مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية/ المجلد 9/ العدد 5 : 2004

دراسة تأثير أُوكسيد المغنيسيوم على المُوصِلية الحرارية لراتنج البولي أستر غير المشبع

قحطان خلف الخزرجي
الجامعة التكنولوجية

علي إبراهيم الموسوي
كلية الهندسة–جامعة بابل

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة أثر إضافة أُوكسيد المغنيسيوم على التوصيل الحراري لراتنج البولي أستر غير المشبع وقد أُستخدمت معادلة فورير لحساب معامل التوصيل الحراري للراتنج قبل وبعد إضافة أُوكسيد المغنيسيوم وكما موضح في المخططات التي تمثل علاقة معامل التوصيل الحراري مع درجة الحرارة.

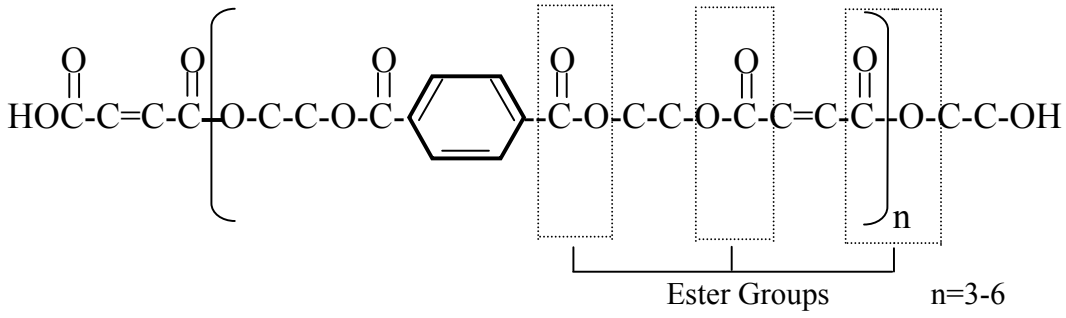
الكلمات الدالة:المُوصِلية الحرارية،راتنج البولي أستر غير المشبع،أُوكسيد المغنيسيوم.

1-المقدمة (Introduction).

يعبر عن قدرة المادة على التوصيل الحراري بالمُوصِلية الحرارية وهي مرتبطة بوجود فرق في درجات الحرارة بين سطحين حيث تنتقل الحرارة من السطح ذو درجة الحرارة الأعلى إلى السطح ذو درجة الحرارة الأوطأ. على هذا الأساس يمكن تعريف المُوصِلية الحرارية على إنها كمية الحرارة المنتقلة عبر وحدة المساحة خلال وحدة الزمن عند وجود تدرج حراري بين سطحين مقداره درجة حرارية واحدة. تختلف آلية التوصيل الحراري من مادة إلى اخرى 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 يكون إنتقال الإلكترونات 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 .

2- راتنج البولي أستر غير المشبع (Unsaturated Polyester Resin).

ينتمي راتنج البولي أستر غير المشبع إلى مجموعة الراتنجات المتصلدة بالحرارة (Thermosetting Resins) 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) ،والشكل رقم (1) يوضح التركيب الكيمياوي لراتنج البولي أستر غير المشبع.



الشكل رقم(1)
التركيب الكيمياوي لراتنج البولي أستر غير المشبع[9]

يستخدم في تحضير راتنجات البولي أستر ومن ضمنها غير المشبع أحماض غير مشبعة ثنائية القاعدة (Dibasic Acids) مثل (Isophthalic ، Orthophthalic، Terephthalic) تتفاعل هذه الأحماض مع كحوليات ثنائية الهيدروجين(Dihydric Alcohol) مثل Glycol (Ethylene،Propylene Glycol) ثم يُذَوَبْ هذا الخليط في مونومير فعال مثل الستايرين(Styrene) .

يتصف راتنج البولي أستر بخواص حرارية جيدة إذ يتحمل الحرارة لغاية (260ºC) وكذلك يمتاز بمقاومة كهربائية ممتازة ومقاومة كيمياوية للمذيبات والأحماض والأملاح ومقاوم للتآكل والتأثيرات البيئية ولكنه يتصف بالضعف والهشاشية.

تستخدم راتنجات البولي أستر بشكل عام في المجالات التي ترتفع فيها درجة الحرارة إلى مدى كبير نسبياً ،كذلك يستخدم البولي أستر في التطبيقات التي تتطلب جودة عالية في السطح حيث يعمل البولي أستر على منع تكون الإنكماش التفاضلي(Differential Shrinkage) الذي يسبب عدم إنتظام السطح في المواد المركبة. ويضاف البولي أستر إلى الألياف الزجاجية لصناعة هياكل القوالب ومكونات أجسام الطائرات والسيارات وغيرها من الصناعات .

يعاني تركيب البولي أستر تفككاً تلقائياً (Spontaneous Decomposition) عند درجة حرارة تقارب (300ºC) حتى بعدم وجود الأوكسجين .وتعتمد درجة حرارة التحلل ونوع الشظايا الناتجة(Fragment) على تركيب البولي أستر المستخدم.

3-الحشوات (Fillers).

هي مواد معدنية أولا معدنية تضاف إلى اللدائن بنسب مختلفة لتغيير خواصها والحصول على خواص جديدة ومن الخواص التي يتطلب تغييرها وحسب الحاجة هي المقاومة،الجساءة، المتانة،المقاومة الحرارية والكهربائية وغيرها من الخواص.

تضاف الحشوات إلى راتنج البولي أستر لغرضين الأول لتقليل الكلفة لكلفتها المنخفضة مقارنة مع الراتنج والغرض الثاني هو إستخدامها في تقوية الراتنج. تساعد الحشوات على إستخدام درجات حرارية عالية للتقسية حيث تعمل على خفض درجة الحرارة المنبعثة عن طريق تقليل المواد الفعالة ، كذلك تعمل الحشوات على تقليل

ميل الراتنج للتشقق خلال التقسية بالإضافة إلى عملها في خفض نسبة الإنكماش ومساعدتها على إنتـــاج ســـطوح مقولبة ناعمة.

هنالك أنواع كثيرة من الحشوات ومن بينها المواد السيراميكيـــة التي تعتبر من الحشوات الجيـــدة نظراً لصلادتها المرتفعة ومقاومتها العالية للبلى ورديئة التوصيل للحرارة حيث تستخدم في العوازل الحرارية ومستقرة كيمياوياً وإستقرارها في درجات الحرارة العالية. ومن المواد السيراميكية أُوكسيد المغنيسيوم، الأُلومينا، أُوكسيد السيليكون وغيرها.يتم الحصول على أُوكسيد المغنيسيوم (MgO) من الدولومايت(Dolomite) ،سليكات المغنيسيوم المميأة(Talc) ،وكاربونات المغنيسيوم(Magnesium Carbonate).تبلغ درجة إنصهار أُوكسيد المغنيسيوم (2800ºC) لذلك يستخدم في المواد الحرارية والعوازل كذلك يمتاز بتمدده المنخفض ومقاومته للتشقق. ويمتلك أُوكسيد المغنيسيوم تركيب بلوري مكعب(Cubic Crystal Structure).

4- الجزء العملي (Experimental part) .

تم إستخدام قانون فوريير(Fourier Law) في حساب معامل المُوصِلية الحرارية(***k***) حيث ينص هذا القانون على:-

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

حيث:-

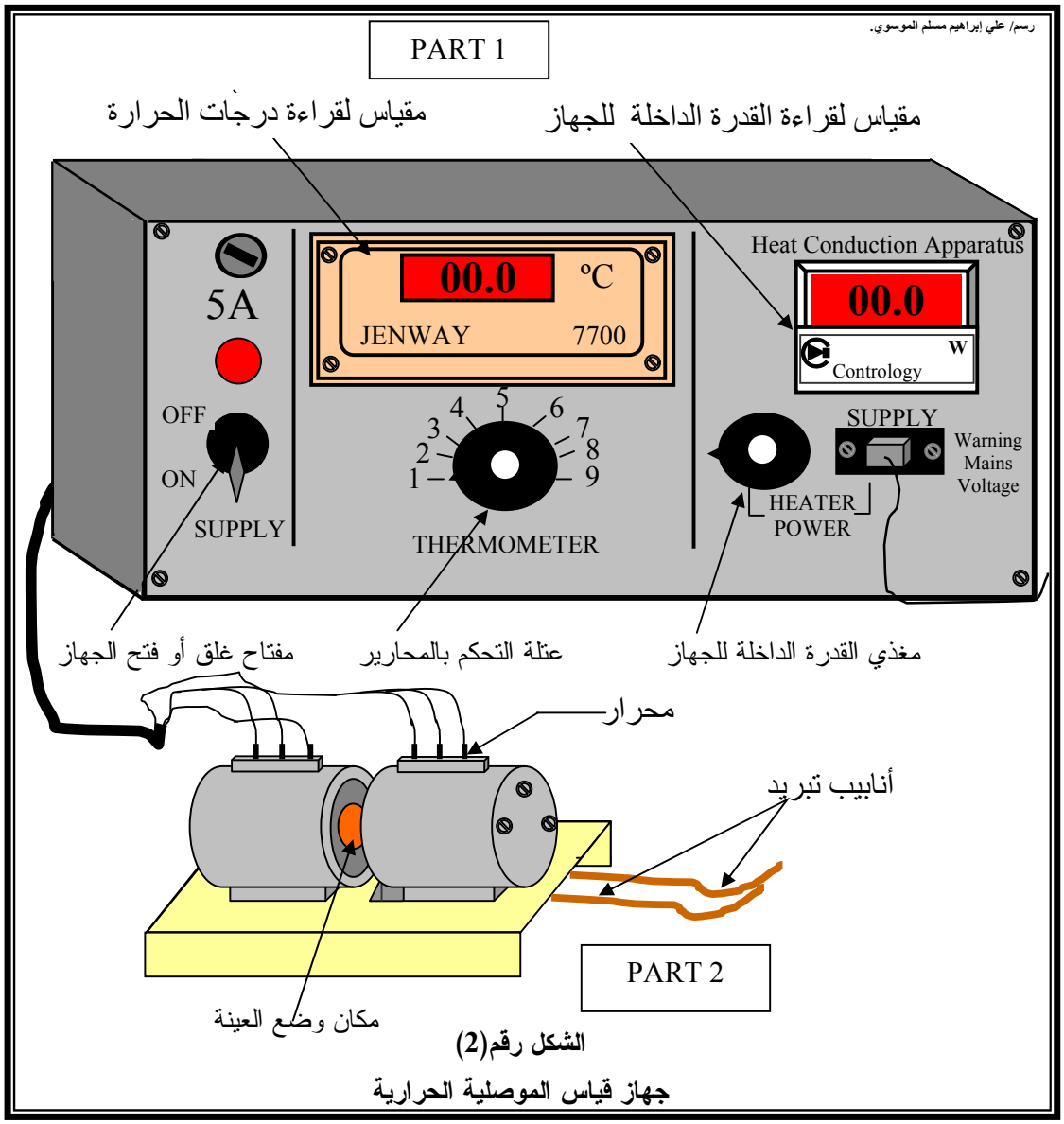
q= كمية الحرارة المارة بوحدة الزمن وتقاس بالواط (W).

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

A= مساحة مقطع انسياب الحرارة وتقاس بالمتر المربع (m^2).

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

كذلك تم إستخدام جهاز قياس المُوصِلية الحرارية الموضح في الشكل رقم (2) لقياس الحرارة المنتقلة عبر العينة الموجودة داخل الجهاز حيث يتكون الجهاز من جزئين الأول(PART 1) هو خاص بتسليط القدرة الكهربائية وكذلك قياس درجات الحرارة أما الجزء الثاني (PART 2) فيحتوي على مكان وضع العينة وكذلك على المحارير الإليكترونية وأنابيب تبريد العينة.

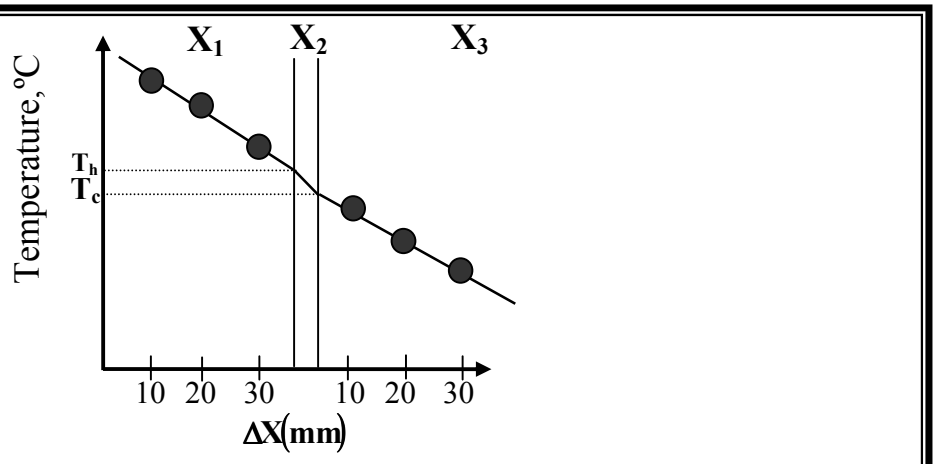


الشكل رقم(2)

جهاز قياس الموصلية الحرارية

يعتمد الجهاز في مبدأ عمله على تسليط قدرة كهربائية تعمل علىتسخين العينة الموجودة داخل الجهاز بعد ذلك تقوم المحاريرالإلكترونيةالموزعة على جانبي العينة وكل محرار يبعد عن الآخر بمسافة (10mm) تقوم بقياس التغير في درجات الحرارة على جانبي العينة ، ومن خلال درجات الحرارة التي يسجلها جهاز قياس الموصلية الحرارية يمكن رسم المنحني المبين في الشكل رقم (3) والذي يبين كيفية حساب قيمة التدرج الحراري$(\Delta T/\Delta X)$الذي يطبق في معادلة فورير. تمثل (X3،X1) المسافة بين المحارير على جانبي العينة،أما(X2) فتمثل سمك العينة .

العينات المستخدمة قرصية الشكل وبقطر (25mm) وبسمك (4mm) ، تم صبها في قالب له نفس الأبعاد حيث يخلط الراتنج مع كل من أُوكسيد المغنيسيوم و المصلد جيداً ثم يصب الخليط في قالب ويترك ليتصلب بعدها توضع المادة المتصلبة في فرن درجة حرارته (107ºC) لإكمال عملية التصلب .



الشكل رقم(3)

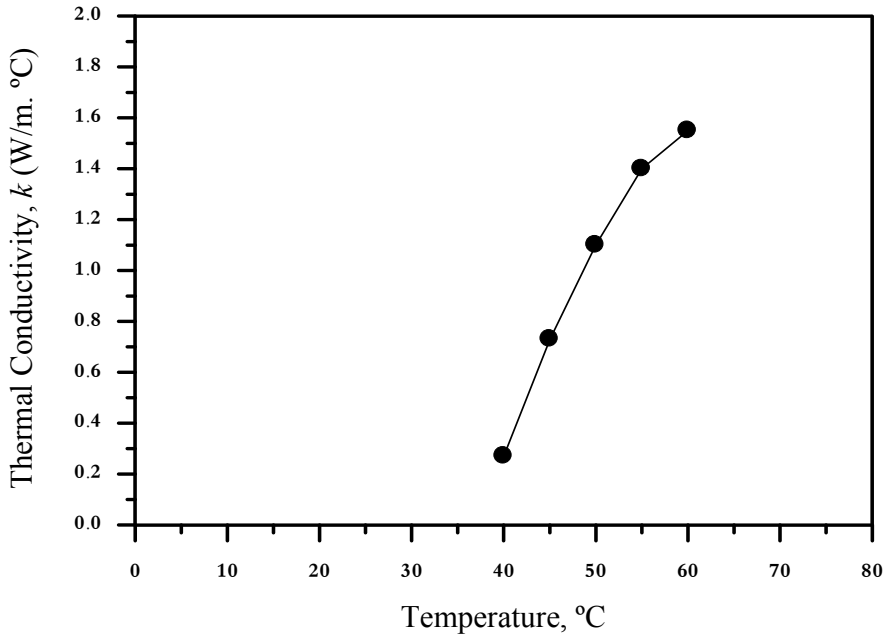
حساب قيمة التدرج الحراري $(\Delta T/\Delta X)$.

5- النتائج و المناقشة (Results &Discussion).

تم الحصول على المنحني المبين في الشكل رقم (3) عن طريق النتائج التي يسجلها جهاز قياس الموصلية الحرارية ومن هذا المنحني تم إستخراج قيمة التدرج الحراري $\left(\Delta T/\Delta X\right)$ التي طُبِقت في معادلة فورير لحساب معامل الموصلية الحرارية للعينات المختبرة . من خلال النتائج التي حصلنا عليها والمبينة في المخططات التي تمثل علاقة الموصلية الحرارية بدرجة الحرارة نلاحظ في جميع هذه المخططات زيادة الموصلية الحرارية بزيادة درجة الحرارة ويعود السبب في ذلك إلى الاهتزازات الهيكلية التي تزداد كلما ارتفعت درجة الحرارة وهذا واضح من خلال الشكل رقم(4) الذي يمثل الموصلية الحرارية لراتنج البولي أستر غير المشبع.

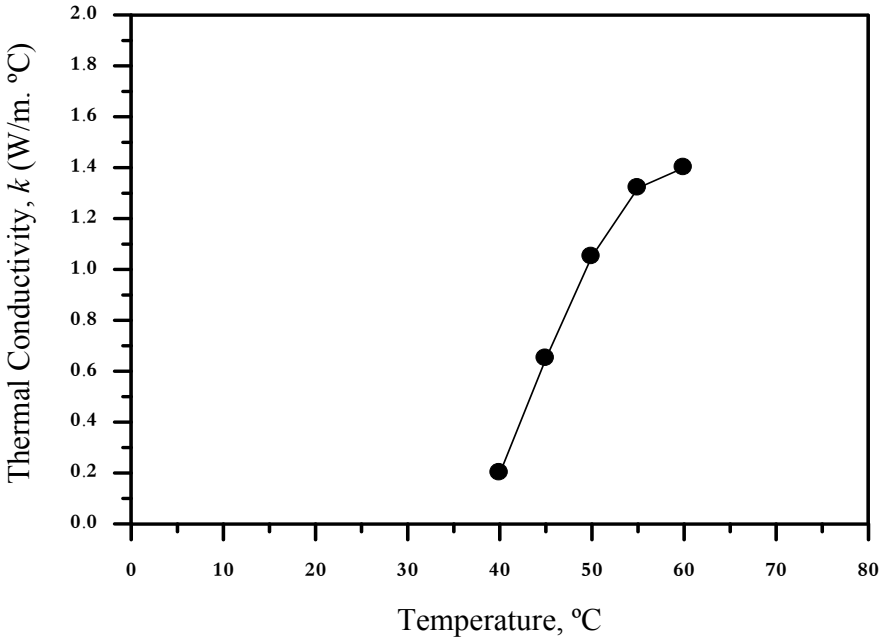
تبدأ موصلية راتنج البولي أستر غير المشبع للحرارة بالإنخفاض بإضافة الحشوات إليه والتي هي في هذا البحث أُوكسيد المغنيسيوم مع إستمرار إرتفاع الموصلية الحرارية بزيادة درجات الحرارة ولكن بنسبة أقل، حيث تبين الأشكال (5)و(6) إضافة(1%) و(2%) من أُوكسيد المغنيسيوم إلى لراتنج البولي أستر غير المشبع على التوالي وتأثيرها على الموصلية الحرارية للراتنج حيث تكون الموصلية الحرارية لراتنج البولي أستر غير المشبع عند درجة حرارة (60ºC) (1.55W/m. ºC) وعند إضافة 1% من اوكسيد المغنيسيوم تنخفض إلى 1.4W/m. (ºC) و تنخفض إلى (1.32W/m. ºC) بإضافة 2% من أُوكسيد المغنيسيوم ولنفس درجة الحرارة المذكورة.ويعود السبب في هذا السلوك إلى إن دقائق أُوكسيد المغنيسيوم تعمل كعوائق تمنع إنتقال الحرارة لأن

أُوكسيد المغنيسيوم رديء التوصيل للحرارة إضافة إلى ذلك تعيق دقائق أُوكسيد المغنيسيوم الحركة الإهتزازية لهيكل الراتنج مما يقلل جريان الحرارة .



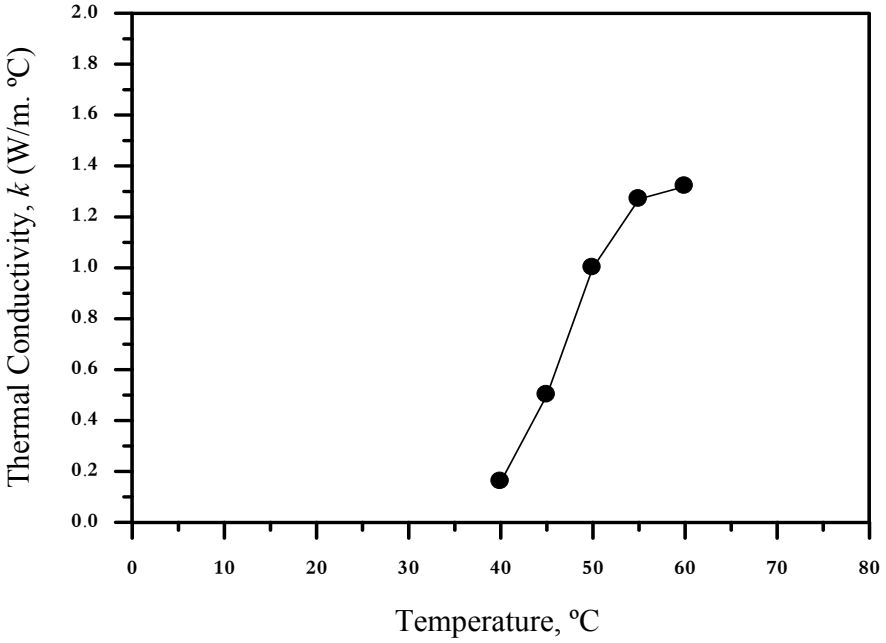
الشكل رقم (4)

الموصلية الحرارية لراتنج البولي أستر غير المشبع.



الشكل رقم(5)

الموصلية الحرارية لراتنج البولي أستر غير المشبع مضافاً إليه 1% أُوكسيد المغنيسيوم.



الشكل رقم(6)

الموصلية الحرارية لراتنج البولي أستر غير المشبع مضافاً إليه 2% أُوكسيد المغنيسيوم.

6- الاستنتاجات (Conclusion).

تم التوصل إلى الإستنتاجين التاليين من خلال مخططات الموصلية الحرارية :

1- زيادة الموصلية الحرارية لراتنج البولي أستر غير المشبع بإرتفاع درجة الحرارة.

2- إنخفاض هذه الموصلية بإضافة أُوكسيد المغنيسيوم حيث كلما زادت نسبة الأُوكسيد المضافة كلما إنخفضت الموصلية الحرارية أكثر.

7- المصادر (References) .

1- Joshifumi Sugama and Keith Gawlik,(2001) "Filler Materials for Polyphenylenesulphide Composite Coatings", Conference, California, August.

2- Sangeeta Nangia, (2002) "Behavior of Polyester Resin Composite (Mechanical Properties) at Elevated Temperature", TIFAC.

3- N.G.McCrum,C.P.Buckley and C.B. Bucknall,(1997) "Principle of Polymer Engineering", Second Edition, Oxford university Press.
4- George Lubin,(1975). "Handbook of Fiberglass and Advanced Plastics Composite", First Edition.
5- عادل محمد سويلم، (1994) " اللدائن ماهيتها- أنواعها- طرق تصنيعها- تشغيلها"،الطبعة ألاولى ،دار الكتب العلمية للنشروالتوزيع.
6- E.P.DeGarmo,J.T.Black and R.A.Kohser,(1999) "Materials and Processes in Manufacturing",Eighth Edition,John Wiley & Sons.
7-efunda Engineering Fundamentals,(2001). "Polymer Material Properties".
8-F.P.Incropera and D.P. DeWitt,(1996) "Introduction to Heat Transfer",Third Edition, John Wiley &Sons.
9-علي هوبي حليم، (1999)" تحسين خواص المواد اللدائنية المقساة"،رسالة ماجستير،جامعة بابل.
10- Digitalfire Corporation,(2001) "Digitalfire Oxide Database", Canada.
11- The American Ceramic Society, (2000). "Introduction to Ceramics".
12- د. برهان محمود العلي،أحمد نجم الصبحة، بهجت مجيد مصطفى،(1988)" أساسيات إنتقال الحرارة"،جامعة الموصل.
13- علي إبراهيم مسلم،(2003)" دراسة إستخدام مادة أُوكسيد الأنتيمون الثلاثي كمادة معيقة للّهَب"،رسالة ماجستير ،جامعة بابل.

EFFECT STUDY OF MAGNESIUM OXIDE ON THERMAL CONDUCTIVITY OF UNSATURATED POLYESTER RESIN

Abstract

In The Present Study, The effect of addition of magnesium oxide on thermal conductivity of unsaturated polyester resin is studied. Fourier equation used to calculate the thermal conductivity coefficient before and after addition of magnesium oxide and as illustrated in diagrams which represent the
relation between thermal conductivity coefficient with temperature.

Keywords: Thermal Conductivity, Unsaturated Polyester Resin, Magnesium Oxide