الموصلية الكهربائية والحرارية لراتنج البولي أستر غير المشبع بعد تقويته بدقائق أُوكسيد السليكون

نصر عبد الأمير علوش / مدرس مساعد
المعهد التقني – بابل

الخلاصة .

تم في هذا البحث دراسة تأثير إضافة أُوكسيد السليكون (SiO_2) على الموصلية الكهربائية والحرارية لراتنج البولي أستر غير المشبع ، حيث تم إضافة الأُوكسيد بنسب وزنية مختلفة (5%،15%،25%) إلى هذا الراتنج. أظهرت النتائج زيادة العزل الكهربائي والحراري للراتنج بعد إضافة أُوكسيد السليكون ، حيث إنخفض معدل التوصيل الكهربائي من ($1\ E^{-14}$) قبل إضافة الأُوكسيد إلى ($1\ E^{-16}$) بعد إضافة (25%) من أُوكسيد السليكون عند درجة حرارة (40 °C) كذلك إنخفضت الموصلية الحرارية من (0.72 W/m. ºC) قبل إضافة الأُوكسيد إلى (0.57 W/m. ºC) بعد إضافة (25%) من الأُوكسيد عند درجة حرارة (60 °C).

الكلمات الدالة : راتنج البولي أستر غير المشبع ، الموصلية الكهربائية والحرارية ، أُوكسيد السليكون.

ELECTRICAL AND THERMAL CONDUCTIVITY OF UNSATURATED POLYESTER RESIN AFTER REINFORCING WITH SILICON OXIDE PARTICLES

Abstract:

In this research , effect of addition silicon oxide (SiO_2) on electrical and thermal conductivity of unsaturated polyester resin has been studied , where this oxide was added to resin with different weight amount (5%,15%,25%) . The results show increased electrical and thermal insulation of the resin after addition this oxide , where the electrical conducting was decreased from ($1\ E^{-14}$) before adding oxide to ($1\ E^{-16}$) after addition (%25) from silicon oxide at (40 °C) ,also thermal conductivity was decreased from(0.72 W/m. ºC) before adding oxide to (0.57 W/m. ºC) after addition (%25) from oxide at (60 °C) .

Keywords: Unsaturated polyester resin, Electrical and thermal conductivity, Silicon oxide .

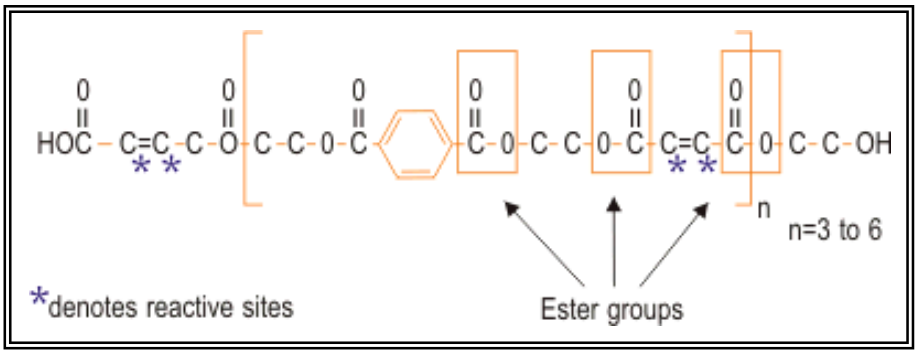
المقدمة (Introduction) .

تستدعي الحاجة في الكثير من التطبيقات الصناعية إلى جعل الموصلية الكهربائية والحرارية في أدنى قيمة لها ،لذلك يتم إضافة مواد لهذه المنتجات- ومنها صناعة المواد المركبة- ذات قابلية على إعاقة إنتقال الطاقة الكهربائية والحرارية تسمى المواد العازلة (Insulation Materials). تضاف المواد العازلة على شكل مالئات إلى المواد الراتنجية بنسب وزنية مختلفة لتغيير خواصها والحصول على خواص جديدة ، وتضاف المالئات إلى راتنج البولي أستر لغرضين الأول لتقليل الكلفة لكلفتها المنخفضة مقارنة مع الراتنج والغرض الثاني هو إستخدامها في تقوية الراتنج [1]. تعتبر المواد السيراميكية أحد أنواع المالئات المضافة إلى الراتنجات والتي تعتبر من المالئات الجيدة نظراً لصلادتها المرتفعة ومقاومتها العالية للبلى ورديئة التوصيل للحرارة حيث تستخدم في العوازل الحرارية ومستقرة كيميائياً وإستقرارها في درجات الحرارة العالية. ومن المواد السيراميكية أُوكسيد السليكون ،أُوكسيد المغنيسيوم، الأُلومينا وغيرها [2].

قام الباحثان شهاب وفرح بإضافة الكاؤلين كمادة مدعمة لبوليمر (PVC) ودراسة تأثير هذه الإضافة على بعض العوامل المؤثرة على متانة العزل الكهربائي حيث أظهرت النتائج تناقص متانة العزل بزيادة نسبة الكاؤلين المضافة [3]. قام الباحثون عبد الرحيم ،أحمد ،مروة بدراسة تأثير إضافة فلوريد الليثيوم إلى بولي مثيل ميثاكريلايت حيث أظهرت النتائج تغير التوصيلية الكهربائية المستمرة مع زيادة تركيز المضاف الملحي الملحي وزيادة درجة الحرارة[4]. قام الباحثان قحطان وعلي بدراسة تأثير أُوكسيد المغنيسيوم على المُوصِلية الحرارية لراتنج البولي أستر غير المشبع حيث تم زيادة العزل الحراري لهذا الراتنج بعد إضافة الأُوكسيد إليه [5]. قامت الباحثات شيماء جابر ،سندس عباس ،وحنين زهير بدراسة تأثير التقوية بدقائق الألمنيوم على الموصلية الحرارية ومقاومة الصدمة لراتنج الفنيل أستر غير المشبع [6]. قام الباحثون علي،علي ،وعبد الله 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 [7].

راتنج البولي أستر غير المشبع (Unsaturated polyester resin) .

ينتمي راتنج البولي أستر غير مشبع إلى مجموعة الراتنجات المتصلدة بالحرارة والذي يتصف راتنج البولي أستر بخواص حرارية جيدة و يمتاز بمقاومة كهربائية ممتازة ومقاومة كيميائية للمذيبات والأحماض والأملاح ومقاوم للتآكل والتأثيرات البيئية ولكنه يتصف بالضعف والهشاشة [8]. الشكل رقم (1) يوضح التركيب الكيميائي لراتنج البولي أستر غير المشبع .



الشكل رقم(1): التركيب الكيميائي لراتنج البولي أستر غير المشبع [8]

الجزء العملي (Experimental Work) .

يتضمن الجزء العملي على ما يلي :

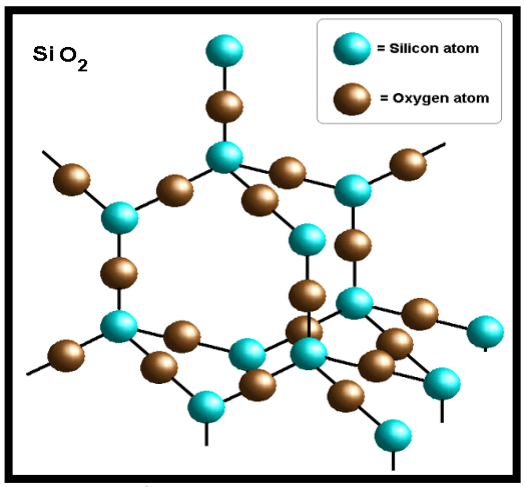
أولاً– المواد المستخدمة في البحث . تم في هذا البحث إستخدام المواد التالية :

1– راتنج البولي أستر غير المشبع (Unsaturated Polyester Resin) : تم إستخدام راتنج البولي أستر غير المشبع (Palatel A420) وهو مجهز من قِبل شركة (Aktiengesellschaft BASF) . الجدول رقم (1) يوضح بعض خواص هذا الراتنج .

الجدول رقم (1) : بعض خواص راتنج البولي أستر غير المشبع[8]

Property	Thermal Conductivity(W/m.ºC)	Electrical Resistivity ,(Ω-m)	Density(g/cm^3)
Value	0.288	10^{13}	1.04

2– أُوكسيد السليكون (SiO_2): إستخدم أُوكسيد السليكون بحجم حبيبي (10 µm) ونقاوة (99.5%) . الشكل رقم (2) يوضح التركيب الكيميائي لأُوكسيد السليكون .



الشكل رقم (2) : التركيب الكيميائي لأُوكسيد السليكون[2]

ثانياً- تحضير النماذج الإختبارات .

تكون نماذج إختبار الموصلية الكهربائية بشكل أقراص دائرية بقطر (15mm) وسمك (3mm) أما نماذج إختبار الموصلية الحرارية فتكون بقطر (25mm) وسمك (3mm) وهي تحضر كالآتي : يتم خلط كمية من راتنج البولي أستر غير المشبع بالمادة المصلدة والتي هي مادة بيروكسيد مثيل أثيل كيتون(MEKP) بنسبة (2%) ، ثم يتم إضافة أُوكسيد السليكون إلى الخليط بنسب وزنية مختلفة (5%،15%،25%) ويخلط هذا المزيج جيداً ثم يصب في القالب وتترك في القالب لتتصلب بشكل نهائي ، بعدها تستخرج من القالب وتوضع في فرن درجة حرارته (75ºC) ولمدة ساعتين لإكمال التصلب .

ثالثاً- قياس الموصلية الكهربائية .

تم إستخدام المعادلة التالية لحساب الموصلية الكهربائية [4]:

$$\sigma_v = \frac{1}{\rho_v} = \frac{L}{RA}$$

حيث :

σ_v= الموصلية الكهربائية الحجمية $(ohm.cm)^{-1}$.

ρ_v = المقاومية الحجمية .

R= المقاومة الحجمية (ohm).

A = المساحة المؤثرة لقطب الوقاية .

L = متوسط سمك النموذج (cm).

رابعاً- قياس الموصلية الحرارية .

يمكن إستخدام قانون فورير(Fourier Law) في حساب معامل التوصيل الحراري (k) وينص هذا القانون على [5]:

$$-k = Q \Big/ A \times \left(\Delta T \Big/ \Delta X \right)$$

حيث :

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

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

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

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

الشكل رقم (3) يوضح جهاز قياس المُوصِلية الحرارية (Heat Conduction Unit) والمصنع من قبل شركة (P.A.Hilton Ltd England) .

الشكل رقم (3) : جهاز قياس الموصلية الحرارية

النتائج والمناقشة (Results & Discussion).

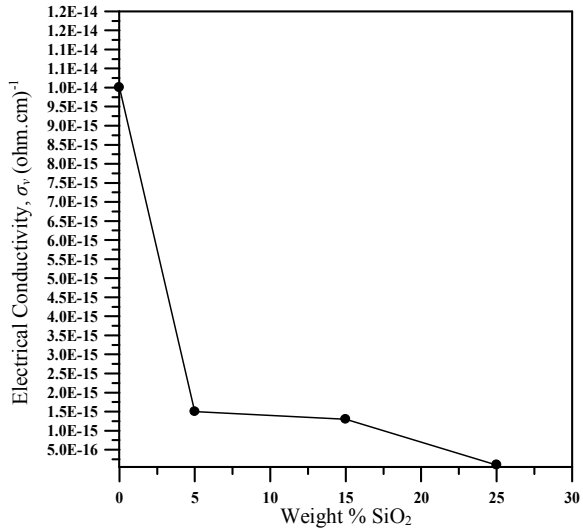
الشكل رقم (4) يمثل الموصلية الكهربائية لراتنج البولي أستر غير المشبع قبل وبعد التقوية بدقائق أُوكسيد السليكون حيث نلاحظ من خلال هذا الشكل بأن إضافة أُوكسيد السليكون إلى راتنج البولي أستر غير المشبع تؤدي إلى إختزال الموصلية الكهربائية للراتنج بسبب كون هذا الأُوكسيد من الأكاسيد السيراميكية والتي تعتبر من العوازل الكهربائية ويزداد العزل الكهربائي للراتنج مع زيادة النسبة الوزنية لأُوكسيد السليكون المضافة [9].

الشكل رقم (5) يمثل الموصلية الحرارية لراتنج البولي أستر غير المشبع قبل وبعد التقوية بدقائق أُوكسيد السليكون ، حيث تبدأ الموصلية بالإرتفاع مع زيادة درجة الحرارة ويرجع السبب في ذلك إلى الإهتزازات في الهيكل الداخلي للراتنج التي تزداد بإرتفاع درجة الحرارة [5]. إن هذه الإهتزازات تبدأ بالإنخفاض عند إضافة المالئات إلى الراتنج والتي تعمل على إعاقة الإهتزاز وبالتالي إنخفاض قيمة الموصلية الحرارية . تزداد نسبة العزل الحراري عند إضافة (5%) من أُوكسيد السليكون نتيجة لإعاقة الإهتزاز الهيكلي الداخلي من قبل الأُوكسيد ، إضافة إلى إن أُوكسيد السليكون رديئ التوصيل للحرارة نظراً لكونه من الأكاسيد السيراميكية كما ذكرنا [10]. إن هذا السلوك يستمر مع زيادة نسبة أُوكسيد السليكون المضاف إلى(15%) و (25%) على التوالي .

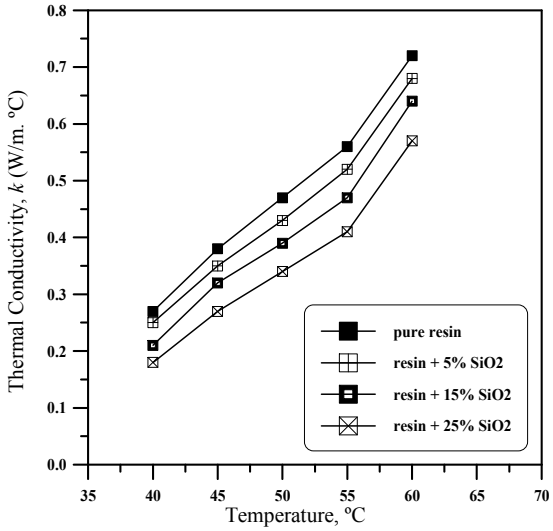
الإستنتاجات (Conclusions) .

1- زيادة معدل العزل الكهربائي مع زيادة نسبة أُوكسيد السليكون المضافة إلى راتنج البولي أستر غير المشبع . حيث إنخفض التوصيل الكهربائي من ($1 E^{-14}$) قبل إضافة الأُوكسيد إلى ($1 E^{-16}$) بعد إضافة (25%) من أُوكسيد السليكون عند درجة حرارة (40 °C) .

2- إنخفاض الموصلية الحرارية مع تحسن العزل الحراري للراتنج بإضافة أُوكسيد السليكون حيث إنخفضت الموصلية من (0.72 W/m. ºC) قبل إضافة الأُوكسيد إلى(0.57 W/m. ºC) بعد إضافة (25%) من أُوكسيد السليكون عند درجة حرارة (60 °C).



الشكل رقم (4) :
الموصلية الكهربائية لراتنج البولي أستر غير المشبع قبل وبعد التقوية بدقائق أوكسيد السليكون
عند درجة حرارة (40 °C)



الشكل رقم (5) :
الموصلية الحرارية لراتنج البولي أستر غير المشبع قبل وبعد التقوية بدقائق أوكسيد السليكون
عند درجة حرارة (60 °C)

REFERENCES المصادر

1- Autar K. Kaw "Mechanics of Composite Materials" , 2nd Edition , Taylor & Francis Group, LLC , 2006.

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

3- د.شهاب أحمد زيدان الجبوري ،فرح جميل إبراهيم الزبيدي " تأثير بعض العوامل في متانة العزل الكهربائي لمتراكبات (PVC–كاؤلين) " ،مجلة الهندسة والتكنولوجيا ،المجلد (29) ،العدد (3) ، 2011 صفحة 103-116.

4- Abdul-Raheem K. AbidAli., Ahmed Hashim, Marwa Abdul-Muhsien "Effect of addition Lithium Fluoride on some Electrical properties of poly-methyl methacrylate " , The Iraqi Journal For Mechanical And Material Engineering, Special Issue (A) , 2nd Conference of Engineering College , Babylon University , 2010 , PP.102 – 108 .

5- Dr. 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.

6- 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.

7- 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 75-82.

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

9- M. Szczepanik, J. Stabik, M. Tazarczyk, A. Dybowska, "Influence of graphite on electrical properties of polymeric composites". Int. Sci. J. Materials and Manufacturing Enggineering. Vol. 37, Issue 1, May 2009, PP37-44.

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