تحضير بلاستك مقاوم للاحتراق بأستخدام مواد دقيقة غير هالوجينية

عباس خليل إبراهيم **حميد كاظم عباس** **منتهى نعمة ثويني**

كيمياوي القدم م.رئيس كيمياويين م. رئيس كيمياويين

وزارة العلوم والتكنولوجيا / دائرة بحوث المواد

الخلاصة

استخدمت مضافات لاعضوية صديقة للبيئة لتثبيط القابلية للاشتعال وزيادة مقاومة اشتعال البولي بروبيلين .حيث استخدم (هيدروكسيد المغنيسيوم) ($Mg(OH)_2$) واستخدم ($Mg(OH)_2$) مع (السيليكا الرغوية) (SiO_2) (Fumed Silica) لدراسة تأثير الفعل ألتآزري لهذين المركبين على مقاومة اللهب، ولقد تم اختبار نجاح هذين المركبين عن طريق الطرق المعتمدة والقياسية لبيان مدى كفاءة المضافات في إعاقة قابلية الاشتعال والمعتمدة من قبل الجمعية الأمريكية للفحص والمواد (ASTM) ومن خلال النتائج تبين بان أفضل نسبة من هيدروكسيد المغنيسيوم (Mg(OH)2) هي (50%) تكون الأكثر فاعلية في تثبيط لهوبية وزيادة مقاومة الاشتعال للبولي بروبيلين ، وان الفعل ألتآزري للسيليكا الرغوية مع هيدروكسيد المغنيسيوم أعطى أفضل نتيجة عند استخدام (8%، 5%) من السيليكا الرغوية (SiO_2) مع ($Mg(OH)_2$) ، وظهر إن هناك توافقية و امتزاجية جيدة (Compatibility) بين المضافات والبولي بروبيلين والتي تعد من المقومات الأساسية للحصول على أفضل النتائج في إعاقة اللهوبية للمواد.وكلما كانت درجة توزيع وانتشار دقائق المواد المضافة عالية كلما كانت النتائج أفضل.

كلمات مفتاحية : هيدروكسيد المغنيسيوم، السيليكا الرغوية،مقاومات اللهب غير هالوجينية، التأثير التناغمي ، و تفاعل ماص للحرارة

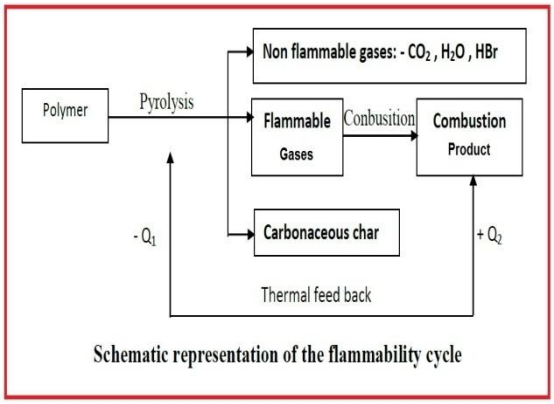
المقدمة

أصبح للمواد البوليمرية تطبيقات واسعة جداً حيث امتد استعمال هذه المواد والمواد المركبة إلى أن شمل معظم جوانب الحياة، ويعد هذا الامتداد والانتشار السريع ظاهرة استثنائية تدل على استمرار وزيادة استخدام هذه المواد مستقبلاً ، وبما إن قسماً من هذه

التطبيقات تتضمن التعرض إلى خطر الاشتعال أو الحرائق بوجود نسبة كافية من الحـــرارة أو وجود مصدر حراري إضافة إلى وجود نسبة كافية من أوكسجين الجو مما يزيـــد مـــن مخاطر الحريق الناشئة عنها .[2]

كما تختلف البوليمرات في درجة اشتعالها وقد يعتمد هذا الاختلاف على نوع المادة البوليمرية ومكوناتها ودرجة تعرضها إلى مصدر الاشتعال . [4]

إن عملية احتراق المواد البوليمرية بوجود مصدر حـــراري وكميـــة كافيـــة مـــن أوكسجين الجو تتضمن سلسلة من التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تحـــدث لكـــل مـــن البوليمر والمحيط يمكن تمثيل دوره عملية احتراق البوليمر بالشكل الاتي :



مخطط (1)عملية الاحتراق للمواد

إن الغازات غير القابلة للاشتعال Non Flammable Gases تخفف مـــن المـــواد المتطايرة القابلة للاشتعال Volatile Materials وتوفر جواً خـــاملاً يشـــكل Inert Atmosphereغطاءا غازيا بين الأوكسجين والمنطقـــة المحترقـــة، إمـــا الفحـــم Char المتكون من خلال عملية التحول الحراري فأنه يشكل عازلاً مستقراً حرارياً يحمي البوليمر من الحرارة. [5]

أن عملية الاحتراق تتضمن سلسلة تفاعلات جذور حـــرة (Free-Radical Chain Reaction) والتي تتضمن خطوات الابتداء (Initiation) والنمو (Propagation) والانتهاء (Termination).

على الرغم من حدوث أنواع مختلفة من التفاعلات أثناء احتراق المادة البوليمريـــة فأن تفاعلات الجذور الحرة هي السائدة والمعادلات الاتية توضح أهم التفاعلات المتسلسلة أثناء الاحتراق. [6]

الجذور الحرة تكون الأساس في استمرار اللهب. [2]

Hydrocarbon Fragment

$$RH + H\dot{O} \rightarrow \dot{R} + H_2O \quad (3\text{-}1)$$

$$\dot{R} + O_2 \rightarrow RCHO + H\dot{O} \quad (4\text{-}1)$$

$$2H\dot{O} + CO \rightarrow CO_2 + H_2O \quad (5\text{-}1)$$

$$\dot{H} + O_2 \rightarrow HO + \dot{O} \quad (7\text{-}1)$$

$$\dot{O} + H_2 \rightarrow H\dot{O} + \dot{H} \quad (6\text{-}1)$$

$$\dot{H}, H\dot{O}, H\dot{O}\dot{O}, \dot{O}$$

وعلى الرغم من إن معظم المواد البوليمرية تمتلك مقاومة ذاتية للاحتراق تحت ظروف معينة من تدفق (Flux)الحرارة والأوكسجين ، فأنه لتقليل لهوبية البوليمرات بصورة عامة تم استخدام مواد كيمياوية كمعوقات للهب (Flame – retardant) وهذه المواد أما تكون بشكل مضافات (Additives) والتي تسمى أيضا بمعوقات اللهب الخارجية (External-flame Retardant) [7]وهي عبارة عن مواد كيمياوية تمتاز بكونها ، اولاً غير فعالة تمزج مع المواد البوليمرية دون حدوث أي تفاعل كيميائي معها ،ثانياً تكون كجزء أساسي من تركيب البوليمر وهذا ما يطلق عليه بمعوقات اللهب الداخلية(Internal-flame Retardant). [1]

وهناك أنواع عديدة من المركبات التي تستعمل كمانع للاحتراق منها المعادن اللاعضوية والفوسفات العضوي والمركبات الهالوجينية وكل هذه المركبات لها القابلية على تقليل اللهب وخمد الدخان المتحرر من البلاستيك والمركبات الأخرى ففي عام 1993 قامت الولايات المتحدة بإنفاق 810 مليون دولار على المضافات التي تعمل على منع او تقليل الاحتراق وزادت لتصل إلى مليار دولار عام 1998 حيث كانت تعد جزء صغير من السوق العالمية ، هنا بدأ هيدروكسيد المغنيسيوم بجذب الانتباه بسبب أدائه العالي ورخص ثمنه وقلة سميته. [8]

طرائق العمل

المواد الاولية

1- البولي بروبيلين Polypropylene

وهو من شركة سابك (السعودية)

2- هيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$

استخدم النوع التجاري وذلك لتقليل الكلفة

خصائص ($Mg(OH)_2$)

1- مواد مالئة ومانعة للاحتراق وخامد للدخان في نفس الوقت

2- مقبول بيئياً بعكس المركبات الهالوجينية التي تحرر الكلوريدات والبروميدات السامة

3- مركب غير هالوجيني (HFFR) (halogen free flame retardant)

4- غير آكل (non corrosive)

5- يقلل من كثافة الدخان

6- غير متطاير

7- خامل بصورة عالية

8- مستقر حرارياً لدرجة أعلى من 340 درجة مئوية.

9- اقتصادي قارنة بالهالوجينات [9]

ميكانيكية عمل هيدروكسيد المغنيسيوم

إن ميكانيكية العمل لهذا المركب هي عند تسخين المركب إلى درجة حرارة عالية يتحول هيدروكسيد المغنيسيوم ($Mg(OH)_2$) إلى اوكسيد المغنيسيوم (MgO) وبخار الماء (H_2O).

$$Mg(OH)_2 \longrightarrow MgO+H_2O$$

- حيث يعمل التفاعل الماص للحرارة (Endothermic) على اختزال الحرارة الناتجة عن الاحتراق. [10]
- يعمل بخار الماء الناتج عن التحلل بالاحتراق على تكوين طبقة بخار حامية من اللهب في الطور الغازي للسطح.
- يعمل اوكسيد المغنيسيوم (MgO) والناتج كمركب وسطي والذي يمتاز بسطحه الفعال على امتصاص وتقليل كثافة الدخان.
- تركيب هيدروكسيد المغنيسيوم الخامل يعمل على تكوين طبقة حامية تمنع انتشار اللهب[11]

3- السيليكا الرغوية

تمتاز بأنها تمتلك كثافة واطئة جداً (low bulk density) ومساحة سطحية عالية جداً (high surface aria) ($600m^2/gm$)وحجم حبيبي قليل يتراوح بين (150–250) نانومتر وكذلك بسبب شكلها الثلاثي الأبعاد تعمل على زيادة اللزوجة، وتمتاز بتغير الانسيابية عند استخدامها كمثخن أو مقوي للبوليمر.[1]

وكذلك تعمل على مقاومة اللهب بسبب الفعل ألتآزري بينها وبين هيدروكسيد المغنيسيوم ولكن بنسب معينة إذ إن الزيادة من السيليكا الرغوية تعمل عملاً عكسياً في هذه الحالة.[3]

الأجهزة المستخدمة

1- جهاز عجن الحبيبات البوليمرية موديل (Brabender) ومنشأ (Germany)
2- المكبس الحراري موديل (Moore) ومنشأ (England).
3- قوالب الكبس والتي تم تصنيعها محلياً من قبلي في ورش الحدادة المحلية وهي بقياس (3 ملم سمك وبشكل مربع بطول 15 سم للضلع).
4- ورق الألمنيوم وذلك لاستخدامه كطبقة عازلة بين البلاستك والمكبس لمنع التصاق البوليمر بالمكبس وهو متوفر في الأسواق المحلية.

تحضير النماذج

حضرت النماذج للتجربة الأولى استخدام ($Mg(OH)_2$) وعددها (8) حيث كانت النسب بالتدريج (0%,5%,10%,15%,20%,30%,40%,50%) وكان الوزن الإجمالي للخليط (60) غرام وهذه القدرة الاستيعابية لخزان عجانة الحبيبات البوليمرية باستخدام ميزان ذو مرتبتين بعد الفارزة عجن الخليط بالجهاز بدرجة حرارة تتراوح بين(180–190) درجة مئوية ولمدة تتراوح بين (10–20) دقيقة ، حيث كانت النماذج الثلاث الأولى (0%,5%,10%) بدرجة حرارة (180) درجة مئوية ولمدة (10) دقيقة ، أما بالنسبة للنماذج الرابع والخامس (15%,20%) فكانت درجة الحرارة (185) درجة مئوية وذلك لان المادة المالئة تعمل على رفع درجة انصهار البوليمر عادةً وكذلك احتجنا إلى زيادة الوقت إلى (15) دقيقة وذلك للتأكد من تجانس الخليط وتداخله بعضه مع بعض.

أما بالنسبة للنموذج السادس والسابع والثامن (30%,40%,50%) فكانت نسبة الهيدروكسيد عالية مما عانينا صعوبة في خلط المزيج بسبب قدم الجهاز وصغر حجمه

وكذلك اضطررنا لزيادة وقت العجن إلى(20) دقيقة لزيادة التجانس وكذلك رفع الحرارة إلى (190) درجة.

أخذت النماذج وهي ساخنة قبل أن تبرد وتتصلب حيث تمتاز بقابلية الكبس وتم وضع النموذج في القالب وتم تعريضه لدرجة حرارة (190) درجة مئوية وضغط (15 بار) ولمدة (5) دقيقة داخل المكبس الحراري وبعد ذلك يتم رفع الضغط عن القالب المغلف بورق الألمنيوم .

ويترك حتى يبرد للحصول على قالب من البوليمر صقيل ومتساوٍ وكذلك لسهولة إزالة ورق الألمنيوم عن البوليمر .

اجريت هذه العملية على جميع النماذج بنفس الضغط والحرارة والوقت ما عدا النماذج (6,7,8) والتي احتاجت إلى حرارة (200) درجة مئوية ووقت (10) دقائق وذلك بسبب قوة وصلابة الخليط بسبب زيادة نسبة هيدروكسيد المغنيسيوم،وهذا الإجراء كان من الممكن تجاوزه لو كان الجزء الخاص بتشكيل النماذج (Extruder) لجهاز العجن(Brabender) صالح للعمل.

ومن المهم التأكد من عدم تكون فقاعات في النموذج المكبوس لأنها قد تؤثر عند إجراء الفحوصات وان من أسباب تكون الفقاعات هي زيادة درجة حرارة الكبس فوق المطلوب مما يؤدي إلى تكون الهواء داخل النموذج وبالتالي فشله وإعادة كبسه من جديد.

أما بالنسبة السيليكا الرغوية ،فبعد الحصول على النموذج الذي يمتاز بأعلى مقاومة للاحتراق ،وبعد الفحوصات المتبعة تبين انه النموذج رقم (8)وبنسبة (50%) من هيدروكسيد المغنيسيوم ، حيث يتم إضافة السيليكا الرغوية إلى خليط البولي بروبلين وهيدروكسيد المغنيسيوم وبالنسب (1%.3%,5%,8%,12%,16) حيث كل نسبة من السيليكا النانوية تتناسب عكسياً مع نسبة هيدروكسيد المغنيسيوم أي كل وزن من السيليكا يتم إنقاصه من الهيدروكسيد مع ثبات وزن البولي بروبلين للحفاظ على نسبة البوليمر والحشوات ثابتة دون تغيير (60) غرام، وبعد ذلك تجرى نفس الخطوات السابقة وبنفس درجة الحرارة (190) درجة مئوية والوقت (20) دقيقة بالنسبة للعجن وكذلك بالنسبة للمكبس درجة الحرارة (190) درجة مئوية والضغط (15) بار والمدة (5) دقائق ولنفس القالب (3) ملم.

طرق الفحص المستخدمة لقياس اعاقة اللهوبية

اختيرت ثلاث طرق قياسية لفحص وقياس كفاءة المواد المستخدمة كمضافات (Additives) لغرض إعاقة لهوبية (Flame Retardant) البولي بروبلين وهذه الطرق معتمدة من قل الجمعة الأمريكة للفحص والمواد.(ASTM) American Society of Testing and Materials وهذه الطرق هي:-

1- **قياس معامل الأوكسجين المحدد** باستخدام طريقة الفحص(LOI) -ASTM:D 2863-74

تعد هذه الطريقة من الطرق القياسية المختبرية الواسعة الاستخدام في العالم في تحديد قابلية لهوبية المواد البوليمرية المختلفة وهذا يحصل من خلال قياس اقل كمية من غاز الأوكسجين (معبر عنها بالنسبة المئوية الحجمية لغاز الأوكسجين) واللازمة لاستمرار اشتعال المادة البوليمرية، المتدفق من خلال مزيج مكون من غازي الأوكسجين والنيتروجين إلى أنبوبة الاختبار، تستخدم هذه الطريقة لكافة المواد البوليمرية التي تكون بهيئة رقائق.

طريقة العمل

1- أجريت موازنة لأجهزة قياس جريان الغاز وذلك من خلال ربط جهازي قياس الجريان بصورة متوالية مع بعضهما البعض ثم امرر غاز النيتروجين أو الأوكسجين ومن خلالهما نظمت سرعة جريان الغاز بحيث كانت متساوية في كليهما.. ومن المستحسن إجراء عملية الموازنة هذه بشكل مستمر.

2- وضعت العينة بصورة عمودية داخل الماسك الخاص كما موضح بالشكل (1) وكانت النهاية العليا للنموذج على بعد 100 ملم على الأقل من القمة العليا لاسطوانة الزجاج المفتوحة من الخارج.

3- يتم المحافظة على ثبوت سرعة الجريان الحجمية لغاز النايتروجين بحيث يكون تركيزه (82%) خلال عملية الاختبار ويحافظ على سرعة الجريان الحجمية لغاز الأوكسجين بتركيز (18%) بالنسبة للعينات القابلة للاشتعال و (24%) بالنسبة للعينات الغير قابلة للاشتعال.

4- يسمح لمزيج الغازات في الجريان إلى داخل العمود الزجاجي لمدة (30) ثانية قبل البدء بعملية الاشتعال.

5- تنظيم لهب المشعل الحراري بحيث كان طوله يتراوح بين (10 – 25) ملم.

6- تشعل العينة من خلال إدخال المشعل الحراري داخل العمود الزجاجي (أنبوبة الاختبار) بحيث تلامس الشعلة الزرقاء القمة العليا لرأس العينة ويستمر تسليط اللهب لحين اشتعال العينة ، وبعد ذلك يبعد المشعل ونبدأ بحساب الزمن.

7- إذا كان تركيز الأوكسجين الجاري من خلال مزيج الأوكسجين- النيتروجين تكفي لاحتراق (50) ملم من العينة قبل حدوث إطفاء ذاتي أو استمرار الاحتراق لمدة ثلاث دقائق على الأقل.. يسجل عند ذلك تركيز الأوكسجين وكذلك تركيز النيتروجين الجاري خلال المزيج.

8- إذا حدث إطفاء ذاتي قبل الوصول إلى القياس المشار إليه بالفقرة (7) يتم زيادة حجم الأوكسجين وفي هذه الحالة يتم استبدال العينة.

9- يتم إعادة الخطوات من(1-8) لحين الوصول إلى أفضل قراءة وهي التي تمثل اقل تركيز لغاز الأوكسجين اللازم لاستمرار اشتعال 50 ملم من العينة أو استمرار الاشتعال لمدة ثلاث دقائق على الأقل قبل حدوث إطفاء ذاتي.

حساب معامل الأوكسجين المحدد بطريقة الفحص ASTM: D2863-74

يتم حساب معامل الأوكسجين المحدد (LOI) اللازم لإنجاز الاختبار من المعادلة التالية:

$$n\% = \frac{O_2\%}{O_2\% + N_2\%} \times 100$$

$N\%$ = معامل الاوكسجين المحدد

O_2 = سرعة الجريان الحجمية لغاز الاوكسجين سم3 / دقيقة

N_2 = سرعة الجريان الحجمية لغاز النتروجين سم3 / دقيقة

2- **قياس معاملات سرعة الاحتراق** – مدى الاحتراق – الزمن اللازم للاحتراق لحين حصول إطفاء ذاتي باستخدام طريقة الفحص ASTM:D-635

تعد هذه الطريقة من الطرق المختبرية المعتمدة عالمياً والتي تستخدم لقياس سرعة انتشار اللهب في المواد البولميرية المختلفة وحساب المدة الزمنية التي تستغرقها عملية الاحتراق وكذلك حساب معدل المسافة المحترقة من النموذج خلال تلك المرحلة الزمنية. وتستخدم بشكل واسع في المواد البوليمرية التي يمكن تحويلها إلى ألواح أو صفائح او قضبان

1- اختيرت ثلاث عينات على الأقل لكل نموذج وكانت كل عينة بطول 5 ± 125 ملم وعرض 12.5 – 13 ملم وقطر3 ملم وجعلت حافات العينة ملساء بعد عملية القطع.

2- استخدمت غرفة سحب الغازات المتوفرة في المختبر.

3- ثبتت العينة بشكل أفقيHorizontal Positionعلى المشبك المعدني .

4- نظمت فتحة مصباح بنزن بحيث نحصل على لهب ازرق ارتفاعه حوالي 25 ملم.

5- عرضت حافة العينة إلى لهب المصباح لمدة 30 ثانية أو لحين وصول اللهب إلى حافة25 ملم من حافة العينة وهذا الزمن هو زمن التعرض(T_o).

6- سجل الزمن اللازم لنزول القطرة الأولى من المادة البوليمرية.

7- سجل الزمن اللازم لاحتراق (100) ملم طولا من النموذج أو عند حصول إطفاء ذاتي في النموذج المحترق(T).

8- أعيدت العمليات من(1-7) للعينات الثلاث لكل نموذج.

3- **قياس ارتفاع اللهب** باستخدام طريقة الفحص (ASTM:D-3014)

تعد هذه الطريقة من الطرق المختبرية والتي تستخدم لقياس أقصى ارتفاع يصل إليه اللهب للبوليمر المشتعل، ومقدار الفقدان في وزن المادة البوليمرية نتيجة الاحتراق ويتم ذلك وفقا لما ياتي:-

1- أخذت عينتان لكل نموذج بطول 5 ± 125 ملم وعرض 0.1 ± 10 ملم وسمك 0.1± 3 ملم وجعلت العينة ملساء بعد عملية القطع.

2- استخدمت مجموعة من الأجهزة المتوفرة محليا وأجريت عليها بعض التحويرات بحيث أصبحت قريبة نسبيا من الطريقة القياسية وتم استخدام غرفة سحب الغازات في المختبر. والاجهزة المستخدمة هي:

- مصباح بنزن يعمل بالغاز الطبيعي.
- ميزان حساس.
- ساعة توقيت.
- مسطرة معدنية.
- حاوية من الألمنيوم أو مشبك معدني لجمع الرماد والقطرات البوليمرية.

طريقة العمل

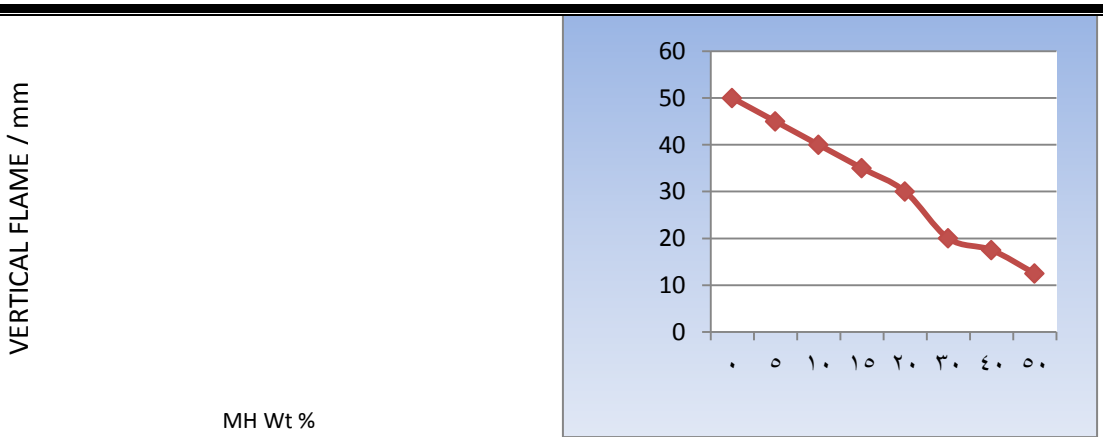
1. وزنت العينة المراد فحصها W_1 غم.
2. تم تنظيم لهب مصباح بنزن بحيث يكون ارتفاع الشعلة الزرقاء يتراوح بين 25–35 ملم.
3. علقت العينة ووضع بجانبها المسطرة المعدنية لغرض قياس أقصى ارتفاع يصل إليه اللهب.
4. عرضت العينة إلى لهب مصباح بنزن لمدة 10 ثوان بحيث يشكل المصباح زاوية مقدارها (10) درجة مع القمة السفلى
5. قيس أقصى ارتفاع (H) يصل إليه اللهب أثناء عملية الاحتراق عندما تصل مقدمة اللهب بحدود (10) ملم على جهاز قياس الطول.

المتغيرات المحسوبة

1. W_1 وزن العينة قبل الاحتراق.
2. W_2 وزن المادة المفقودة.
3. PWR النسبة المئوية الوزنية المتبقية من الاحتراق.
4. H أقصى ارتفاع يصل إليه اللهب سم.

النتائج والمناقشة

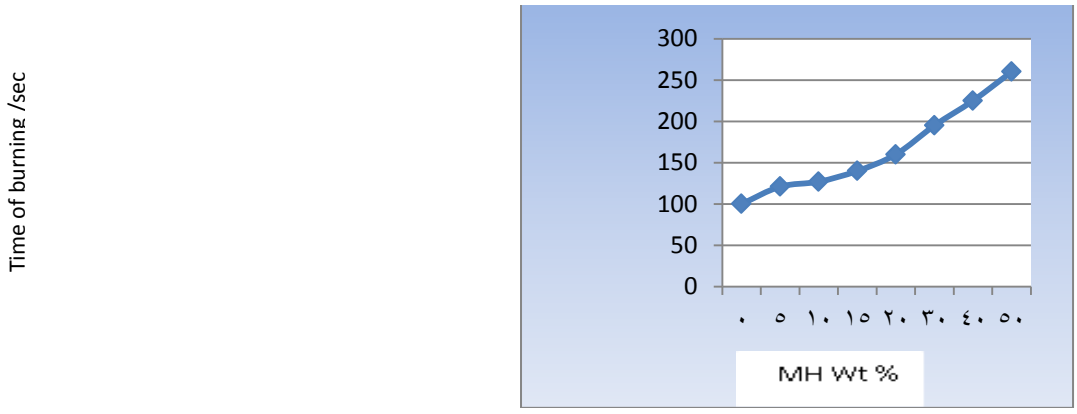
توضح التنيجة المبينة في المخطط البياني (2) انه عند إجراء فحص ارتفاع اللهب على النماذج والتي عددها (8) نماذج والمحضرة بحسب طريقة العمل انفة الذكر اتضح إن نسبة (50%) من هيدروكسيد المغنيسيوم هي الافضل ، والمخطط رقم (2) يبين علاقة ارتفاع اللهب مع النسبة المئوية لهيدروكسيد المغنيسيوم وان العلاقة هي علاقة عكسية كما هو موضح بالمخطط.



مخطط (2) العلاقة بين ارتفاع اللهب والنسبة المئوية لهيدروكسيد المغنيسيوم

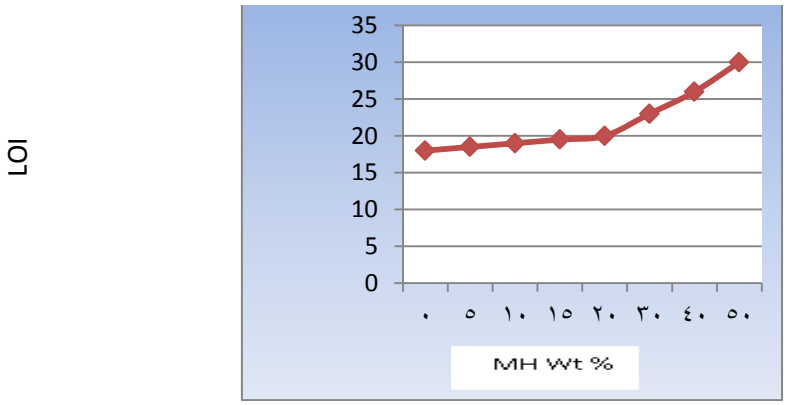
ويجب مراعاة عدة أمور عند إجراء الفحص لكي نحصل على أفضل نتائج وهـــي إجراء الفحص داخل غرفة الغاز وذلك لكي لا يؤثر الهواء الخارجي على الفحص ويجب التأكد من نظافة النماذج وخلوها من أي زيوت أو شوائب قد تؤثر على الفحص.

اما نتائج مخطط البياني (3) فأنها توضح عند إجراء فحص ســـرعة الاحتـــراق (زمـــن الاحتراق)(ASTM : D- 635) وجد ايضاً إن نسبة (50%) هي الأكفأ من حيث مقاومة الاحتراق تم إجراء الفحص داخل غرفة سحب الغازات لكي لا يتأثر بـــالهواء الخـــارجي والتأكد من نظافة النموذج و المخطط البياني رقم (3) يوضح العلاقة بين سرعة احتراق النموذج والنسبة المئوية لهيدروكسيد المغنيسيوم:



مخطط (3) العلاقة بين زمن الاحتراق والنسبة المئوية لهيدروكسيد المغنيسيوم

إجري فحص معامل الأوكسجين المحدد (LOI) وتبين من نتائج الفحوصات أن أفضل نسبة من (MH) تعطي أعلى قيمة لـ (LOI) هي للنموذج رقم (8)وكما موضح في المخطط رقم (4) وهذا يبرز تحسناً واضحاً في مواصفات النماذج المحضرة.



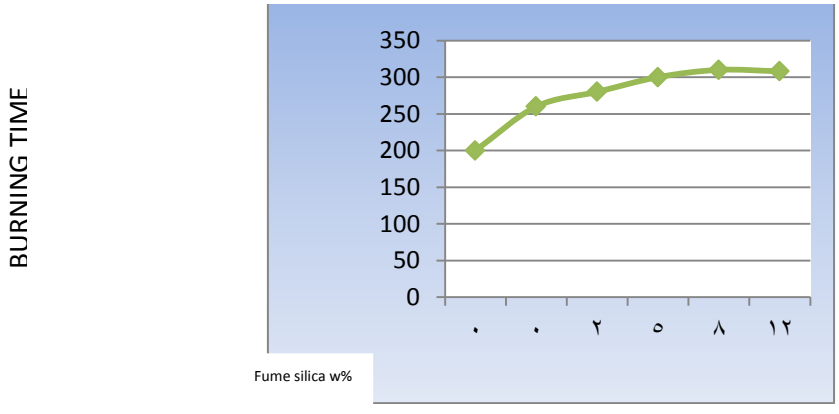
مخطط (4) العلاقة معامل الأوكسجين المحدد والنسبة المئوية لهيدروكسيد المغنيسيوم

في المرحلة الثانية من البحث وبعد التأكد من أن النموذج (8) هو الذي أعطى أحسن نتائج فقد تم اعتماده لعمل فعل تآزري مع السيليكا الرغوية وبالنسب المحددة .

وقد تبين بعد إجراء الفحوصات المعتمدة تبين إن أحسن نسبة من السيليكا الرغوية من حيث التأثير التناغمي والجدوى الاقتصادية هي في النموذج (5)

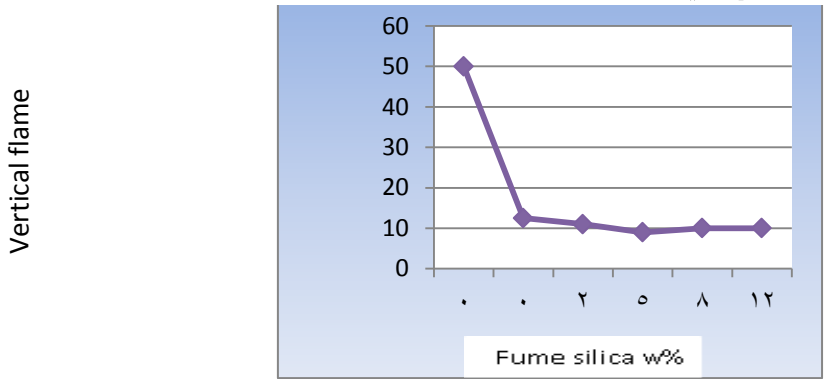
وتشير النتائج ان النموذجين (5،6) قد استهلكا اكثر وقت للاحتراق ولكن النموذج (5) هو الانسب اقتصادياً لان نسبة السيليكا اقل من النموذج (6).

والمخطط (5) يوضح التأثير التناغمي بين السيليكا وهيدروكسيد المغنيسيوم على سرعة الاحتراق للبوليمر.



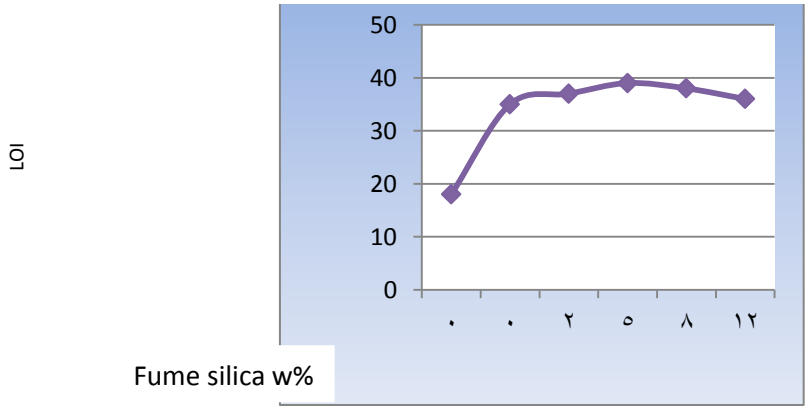
مخطط (5) العلاقة بين التأثير التناغمي للمضافان وسرعة الاحتراق للبوليمر

أما بالنسبة لفحص ارتفاع اللهب فقد أعطى النتائج نفسها من ناحية اقل ارتفاع للهب حيث وهو النموذج (5) وكما موضح في المخطط (6)



مخطط (6) العلاقة بين التأثير التناغمي للمضافين مع ارتفاع اللهب

وكذلك بالنسبة لفحص معامل الأوكسجين المحدد ايضاً وجد إن النمـــوذج (5) هـــو الأفضل قياساً بالنماذج الأخرى كما في المخطط (7).



مخطط (7) العلاقة بين التأثير التناغمي للمضافين ومعامل الاوكسجين المحدد

الاستنتاجات

- اثبتت نتائج البحث امكانية تقليل الاثر البيئي السلبي عند اتـــلاف واحتـــراق المـــواد البلاستيكية الداخلة في الخدمة نتيجة حدوث الحرائق وكذلك عند طمر واحراق المواد البلاستيكية المستهلكة.
- ان احسن نسبة لهيدروكسيد المغنيسيوم والتي تم اضافتها لزيادة مقاومة اللهب للبولي بروبيلين كانت (50%)

- ان اضافة السيليكا الرغوية الى البوليمر بوجود هيدروكسيد المغنيسيوم عمل تأثير تناغمي ادى الى زيادة مقاومة الاحتراق للبوليمر اكثر من استخدام هيدروكسيد المغنيسيوم لوحده كمضاف. [9]
- كانت احسن نسبتين للسيليكا الرغوية هي (5%,8%) ولكن النسبة الاقل (5%) تعتبر احسن من ناحية المردود الاقتصادي ولو بنسبة قليلة حيث ان سعر السيليكا الرغوية اعلى من سعر هيدروكسيد المغنيسيوم في الاسواق العالمية بالرغم من رخص اسعار المادتين
- استخدمت السيليكا الرغوية بدلاً من باقي انواع السيليكا بسبب تركيبها غير البلوري ،حيث كلما كان الحجم الحبيبي للمواد المالئة قليلاً كلما كان توزيع المواد في البوليمر احسن وبالتالي تكون النتائج افضل. توزيع المواد في البوليمر احسن وبالتالي تكون النتائج افضل. [12]

References

1- ACI Committee 226. b.(1987). "Silica fume in concrete: Preliminary report", *ACI Materials Journal* March–April: 158–166.
2- Faris,A.H.(2012)."Study the of Synergistic Effect of the Additives for Increasing the Flame Resistance of Epoxy Resin" Journal of Madinat Al Ilm ,V.(4),Essue .(2) ,23-29.
3- Garrett, P..(1992).” Defoaming. Theory and Industrial applications”. USA: CRC Press. pp. 239–240.
4- Harrocks, A.; price, D.; and then, M. ;Appl, J.(1987). “Polymer. Science” ,V 34, p:1901
5- Hollingbery, L.; Hull, T..(2012) "The Thermal Decomposition of Natural Mixtures of Huntite and Hydromagnesite". Thermochimica Acta. v528.p: 45–52.
6- Maier, C.; Teresa,C.(1998).” Polypropylene: the definitive user's guide and data book”. William Andrew. p. 14-16.
7- Peter, J.; Morris,T..(2005). “A Popular History of the Science and Technology of Large Molecules”. Polymer Pioneers. Heritage Foundation. p. 76-78.
8- Pradyot,P.(2002).” Handbook of Inorganic Chemicals”. McGraw-Hill.p.97-99
9- Rothon, R.(2003).” Particulate Filled Polymer Composites”. Shrewsbury, UK: Rapra Technology. p. 53–100.
10- Sir James Murray's .(1846).”condensed solution of fluid magnesia”. The Sydney Morning Herald – October 7
11- Wang Z.;Qu B.;fan W. ; huang P..(2004). “polymer degradation synergistic flame and stability “.appl polym sci”; 81:206-14mouzheng fu ,baojun.qu 85.p:633-639
12- Yeh, j.;Yang, H.; and Huang S.(1995).” combustion of polyethylene filled with metallic hydroxide and cross linkable polyethylene “. polym.degrad.stab.,50(2), p229-34

Preparation Flame Retardant Plastic by Using Non Halogen Micro Materials

Abbas K. Ibrahim **Hameed K. Abbas** **Muntaha N. Thwene**

E-Mail : abbaskhaleel75@yahoo.com

Abstract

In this research , we used inorganic environmental friendly additives to decrease the flammability and increase the flame retardant of poly propylene .We used Magnesium hydroxide ($Mg(OH)_2$) and magnesium hydroxide with fumed silica (SiO_2)Together to study the synergetic effect for these compounds to increase flame retardant ,and we tasted the success of this tow compounds by reliable methods to see how successful are these compounds to decrease the flammability and these methods are (ASTM),from the results that we gut from these tests we find that the best result is (50%) from magnesium hydroxide and it is more effective to decrease the flammability for poly propylene , and the synergistic effect for fumed silica with magnesium hydroxide gave a better result with (8%,5%) from fumed silica (SiO_2) with ($Mg(OH)_2$), and there is a compatibility between the additives and the poly propylene ,and it is considered as a primary constituents to get the best results to decrease the flammability for the composites . Whenever the diffusion of the additives particles was high, the results will be better.

Keywords: Magnesium Hydroxide , Fumed Silica , Non Halogen Flame Retardants , Synergistic Effect and Endothermic Reaction