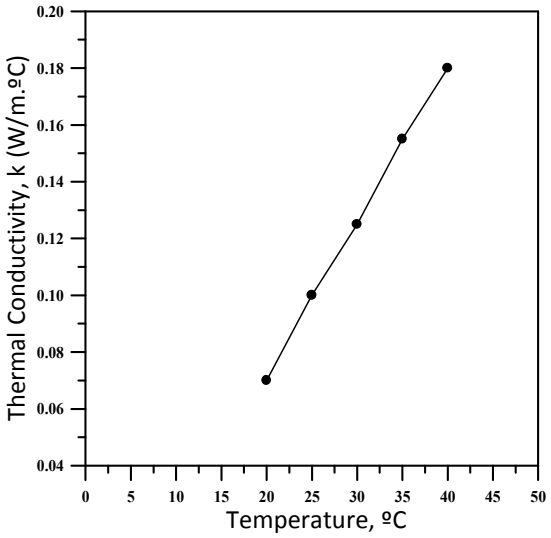
الشكل رقم (3) : الموصلية الحرارية لراتنج الإيبوكسي



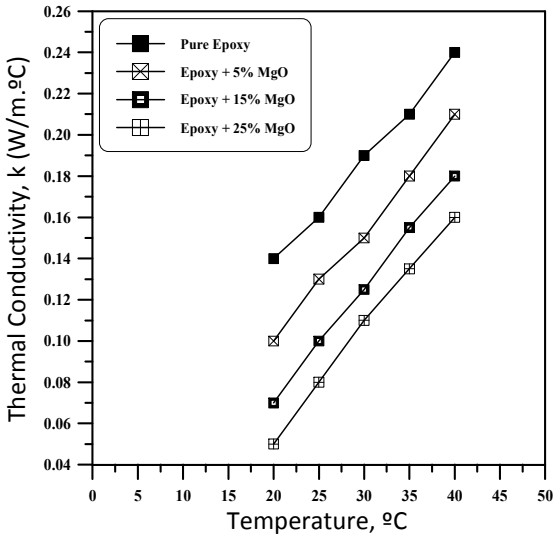
الشكل رقم (4) : (5%) أوكسيد المغنيسيوم



الشكل رقم (5) : (15%) أَوكسيد المغنيسيوم



الشكل رقم (6) : (25%) أَوكسيد المغنيسيوم



الشكل رقم (7) : مقارنة بين قيم الموصلية الحرارية قبل وبعد إضافة أُوكسيد المغنيسيوم

المصادر (References) .

1- Ali Ibrahim Moslem " *Study Using of Antimony Trioxide Material as a Flame Retardant Material* ", MSC Thesis , Babylon University , Iraq , 2003 .

2- Bogomolov V. and Kartenko N. "*Thermal Conductivity of the Opal- Epoxy Resin Nanocomposite* " , *Physics of the Solid State* , Vol 45,No 5,PP.957-960, 2003.

3- E.P.DeGarmo, J.T. Black, and R.A. kohser " *Materials and processes in Manufacturing* " , 10th Edition , john Wiley & Sons , 2008 .

4- F.A.Cotton, G.WIilkinson, C.A.Murillo, and M. Bochmann " *Advanced Inorganic Chemistry* " , john Wiley & Sons , 1999 .

5- Halem, Ali Hoby " *Improvement Properties of Reinforced Plastic Materials* ", MSC Thesis , Engineering College , Babylon University , Iraq ,1999.

6- Joshifumi Sugama and Keith Gawlik " *Filler Materials for Polyphenylenesulphide Composite Coatings* ", Conference, California, August , 2001.

7- Kahtan K.Al-Khazraji , Ali I.Al-Mosawi "*Effect Study of Magnesium Oxide on Thermal Conductivity of Unsaturated Polyester Resin*" , *Journal of Babylon University* , Engineering Sciences , Vol 9 , No 5 , pp.867 – 876, 2004.

8- Michel Biron " *Thermoplastics and Thermoplastic Composites* " , 1st Edition , Elsevier , 2007 .

9- P. L. Teh, M. Jaafar, H. M. Akil, K. N. Seetharamu, A. N. R. Wagiman, K. S. Beh, "*Thermal and mechanical properties of particulate fillers filled epoxy composites for electronic packaging application* ", *Polymers for Advanced Technologies*, Volume 19,Issue 4 ,PP. 308-315 , 2008 .

10- شيماء جابر ، سندس عباس ،حنين زهير "*دراسة الموصلية الحرارية و مقاومة الصدمة لمادة البولي أستر غير المشبع المقواة بدقائق من الألمنيوم*" ،المجلة العراقية للهندسة الميكانيكية وهندسة المواد ،عدد خاص بالمؤتمر العلمي الأول لكلية الهندسة/جامعة بابل 17-18- مايس/2009 العدد(أ) ، صفحة 83-94.

11- علي إبراهيم الموسوي ، علي جاهل سلمان ،عبد الله فياض عبد السادة "*إستخدام الحشوات السيراميكية لتحسين العزل الحراري للراتنجات المتصلبة بالحرارة* "،وقائع المؤتمر العلمي العالمي لهيئة التعليم التقني /الكلية التقنية – النجف ،12-14- نيسان-2010 ، صفحة 75-83.