تحسين المقاومة الحرارية لمادة بوليميرية مقواة بألياف من الزجاج بإستخدام معيقات اللّهَب من ثالث أُوكسيد الأنتيمون

علي جاهل سلمان / مدرس مساعد
المعهد التقني – بابل

الخلاصة :

في الدراسة الحالية تم إستعراض طريقة تحضير ثالث أُوكسيد الأنتيمون وطريقة تصنيع الطبقة العازلة المكونة من هذا الأُوكسيد التي تكون بشكل طبقة طلاء بسمك (3mm) يتم لصقها على مادة متراكبة بوليميرية مكونة من راتنج البولي أستر غير المشبع المقوى بحصيرة من ألياف الزجاج نوع –R ، حيث تعمل هذه المادة المتراكبة كمادة لاصقة وداعمة لطبقة الأُوكسيد العازلة والمعيقة للّهب . ولتقييم كفاءة ثالث أُوكسيد الأنتيمون في العزل الحراري وإعاقة اللّهب فقد تم إجراء إختبار التعرية الحرارية بالشُعلة الغازية عليه وبدرجة حرارة (2000°C). لقد أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من إختبار التعرية الحرارية بالشُعلة الغازية كفاءة ثالث أُوكسيد الأنتيمون كمادة معيقة للّهب من خلال توفيره للحماية لطبقة المادة المتراكبة التي تحته من اللّهب وعدم فشلها المبكر في درجات الحرارة المرتفعة .

الكلمات الدالة : مادة معيقة للّهب ، مادة متراكبة ، المقاومة الحرارية .

IMPROVING THERMAL RESISTANCE FOR POLYMERIC MATERIAL REINFORCED BY FIBERS BY USING OF FLAME RETARDANTS FROM ANTIMONY TRIOXIDE

Ali J. Salaman / Assist Lecturer / Technical Institute-Babylon

Abstract

This study introduced a material combined between these characteristics , this material is antimony trioxide. In the present study , the preparation method of antimony trioxide and manufacturing method to form insulation layer from this oxide as a thickness of coating layer (3mm) were expressed , which paste on the composite material consist from unsaturated polyester resin and glass fibers type-R , which acts as a paste and hold material to the insulation and flame retardant oxide. Thermal erosion test was done with gas torch to evaluate the performance of the antimony trioxide efficiency to thermal insulation and flame retardancy. The result obtained from thermal erosion test done at (2000°C) were showed that the antimony trioxide efficiency of as a flame retardant material .

Keywords: Flame Retardant Material, Composite Material, Flame Resistance.

المقدمة (Introduction) .

تُعرَفْ المواد المعيقة للّهَبْ على إنها مواد كيميائية لها القدرة على تحمل اللّهب المباشر حيث تعمل على منع نفاذه داخل المادة وكذلك منع إنتشاره وحتى إخماده بشكل كامل ،وتضاف إلى مواد ليس لها القدرة على مقاومة اللّهب لتحسين خواصها الحرارية [Ali,2003] . وتضاف المواد المعيقة للّهب أثناء أو بعد تصنيع المواد المراد حمايتها من الإحتراق . إن تطور معيقات اللّهب سمح بالإستعمال الآمن للمواد التي لها القابلية للإشتعال عن طريق خفض قابليتها للإشتعال وخفض معدل إحتراقها [Cynthia,2000]. تحتوي معظم معيقات اللّهب على عناصر الفسفور والأنتيمون و الكلور و البروم و البورون والنتروجين ،ومن الأمثلة عليها هي أكاسيد الأنتيمون وخاصة ثالث أُوكسيد الأنتيمون والمواد التي تحتوي على عناصر الكلور و البروم التي تدعى بالمركبات الهالوجينية مركبات كل من الفسفور والبورون والنتروجين [Heinrich,2000] .

هنالك إسلوبان معروفان لإعاقة اللّهب ويعتمد الأسلوب الأول على منع وصول الأوكسجين إلى منطقة اللهب عن طريق توليد غازات غير قابلة للإحتراق حيث تسبب هذه الغازات في تسمم االلّهب بالجذور الحرة وإخماده . أما الإسلوب الثاني فإنه يعتمد على نظرية الإلتهاب الحرارية (Thermal flame theory) والتي تنص على إن معيقات اللّهب تحتاج إلى طاقة حرارية كي تتفكك مما يؤدي إلى خفض حرارة سطح المادة إلى درجة حرارة أقل من درجة إتقادها وبالتالي يتوقف الإحتراق [Akram,1993] . تهدف الدراسة الحالية إلى تحضير وتصنيع مادة معيقة للّهب مكونة من ثالث أُوكسيد الأنتيمون(Antimony trioxide) لها القدرة على إعاقة إنتشار اللّهب وبالتالي إخماده مما يقلل من الأخطار المتولدة من الحرائق ، و تصنيع عازل حراري متقدم من ثالث أُوكسيد الأنتيمون يستطيع تحمل درجات حرارية عالية تصل إلى أكثر من (2000ºC) إلى جانب إعاقته لإنتشار اللّهب ويتم ذلك عن طريق إختبار التعرية الحرارية [Ali,2003].

ثالث أُوكسيد الأنتيمون (Antimony Trioxide) .

ينتمي ثالث أُوكسيد الأنتيمون إلى مجموعة معيقات اللّهب غير العضوية ويمتلك الصيغة الكيميائية (Sb_2O_3) أو (Sb_4O_6) ، ويكون ذا لون أبيض أو عديم اللون إعتماداً على بنيته الداخلية ، حيث يكون التركيب المكعب عديم اللون، بينما يكون التركيب المعيني ذا لون أبيض [EFRA,2002] . يكون ثالث أُوكسيد الأنتيمون المكعب مستقراً تحت درجة حرارة (570^oC) ، في حين إن ثالث أُوكسيد الأنتيمون المعيني يكون مستقراً فوق درجة حرارة (570^oC) [Chemserve,2000]. **الجدول رقم (1)** يبين بعض خواص ثالث أُوكسيد الأنتيمون(Sb_2O_3) ، و**الشكل رقم(1)** يبين التركيب الكيميائي لهذا الأُوكسيد .

الجزء العملي (Experimental Part) .

1- المواد المستخدمة في البحث .

1- ثالث أُوكسيد الأنتيمون (Sb_2O_3) : مجهز من شركة (BDH Chemical Ltd Pool England) وبحجم حُبَيبي مقداره(15μ) .

2- راتنج البولي أستر غير المشبع(Palatel A420): والموضح تركيبه الكيميائي في **الشكل رقم (2)**. الراتنج مجهز من قبل شركة (BASF Aktiengesellschaft).

3- حصيرة من ألياف الزجاج (0°-45°) نوع -R ذات كثافة ($2.5g/cm^3$) وهي مجهزة من شركة (K and C Moulding Ltd).

2- نماذج إختبار التعرية الحرارية .

تتكون نماذج إختبار التعرية الحرارية من طبقتين ،الطبقة الأولى متكونة من ثالث أُوكسيد الأنتيمون(Sb_2O_3) وتكون بسُمكْ(3mm)، تليها طبقة المادة المتراكبة المكونة من راتنج البولي أستر غير المشبع و ألياف الزجاج وتكون بسُمكْ(5mm)، لذلك يكون مجموع سمك النموذج (8mm) و**الشكل رقم (3)** يمثل تخطيطياً لشكل لنموذج إختبار التعرية الحرارية. طريقة تصنيع نماذج إختبار التعرية الحرارية تتم بتهيئة قطع دائرية الشكل من الألياف الزجاجية وبقطر (80mm) وبنفس أبعاد القالب المعدني الموضح في **الشكل رقم (4)** إذ تم إستخدام القولبة اليدوية في تحضير هذه النماذج . تم طلاء القالب المعدني بمادة الورنيش لتفادي إلتصاق النماذج بعدها يرش القالب بمادة بولي فنيل الكحول الذي يسهل فصل النماذج من القالب .

يتم إضافة المادة المعجلة إلى راتنج البولي أستر غير المشبع وتخلط جيداً معه تسمى هذه المادة (Cobalt Octoatel) والتي تحتوي على كوبالت فعال بنسبة (6%) [Ali,2003]. بعدها تضاف إليه المادة المصلدة (بيروكسيد مثيل أثيل كيتون) بنسبة (2%) . يتم وضع كمية من الراتنج على سطح القالب الداخلي وتنشر بفرشاة لضمان توزيعه بانتظام بعدها توضع الطبقة الأولى من الألياف ثم نضع كمية أخرى من الراتنج عليها وهكذا لبقية الطبقات لتتكون مادة متراكبة بالسمك المطلوب . تم إستخدام الطريقة الوزنية في حساب كمية كل من الألياف والراتنج المستخدمة في تصنيع المادة المتراكبة ،حيث إستُخدم (40%) نسبة وزنية من راتنج البولي أستر غير المشبع و(60%) نسبة وزنية من ألياف الزجاج. بعد ذلك توضع المادة المعيقة للّهب وهي ثالث أُوكسيد الأنتيمون على المادة المتراكبة ويتم كبسها في القالب وتترك لتتصلب . بعدها يتم إستخراج المادة المتراكبة ووضعها في فرن درجة حرارته (75°C) لإكمال التصلب .

3- إختبار التعرية الحرارية .

إستُخدم في هذا الإختبار الشعلة الغازية وتبلغ درجة حرارتها (2000ºC) حيث تم إختبار المادة المعيقة للّهب وهي ثالث أُوكسيد الأنتيمون بطريقة حساب درجة حرارة السطح وكما موضح في **الشكل رقم (5)** وتسليطها بمسافات (20mm, 15, 10, 5) .

ومن أجل قياس وخزن درجات الحرارة خلف النموذج والوقت (بالثواني) فقد تم إستخدام بطاقة التحويل (AD) والتي يطلق عليها منظومة المراقبة الحرارية والموضحة في **الشكل رقم (6)** والتي تثبت في الحاسوب الإلكتروني . تم تصميم هذه البطاقة من قبل قسم الهندسة الميكانيكية/جامعة تكريت والتي تؤمن الإظهار المباشر لتغير كل قراءة مع الزمن على واجهة شاشة الحاسوب والتي يتم الحصول عليها من خلال مزدوج حراري نوع K موصول في الجهة المقابلة للشُعلة الحرارية .

النتائج والمناقشة (Results and Discussion) .

الشكل رقم (7) يمثل إختبار التعرية الحرارية بالشعلة الغازية على المادة العازلة والمعيقة للّهب وهي ثالث أُوكسيد الأنتيمون وبمسافة تسليط للشعلة قدرها (5mm) حيث تبدأ درجة حرارة السطح الواقع خلف الشعلة الحرارية بالإرتفاع مع زيادة الفترة الزمنية لتسليط الشعلة . أن هذه الزيادة في درجة حرارة السطح تقود إلى تقدم اللّهب داخل المادة المعيقة للّهب وإختراقه لها مسبباً إندفاع الحرارة إلى الداخل مما ينتج عنه إنهيار المادة المعيقة للّهب مع مرور الزمن .

الشكل رقم (8) يمثل إختبار التعرية الحرارية بالشعلة الغازية على ثالث أُوكسيد الأنتيمون وبمسافة إختبار (10mm) حيث نلاحظ من هذا الشكل زيادة الفترة الزمنية لإنهيار المادة المعيقة للّهب مقرونة بإرتفاع درجة حرارة السطح الواقع خلف الشعلة الحرارية إلى حد أقل مما كان عليه في حالة كون المسافة (5mm) ، ويعود هذا السلوك إلى إنخفاض في كمية الحرارة التي تصل إلى ثالث أُوكسيد الأنتيمون من الشعلة الحرارية بزيادة مسافة تسليط الشعلة مما يؤدي إلى تقليل إختراق الشعلة للعازل وبالتالي زيادة الفترة الزمنية لمقاومة إنتشار اللّهب .

الشكل رقم (9) يبين إختيار التعرية الحرارية بالشعلة الغازية و الشعلة الأُوكسي أستلينية على ثالث أُوكسيد الأنتيمون وبمسافة تسليط للشعلة الحرارية مقدارها (15mm) . فبالنسبة للشعلة الغازية فانه بزيادة مسافة تسليط الشعلة تزداد الفترة الزمنية لإنهيار المادة المعيقة للّهب مع زيادة درجة حرارة السطح وبشكل أقل مما في الحالات السابقة .

الشكل رقم (10) يمثل إختبار التعرية الحرارية بالشعلة الغازية والمسلطة على ثالث أُوكسيد الأنتيمون وبمسافة إختبار (20 mm) حيث نلاحظ زيادة الفترة الزمنية لمقاومة ثالث أُوكسيد الأنتيمون بزيادة المسافة الفاصلة بينه وبين الشعلة الغازية ، حيث أرتفع الوقت المقاوم لإنهيار ثالث أُوكسيد الأنتيمون أي إرتفعت مقاومته للّهب وهذا يرجع إلى إنخفاض كمية الحرارة التي تصل إلى المادة المعيقة للّهب

وبالتالي زيادة مقاومتها لإختراق اللّهب . **الشكل رقم (11)** يمثل مقارنة بين الحالات الأربعة لتسليط الشُعلة .

الإستنتاجات (Conclusions).

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها يمكن الخروج بعدد من الإستنتاجات وهي :

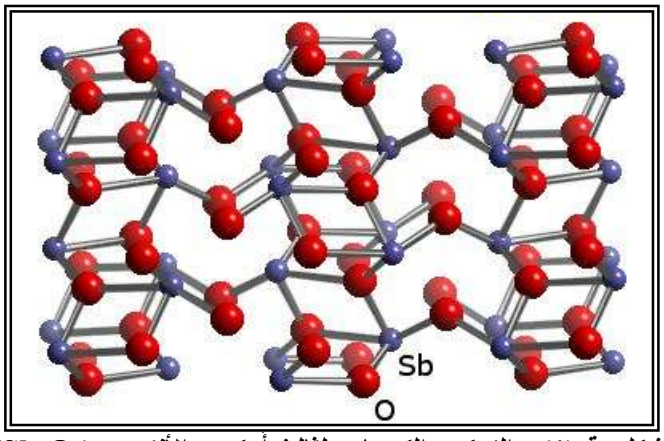
1- زيادة مقاومة المادة المتراكبة المكونة من راتنج البولي أستر غير المشبع المقوى بألياف الزجاج للحرارة عن طريق إستخدام تقنية الطلاء بطبقة من ثالث أُوكسيد الأنتيمون.

2- المقاومة العالية لطبقة ثالث أُوكسيد الأنتيمون لإختبار التعرية الحرارية .

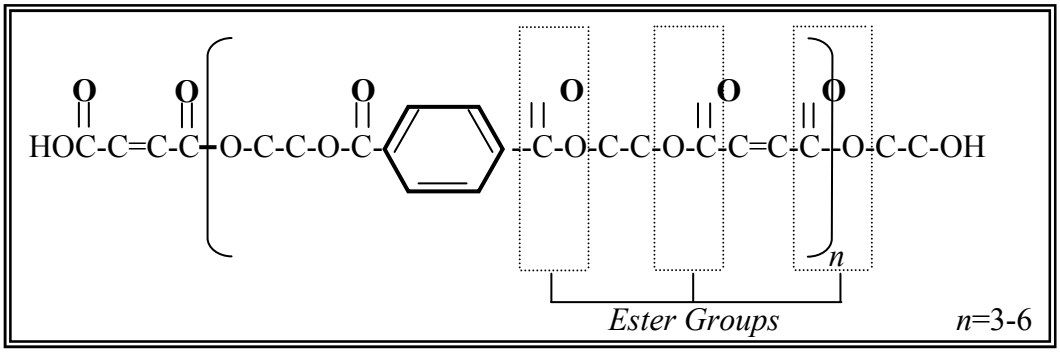
3- زيادة مقاومة طبقة ثالث أُوكسيد الأنتيمون للشعلة الحرارية كلما زادت المسافة الفاصلة بين الأُوكسيد والشعلة الحرارية المسلطة.

الجدول رقم(1) : خواص ثالث أُوكسيد الأنتيمون(Sb_2O_3) [ATSDR,1992]

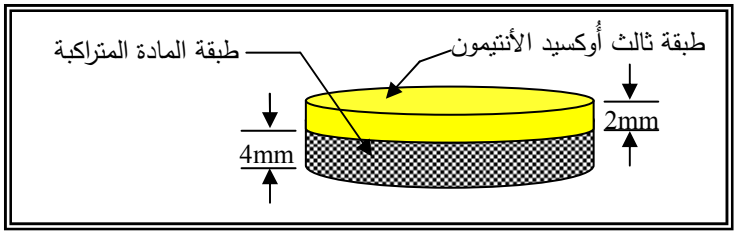
الخاصية	درجة الإنصهار (ºC)	درجة الغليان(ºC)	الكثافة(g/cm^3)
القيمة	656	1425	5.2(Cubic) , 5.67(Rhombohedral)



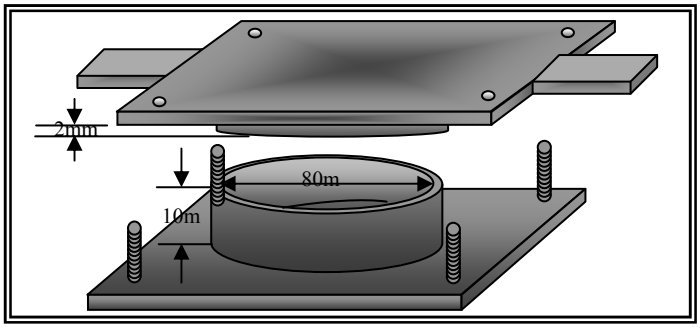
الشكل رقم(1) : التركيب الكيميائي لثالث أوكسيد الأنتيمون(Sb_2O_3)



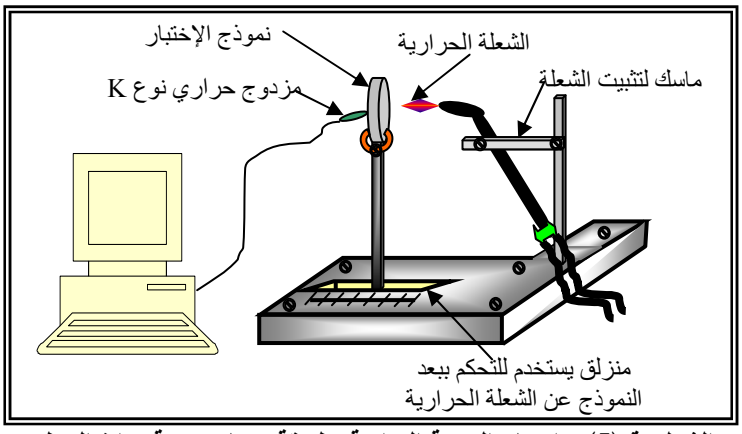
الشكل رقم(2): التركيب الكيميائي لراتنج البولي أستر غير المشبع[Ali,2003]



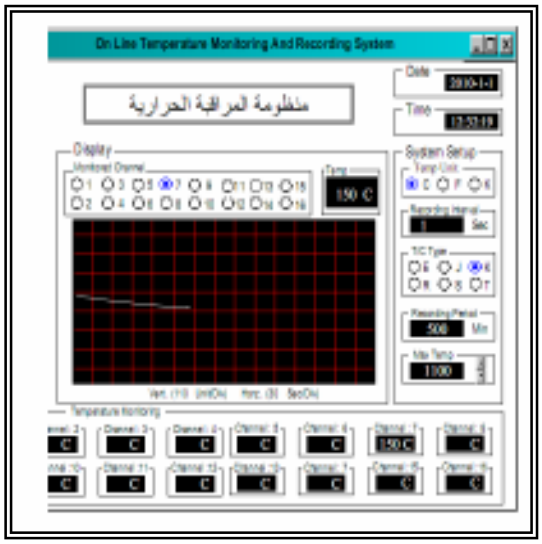
الشكل رقم(3) : شكل تخطيطي لنموذج إختبار التعرية الحرارية



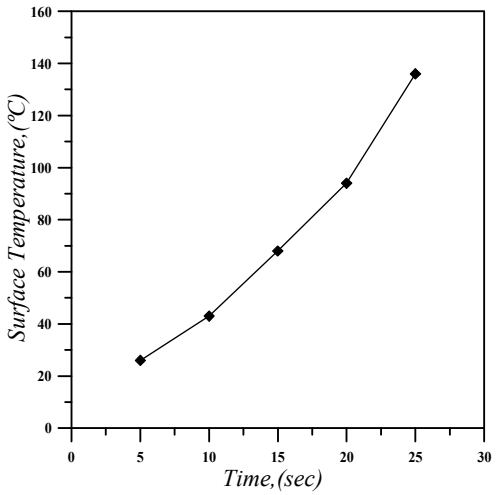
الشكل رقم(4) : القالب المستخدم في تصنيع نماذج إختبار التعرية الحرارية



الشكل رقم(5) : إختبار التعرية الحرارية بطريقة حساب درجة حرارة السطح

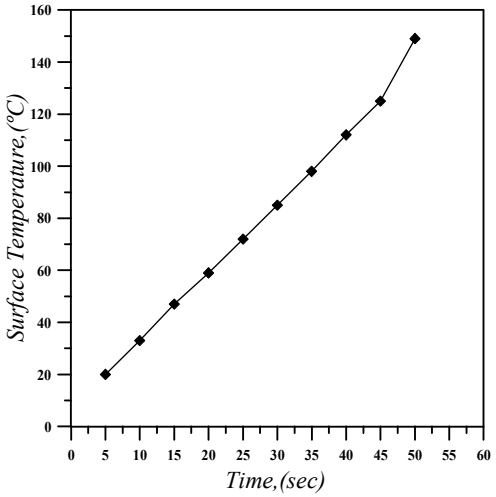


الشكل رقم(6) : منظومة المراقبة الحرارية



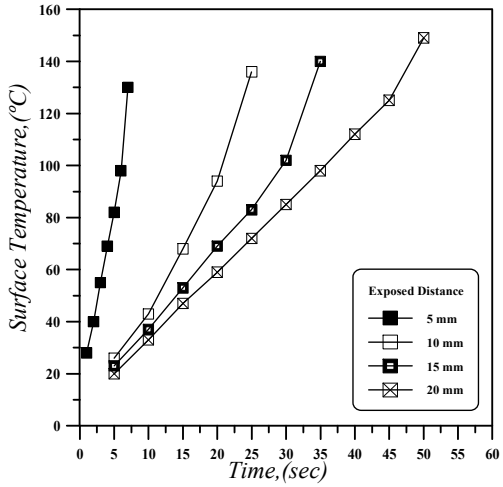
الشكل رقم (7): مسافة الإختبار 5mm

الشكل رقم (8): مسافة الإختبار 10mm



الشكل رقم (9): مسافة الإختبار 15mm

الشكل رقم (10): مسافة الإختبار 20mm



الشكل رقم (11): مقارنة بين الحالات الأربعة لتسليط الشُعلة

References (المصادر)

Agency for Toxic Substances and Disease Registry U.S.Public Health Service "Toxicological Profile for Antimony and Compounds ",September ,1992.

Akram Aziz Mohammad " Plastic Chemistry ", Books House Publishing – Mosul ,1993.

Ali I. Moslem " Study Using of Antimony Trioxide Material as a Flame Retardant Material ", M.Sc Thesis , Babylon University , Iraq ,2003.

Chemserve Company Limited , 2000 " Antimony Trioxide ".

Cynthia dewit " Brominated Flame Retardants ", Swedish Environmental protection Agency,2000.

European Flame Retardants Association(EFRA) " Flame Retardant Fact Sheet, Antimony Trioxide" , 2002.

Horacek ,Heinrich and pieh ,Stefan " The Importance of Intumescent Systems for Fire protection of plastic Materials ", polymer International ,49,2000.