مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد (2) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (2) 2017

استخدام النفايات البلاستيكية في العزل الحراري

أريج محمد حمود[1]

(تاريخ الإيداع 12 / 12 / 2016. قُبِل للنشر في 26/ 4 / 2017)

□ ملخّص □

يهدف البحث إلى استخدام النفايات البلاستيكيه مع بعض المواد البلاستيكية الجديدة المتوفرة في السوق للحصول على مواد تستخدم في العزل الحراري وتؤمن في نفس الوقت التخلص من النفايات البلاستيكية. لتحقيق هذا الهدف تم تشكيل مجموعتين من العينات، المجموعة الأولى ناتجة عن مزج مادة البولي استر غير المشبع UPR مع نفايات بلاستيكية ممثلة بالبولي ستيارين القابل للتمدد EPS تم إضافتها بنسب مختلفة. المجموعة الثانية ناتجة عن تشكيل مجروش البولي إيثلين المعاد تدويره RLDPEالمحضر من رقائق البيوت البلاستيكية التالفة مع نفايات خشبية ناتجه عن ورشات النجارة.

تم قياس معامل التوصيل الحراري وقياس الكثافة لجميع العينات. وأشارت النتائج الى أنه يحدث انخفاض واضح بمعامل التوصيل نتيجة اضافة كل من EPS والستيارين لمادة UPR، وتبين إمكانية استخدام النفايات العضوية بأي شكل من الأشكال مع نفايات RLDPE وحدثت زيادة بمعامل التوصيل الحراري إذا كان شكل المالئ العضوي بودرة أو جزيئات عشوائية وانخفاض طفيف في معامل الإيصالية إذا كانت جزيئات المالئ العضوي متوسطة الحجم.

الكلمات المفتاحية: البولي إيثلين منخفض الكثافة المعاد تدويره RLDPE– نفايات الخشب – بولي استر غير مشبع – بولي ستيارين

[1] قائم بالأعمال– قسم التصميم والإنتاج–كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية–جامعة تشرين–اللاذقية–سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد (2) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (2) 2017

Use of plastic waste in the thermal insulation

Areej Hamoud[2]

(Received 12 / 12 / 2016. Accepted 26 / 4 / 2017)

□ ABSTRACT □

The present research, aims to use the wasted plastic with some new plastic materials available from the market for producing a thermal insulator, and reducing the plastic waste. This was done by forming two samples:

the first sample: was done by mixing the unsaturated polyester resin UPR with waste old expandable polystyrene EPS, in different percentages.

The second sample: produced from the crushed recycled low density polyethylene obtained from old greenhouses.

This way of mixing, will help us to study the thermal conductivity coefficient measurement and the measured density of all the produced samples. Our results showed that dissolving UPR to EPS materials will reduce clearly the conductivity coefficient and reduce the panels cost-production,after adding the EPS and styrene substance to UPR. This also show the possibility of using organic-waste in any way with crushed waste without any later processions.this also will affect the thermal conductivity factor according to the organic particles size mixe.

Key Words: Recycled Low Density Polyethylene – Waste Wood –polystyrene - unsaturated polyester.

[2]**Academic Assistant-Design and Production Department - Mechanical and Electrical Faculty Tishreen University - Latakia–Syria**

مقدمة:

تشكل النفايات البلاستيكية مشكلة بيئية كبيرة برزت في وقتنا المعاصر، و لهذا السبب نجد أن الكثير من الأبحاث العلمية وجهت بهدف إيجاد طرق ناجحة للتخلص من هذه النفايات، كما أن البحث عن مركبات خاصة بإنتاج مواد تستخدم بالعزل الحراري مازال إلى وقتنا الحالي قيد الدراسة، ومن هنا قمنا بالبحث عن مواد تستخدم في العزل الحراري للأبنية بالاعتماد على النفايات البلاستيكية من خلال إعادة تدوير هـ ذه النفايات والبحث عن النسب المثلى لتركيب المواد الجديدة ودراسة خصائصها الهامة (معامل التوصيل الحراري) لعملية العزل الحراري.

أهمية البحث وأهدافه :

تكمن أهمية البحث بتشكيل خلطات بوليميرية من مواد متوفرة في السوق مع بعض النفايات البلاستيكية للحصول على مواد جديدة تستخدم في العزل الحراري وتؤمن في نفس الوقت التخلص من النفايات البلاستيكية.

الدراسة المرجعية Literature Review

تشكل الدراسات المتعلقة بإعادة تدوير النفايات البلاستيكية واستخدامها بالعزل الحراري أبحاثاً حديثة تتطور باستمرار مع تطور حجم هذه المشكلة البيئية.

فقد قام Ahmad Cherif وزملاؤه[1] بدراسة نظرية تجريبية لمعرفة إمكانية استبدال مواد عزل تقليدية بنفاية صلبة كحشوة من البولي إيثلين المصنعة. هذا الإجراء له فائدة اقتصادية ويساهم في حماية البيئة، فالتخلص من النفايات البلاستيكية يستهلك طاقة ويؤدي إلى إشعاعات ملوثة للهواء والماء والتربة. تضمن الجزء الأول من الدراسة قياس الخصائص الحرارية لاستعمال النفاية البلاستيكية باستخدام طريقة عدم ثبات درجة الحرارة (طريقة عدم تساوي الحرارة) تعتمد على الحالة العابرة لدرجة الحرارة. تمّ استعمال طريقتان: طريقة السلك الحراري، وطريقة الحساس الحلقي. تضمن الجزء الثاني دراسة مقارنة نفذت لترتيبات البناء المختلفة باستخدام العزل التقليدي أو العزل باستعمال نفاية صلبة كحشوه من البولي إيثلين. درس تأثير منطقة تجمع الماء على البناء بأرضية مستطيلة واستعملت للمقارنة طريقة تحليل وبرمجة تعتمد على طريقة الاختلاف المحدود ثنائي وثلاثي الأبعاد.

فكان معامل التوصيل الحراري في حالة العزل باستخدام نفاية البولي إيثلين هي وسطياً 0.195 W/m.K أي هي تقريباً أفضل بخمس مرات من حالة العزل التقليدي. فالقيم الكمية لخسارة الحرارة عبر أرضية البناء تبين الأداء الفعال للعزل بنفاية البولي إيثلين وتؤكد إمكانية استعمالها كعازل للحرارة في البناء.

درس John Wiley [2] تأثير عدة أنواع من مواد الحشو في التوصيل الحراري لمادتي البولي ستيارين والبولي إيثلين. فأضيفت حبيبات زجاجية ومادة MgO للمادتين، فتبين أنه بزيادة النسب الحجمية من مادة الحشو تزداد الإيصالية الحرارية.

كما درس MohamadHosain[3] تأثير الإضافات المانعة للانكماش Low profileadditives(LPAs) على انكماش البولي استر غير المشبع، وذلك بدرجات حرارة منخفضة من 25C° إلى 70C°. كانت مواد الاضافة هذه هي :

1. بولي فينيل أسيتات Poly vinylacetate(PVAC)
2. بولي متيلميتاكريلات Polymethyl methacrylate (PMMA)
3. بولي ستيارين polystyrene (PS)

4. بولي إيثلين عالي الكثافة (High density polyethylene(HDPE))

خلال هذه الدراسة وجد أن الانكماش يزداد بزيادة درجة حرارة التصلب. كما تبين أن الإضافات المانعة للانكماش تنقص الانكماش الحجمي بقيمة تختلف حسب نوع مادة الإضافة.

وجد Huang Y.J[4] أن بوليميرات بلاستيك حراري مثل بولي فينيل أسيتات PVAC وبولي ستيارين PS وبولي إيثلين PE وغيرها إذا أضيفت إلى البولي استر غير المشبع بوجود مونومير الستيارين يؤدي إلى تخفيض الانكماش الحجمي أثناء عملية المعالجة.

فهدف البحث هو تحضير نماذج من نفايات رقائق البيوت البلاستيكية المصنوعة من البولي إيثلين منخفض الكثافة الناتجة بكميات كبيرة في مدينة بانياس مع نفايات ناتجة عن صناديق البولي ستيارين القابل للتمدد المعروف باسم الستريوبور والمستخدمة في نقل الخضار والفواكه والتي تشكل مصدراً كبيراً للنفايات ، ولهذا السبب استخدمت في البحث كمادة إضافة لمادة البولي استر غير المشبع بهدف تخفيض الكلفة الاقتصادية لمادة الأساس ودراسة تأثيرها على الخواص الحرارية .

طرائق البحث ومواده:

تشكل المواد المستخدمة في البحث مواد رخيصة الثمن كونها نفايات تم التعامل معها بقصد تحضير عينات الاختبار وقد استخدم بالبحث الأنواع التالية من النفايات:

1.مجروش رقائق البولي إيثلين منخفض الكثافة المستخدم بالبيوت البلاستيكية في منطقة بانياس والمبين بالشكل(1).

2. نفايات البولي ستيارين القابل للتمدد(EPS) والمبين بالشكل (2).

3.نفايات عضوية متمثله بنفايات ورشات النجارة وقد استخدمت على شكل بودرة ذات قطر تقريبي D=0.3mm وجزيئات متوسطة يتراوح قطرها ضمن مجال (1.18÷2.36mm) وأخرى عشوائية عبارة عن خليط عشوائي من النوعين السابقين كما في الشكل(3).

4.المادة الرابطة وهي بولي استر غير المشبع .

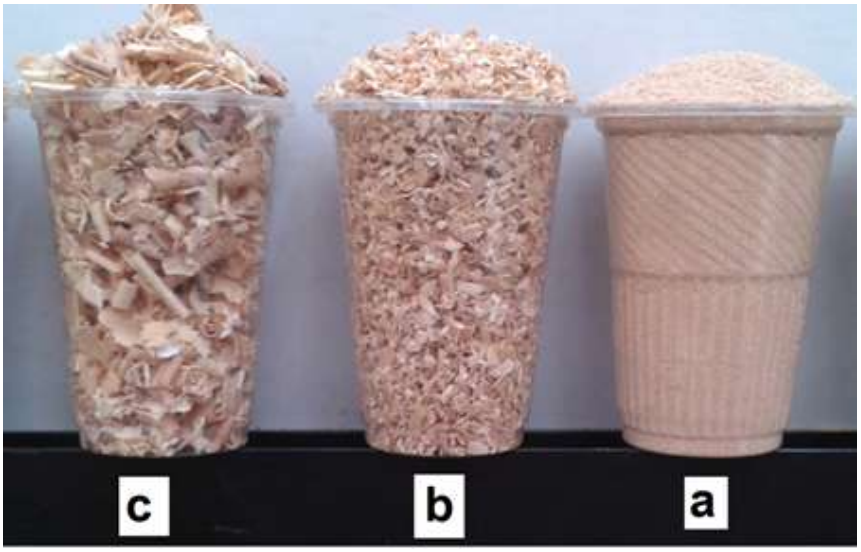
5. المادة البادئة وهي بيروكسيد المثيل إيثيل كيتون(MEKP).

6. المادة المسرعة وهي الكوبالت نفتنات الحاوي على نسبة 6%كوبالت.

7. الستيارين هو مونومير يدخل في تصنيع تشكيلة واسعة من مواد تستخدم في آلاف المنتجات البلاستيكية. فالمواد التي أساسها الستيارين لها خصائص فريدة من الصلابة وتعدد الاستعمال والأداء العالي وبساطة الإنتاج، كما أن هذه المنتجات تعطي نوعيات عزل متفوقة من أجل الاستعمال في البناء ومكونات الوزن الخفيف ويعتبر من المواد المذيبة للبولي استر غير المشبع(UPR) [5].

الشكل(1) – مجروش نفايات رقائق البيوت البلاستيكية(RLDPE)المستخدم بالبحث

الشكل (2) – نفايات البولي ستيارين القابل للتمدد المستخدم بالبحث



الشكل (3) أنواع النفايات العضوية المستخدمة في البحث

a – بودرة خشب b– جزيئات خشنة من الخشب c– جزيئات عشوائية من الخشب

تحضير عينات الاختبار:

تم تحضير مجموعتين من العينات:

المجموعة الأولى:

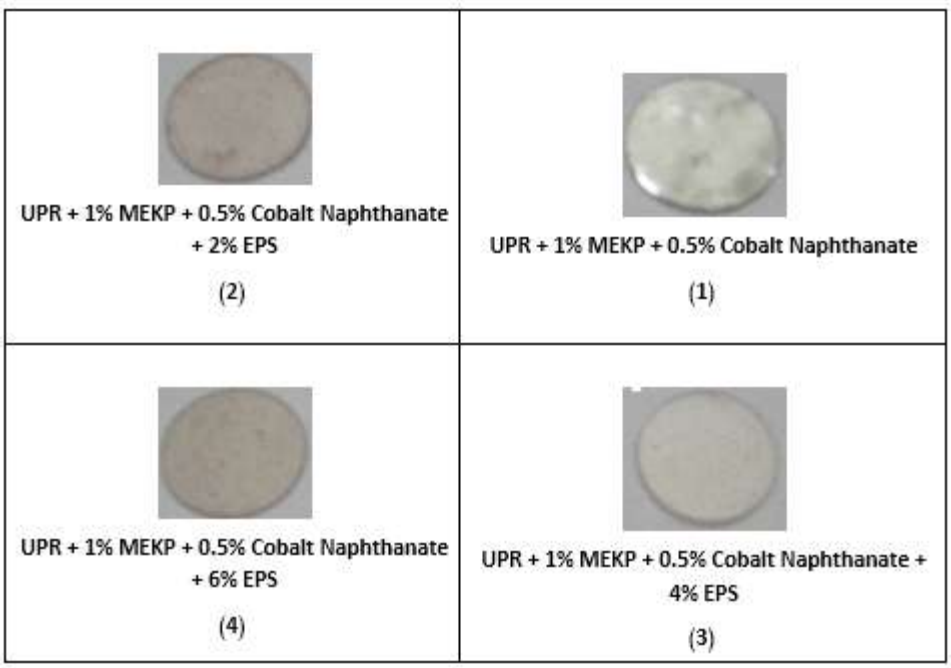
وهي عينات الاختبار الناتجة عن مزج مادة البولي استر غير المشبع UPR مع نفايات بلاستيكية ممثلة بنفايات البولي ستيارين القابل للتمدد EPS.

ولهذا الغرض استخدمت الأدوات التالية:

- ميزان دقيق بدقة قياس تصل حتى 0.001 g.
- ميزان حرارة زئبقي يمكن بوساطته قياس درجات الحرارة حتى°C 200.
- ميقاتية لقياس الزمن.
- كؤوس بلاستيكية من مادة البولي بروبلين.

لتحضير العينات ولإنشاء منحنيات التصلب تم وضع كمية مناسبة من UPR للعمل في الكأس البلاستيكي مقدارها20g وتم إضافة كل من المادة البادئة البيروكسيدية MEKP بنسبة 1%والمادة المسرعة CobaltNaphthanate بنسبة 0.5% من مادة UPR المضافة ثم بعد ذلك اجري مزج جيد للخليط. بالنسبة للعينات التي تم إضافة EPS لها فقد تم بدايةً إذابة EPS بـ UPR ثم بعد ذلك أضيف لها كل من المادة البادئة والمادة المسرعة. يتم وضع رأس مقياس الحرارة الزئبقي في الخليط الممزوج، ثم بعد ذلك يتم مراقبة التغير الحاصل بدرجة حرارة المزيج بدلالة الزمن.

الشكل (4) يوضح بعض العينات الناتجة عن هذه المرحلة والمستخدمة في قياس معامل التوصيل الحراري.



الشكل (4)عينات الاختبار الناتجة من خلال مزج مادة البولي استر غير المشبع UPR مع نفايات البولي ستيارين القابل للتمدد EPS والستيارينS

المجموعة الثانية:

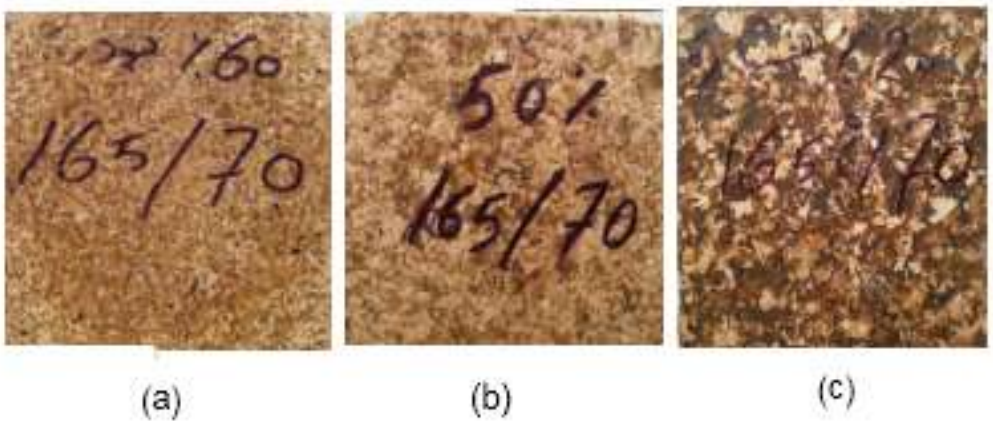
هي عينات الاختبار الناتجة من تشكيل مجروش البولي إيثلين المعاد تدويره والمحضر من رقائق البيوت البلاستيكية مع أنواع مختلفة من نفايات الخشب الناتجة عن ورشات النجارة.

شكلت هذه العينات باستخدام مكبس تشكيل نصف هيدروليكي موضح بالشكل(5) وفق النظام التالي:

درجة حرارة نصفي القالب T = 165 C° – ضغط التشكيل الابتدائي P= 3 Kg/cm^2 –زمن تطبيق الضغط الابتدائي = 5 mint – ضغط التشكيل النهائي P= 65 Kg/cm^2 – زمن تطبيق الضغط النهائي 10 min – في نهاية دورة التشكيل تم تبريد قالب التشكيل بسرعة تبريد V=10 C°/min مع بقاء الضغط النهائي مطبقاً حتى الوصول إلى درجة حرارة يمكن خلالها نزع المنتج النهائي دون حدوث تشوه فيه. ويوضح الشكل(5) المكبس الذي استخدم في تحضير عينات الخشب الصناعي.

الشكل(5) – مكبس تشكيل نصف هيدروليكي

أما الشكل(6)فيوضح صور لبعض العينات المشكلة على المكبس بالأسلوب السابق الذكر



الشكل(6) – (a)عينة خشب صناعي محضرة من 60% بودرة خشب +40% RLDPE

(b) عينة خشب صناعي محضرة من 50% جزيئات متوسطة+50% RLDPE

(c) عينة خشب صناعي محضرة من 20% جزيئات عشوائية +80% RLDPE

القسم التجريبي:

1-قياس عامل التوصيل الحراري للعينات:

تم تحضير عينات بأبعاد خاصة مطابقة للجهاز HTC المبين بالشكل(7) المستخدم لقياس الإيصالية الحرارية والتي تحسب بالعلاقة الرياضية التالية:

$$\lambda = \frac{Q.\Delta X}{A.\Delta T}$$

$$Q = V.I$$

$$A = \frac{\pi . D^2}{4}$$

$$\Delta T = T_4 - T_5$$

I- شدة التيار بالأمبير.

V- فرق الكمون بالفولط.

D- قطر العينة بالمتر.

ΔX- سماكة العينة بالمتر.

Q - كمية الحرارة المنتقلة بالواط

λ - معامل التوصيل الحراري W/mk

الشكل(7)- جهاز قياس الإيصالية الحرارية.

2-قياس كثافة العينات:

حيث أن أهم صفتين يجب توفرهما في مواد العزل الحراري هما:

1 – الكثافة المنخفضة.

2- عامل توصيل حراري منخفض.

فتم قياس الكثافة بنسبة كتلة العينات إلى حجمها باعتبار العينات أقراص دائرية بقطر 2.5 cm وسماكة 1mm، حيث

$$\rho = \frac{m}{v}$$

m – كتلة العينة [g]

v – حجم العينة [cm^3]

ρ – الكثافة [g/cm^3]

النتائج والمناقشة:

تختلف المواد في قابليتها لنقل الحرارة بالتوصيل فالمعادن أفضل الموصلات الحرارية وهناك مواد سيئة التوصيل مثل الخشب والستريوبور ولذلك تستخدم كعوازل Insulators.

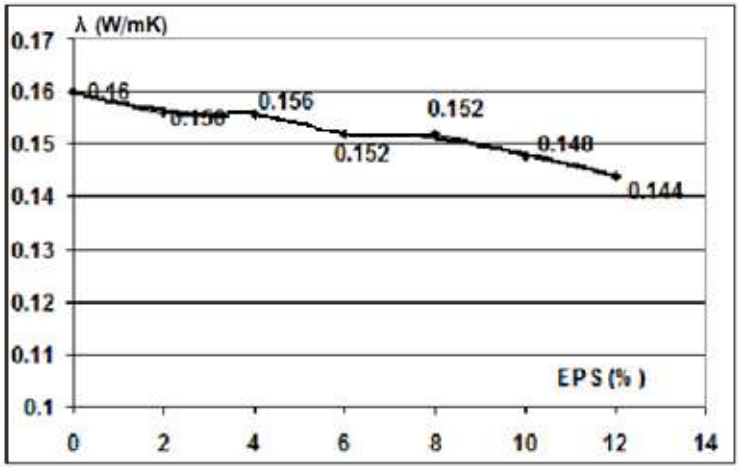
تتدرج قيم معامل التوصيل الحراري λ(W/m.K) للمواد كافة من المواد العازلة التي فيها قيم معامل التوصيل بحدود (W/m.K) 0.03 حتى القيم العالية للموصلية الحرارية.

يتيح هذا التدرج بقيم معامل التوصيل الحراري توفر عدد كبير من المواد بخواص فيزيائية – ميكانيكية تناسب بالواقع أماكن استثمارها، لهذا السبب يعتبر البحث عن مواد ذات قيم محددة للمعامل λ وبخواص مناسبة لمكان الاستخدام هدفاً للعديد من الأبحاث الحديثة في وقتنا المعاصر[7].

تظهر الدراسات العلمية أن مواد الإضافة مهما يكن نوعهاتبدي تأثيرات متباينة في قيم معامل التوصيل الحراري.

كما وتتصف المواد البوليميرية بشكل عام بقيم منخفضة لمعامل التوصيل الحراري بالمقارنة مع الكثير من المواد.

تعتبر الدراسة الخاصة بتحديد قيم معامل التوصيل الحراري λ للمركبات المدروسة في القسم العملي السابق الذكر هدفاً أساسياً للعمل التجريبي في بحثنا. يظهر الشكل (8) منحني تغير قيم معامل التوصيل الحراري لمركبات البولي استر غير المشبع بدلالة نسبة نفايات الستريوبور المضافةEPS [8].

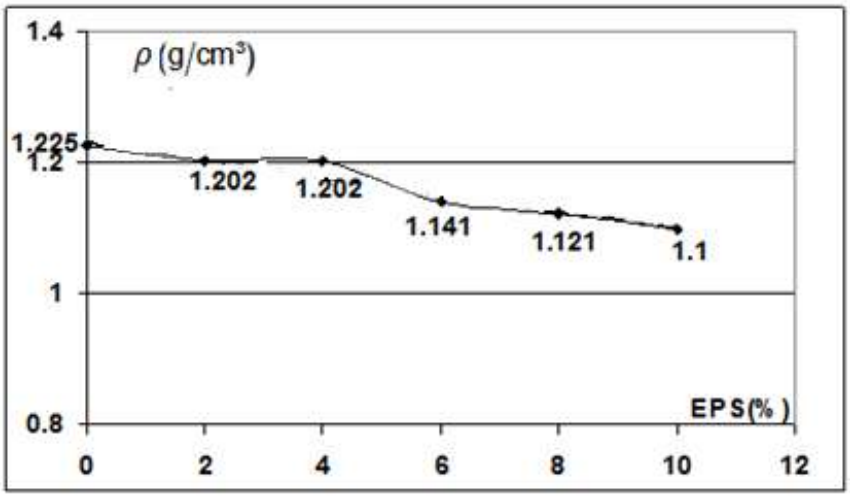


الشكل (8)– تغير قيم معامل التوصيل الحراري لمركبات البولي استر الحاوية على نسبة على MEKP1%و 0.5% كوبالت نفتنات بدلالة نسبة الستريو بور المضافة

كما هو واضح من الشكل أن معامل التوصيل الحراري لهذه المركبات تتناقص بزيادة نسبة EPS من(W/m.K)0.16 عند النسبة EPS 0% لتصل إلى القيمة (w/m.K) 0.144 عند النسبة EPS 12%.

إن التغير الحاصل في قيم معامل التوصيل الحراري صغير جداً، لكنه إيجابي، وخاصة إذا ما علمنا أن إضافة نفايات الستريوبور تقلل من التكلفة الاقتصادية لمادة البولي استر غير المشبع عند استخدام النفايات كجزء أساسي في الخليط. يعود السبب في هذا الانخفاض في قيم معامل التوصيل الحراري إلى اختلاف الكثافات بين مادة الأساس UPR البالغةg/cm^3 1.225 ومادة الإضافة EPS البالغةg/cm^3 1.1.

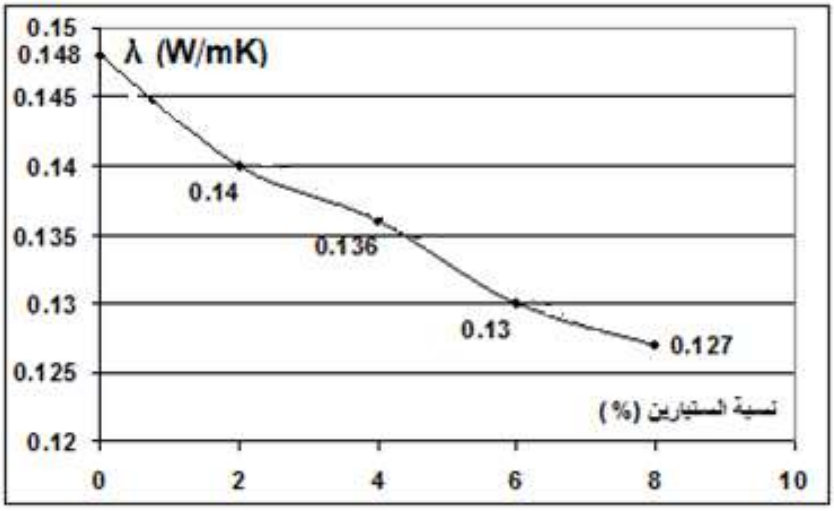
يؤكد هذه النتيجة المنحني المبين في الشكل(9) الذي يبين تغير كثافة مركبات UPR بدلالة نسبة مادة النفايات المضافة EPS، حيث يلاحظ حدوث انخفاض طفيف بالكثافة بزيادة نسبة EPS المضافة.



الشكل (9)– تغير قيم كثافة مركبات UPR الحاوية على نسبة على MEKP 1% و 0.5% كوبالت نفتنات بدلالة نسبة EPS

إن هذه النتيجة الهامة تفتح المجال واسعاً لإمكانية استخدام نفايات EPS كمواد إضافة لمادة UPR وتتيح لنا دراسة أنواع جديدة من المركبات، ويوسع بالواقع آفاق التطبيقات الصناعية المحتملة لمادة UPR.

يظهر الشكل(10) تأثير الستيارين المضاف على المركبات الحاوية نسب ثابتة من الستريو بور 10% ونسب مختلفة من مادة الستيارين في قيم معامل التوصيل الحراري.

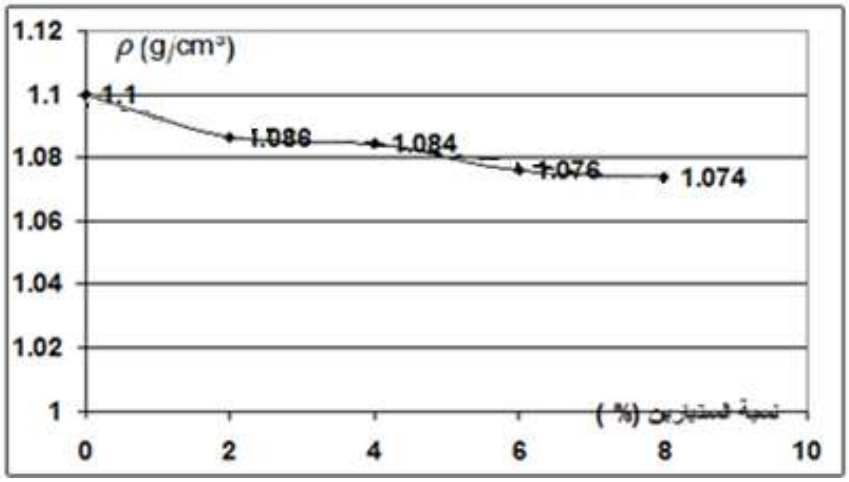


الشكل(10) تغير قيم معامل التوصيل الحراري بدلالة نسبة الستيارين المضافة وذلك لمركبات البولي استر الحاوية على 1% MEKPو 0.5% كوبالت نفتنات و10% نسبة الستريوبور المضافة

كما هو واضح من الشكل(10) أن إضافة الستيارين إلى مركبات البولي استر غير المشبع الحاوية على نسب ثابتة من الستريوبور 10% يسبب انخفاض واضح بقيم معامل التوصيل الحراري من القيمة 0.148 (w/m.K) حتى القيمة 0.127(w/m.K). يعود السبب في هذا إلى التجانس الحاصل في بنية المزيج نتيجة إضافة الستيارين إليه الذي يقوم بدور المذيب من جهة وبدور تجانس البنية الشبكية الناتجة في المركب النهائي من جهة أخرى.

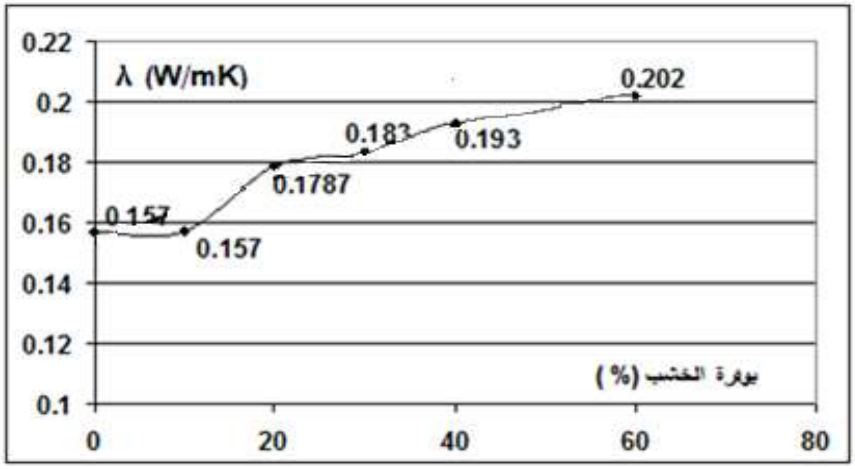
يظهر الشكل (11) منحني تغير كثافة الخليط (UPR+10%EPS) بدلالة نسبة الستيارين المضافة. كما هو واضح حدوث انخفاض صغير في كثافة هذه الخلائط بزيادة نسبة الستيارين مما يؤكد على دور الستيارين في التقليل من كثافة الشبكة الفراغية الرابطة بين جزيئات UPR.

بالواقع للحكم الدقيق على مدى تأثير مادتي EPSوالستيارين المضافتين لمادة UPR فإنه من الضروري إجراء دراسات تجريبية موسعة للخواص الفيزيائية – الميكانيكية بهدف تبيان تأثيرهما، بيد أن النتائج الأولية التي حصلنا عليها تؤكد إمكانية استخدام هذه المركبات في العزل الحراري.



الشكل (11)– تغير قيم كثافة المركبات المكونة UPR الحاوية على
نسبة MEKP1% و 0.5% كوبالت نفتنات و 10% نسبة الستريوبوروذلك بدلالة نسبة الستيارين المضافة

يظهر الشكل(12) نتائج قياس قيم معامل التوصيل الحراري λ لعينات اختبار محضرة من خليط من مجروش البولي إيثلين منخفض الكثافة مع نسب مختلفة من بودرة الخشب.

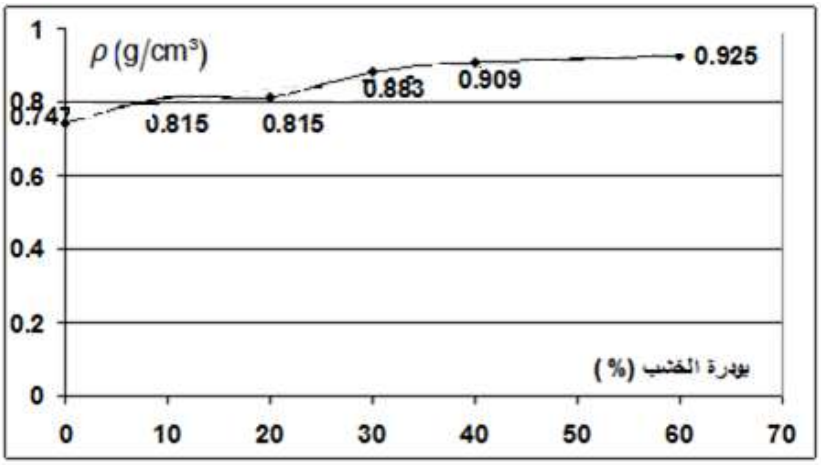


الشكل (12)–تغير قيم معامل التوصيل الحراري لمركبات مكونة من مجروش البولي إيثلين
المعاد تدويره بدلالة نسبة المالئ العضوي بودرة الخشب

كما هو واضح من الشكل حدوث زيادة في قيم معامل التوصيل الحراري من (W/m.K) 0.157 لمادة مجروش البولي إيثلين منخفض الكثافة حتى القيمة (W/m.K) 0.202 عند النسبة 60% لبودرة الخشب، حيث يلاحظ حدوث تزايد هادئ في قيم معامل التوصيل الحراري بزيادة نسبة بودرة الخشب. تشير نتائج قياس كثافة عينات محضرة من مجروش LDPEإلى القيمة (g/cm^3) 0.74 وهي بالواقع أقل من كثافة LDPE الجديد (g/cm^3)0.910، وربما

يعود السبب إلى حادثة التقادم التي تتعرض لها الرقائق مما يسبب انخفاض بالخواص الفيزيائية – الميكانيكية، كذلك بقيم الكثافة.

يوضح الشكل(13) ازدياد الكثافة بزيادة نسبة بودرة الخشب لتصل القيمة (g/cm^3) 0.925 عند النسبة 60% لبودرة الخشب، وهذا التزايد الحاصل بالكثافة يفسر التزايد الحاصل بقيم معامل التوصيل الحراري λ

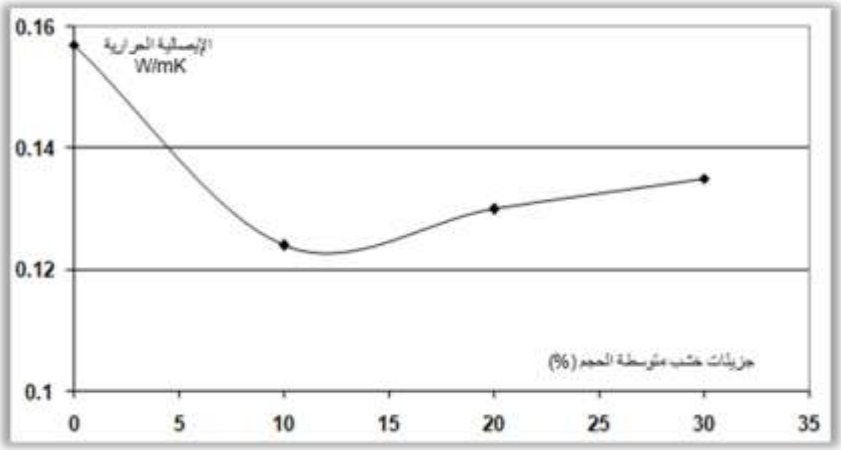


الشكل (13)– تغير قيم الكثافة لعينات مصنوعة من مجروش LDPE بدلالة نسبة بودرة الخشب المضافة

إن هذه الزيادة في قيم λ من جراء إضافة بودرة الخشب لايمكن إهمالها وخاصة إذا علمنا أن كافة المواد المستخدمة في تحضير هذه العينات هي عبارة عن نفايات لم تتعرض لأية معالجات كيميائية أو فيزيائية قبل الاستخدام باستثناء عملية التنظيف والطحن للرقائق، كما وتدل كافة القيم المبينة بالشكل أن قيم معامل التوصيل الحراري لكافة المركبات لا يفقدها إمكانية الاستخدام في مواد العزل الحراري.

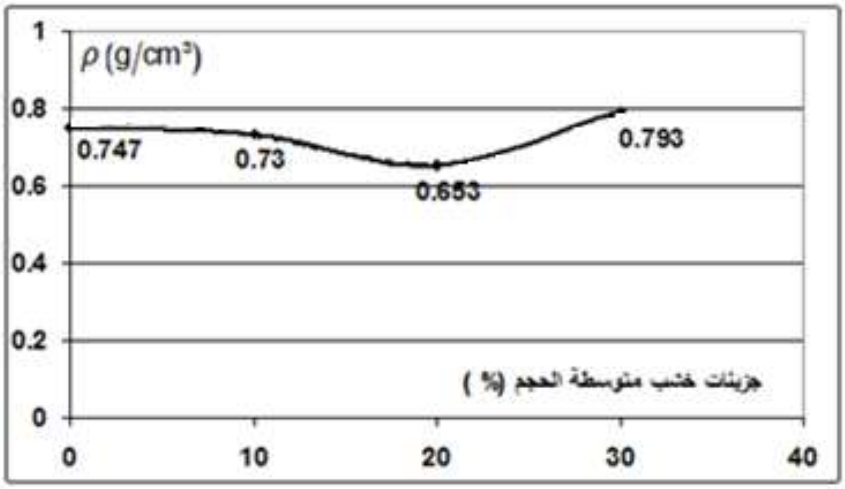
يظهر الشكل (14) منحني تغير معامل التوصيل الحراري لمركبات البولي إيثلين المعاد تدويره الحاوية على نسب مختلفة من جزيئات الخشب متوسطة الحجم. كما هو واضح من الشكل حدوث انخفاض بسيط ومتدرج لقيم λ من القيمة (w/m.K) 0.157 حتى القيمة (w/m.K) 0.135 بزيادة نسبة جزيئات الخشب المتوسطة الحجم.

إن عدم التجانس بأبعاد ونوعية جزيئات الخشب المتوسطة الحجم المستخدمة بالبحث يجعل من الصعب تقديم شرح أو تفسير العديد من الخواص التي تمتلكها المنتجات النهائية.



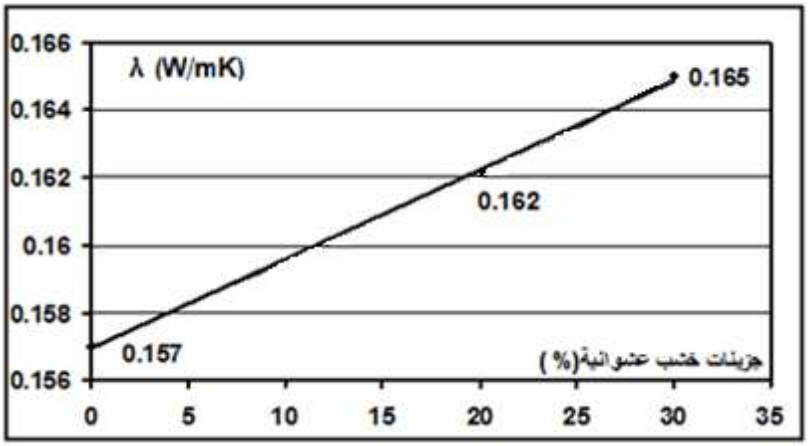
الشكل (14)–تغير قيم معامل التوصيل الحراري لمركبات مكونة من مجروش البولي إيثلين المعاد تدويره بدلالة نسبة المالئ العضوي جزيئات الخشب المتوسطة الحجم

يؤكد صحة النتائج المبينة بالشكل السابق منحني تغير الكثافة بدلالة نسبة جزيئات الخشب المتوسطة الحجم المبين بالشكل(15) حيث يلاحظ انخفاض الكثافة حتى النسبة 20% من القيمة ($0.74(g/cm^3$ لتصل حتى القيمة $0.653(g/cm^3)$ لتعود بعد ذلك بالتزايد لتصل إلى القيمة ($0.793(g/cm^3$ عند النسبة 30%لجزيئات الخشب المتوسطة الحجم.



الشكل (15)– تغير قيم كثافة مركبات مجروش البولي إيثلين المعاد تدويره بدلالة نسبة المالئ العضوي (جزيئات الخشب متوسطة الحجم)

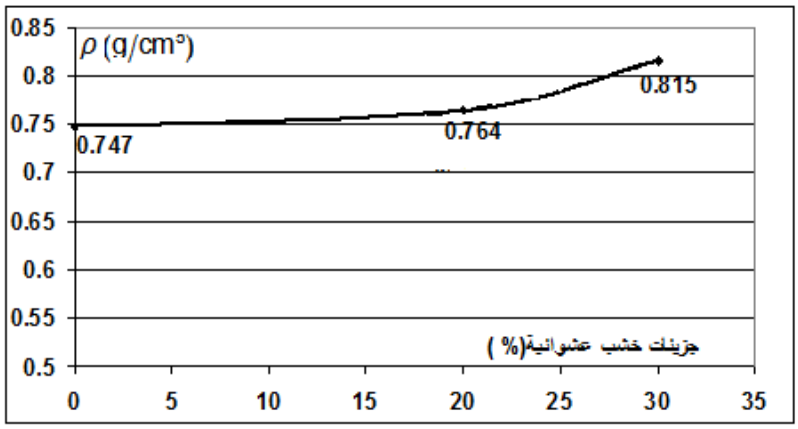
يظهر الشكل(16) تغير معامل التوصيل الحراري لمركبات محضرة من مجروش البولي إيثلين منخفض الكثافة بدلالة نسبة المالئ العضوي الممثل بجزيئات عشوائية الحجم.



الشكل (16)–منحني قيم معامل التوصيل الحراري لمركبات مكونة من مجروش البولي إيثلين المعاد تدويره بدلالة نسبة المالئ العضوي جزيئات الخشب العشوائية

كما هو واضح من الشكل حدوث ازدياد واضح من القيمة ($0.157(W/m.K$ من النسبة 0% لجزيئات الخشب العشوائية حتى القيمة(W/m.K) 0.165 عند النسبة 30%.

تتطابق نتائج منحني تغير معامل التوصيل الحراري مع منحني الشكل (17) الذي يوضح تغير الكثافة بدلالة نسبة المالئ العضوي حيث يلاحظ وجود تغير بسيط في قيم الكثافة من $0.747(g/cm^3)$ عند النسبة 0% لتصل إلى القيمة $0.815(g/cm^3)$ عند النسبة 30% للمالئ العضوي الممثل بجزيئات الخشب العشوائية.



الشكل (17)– تغير قيم كثافة مركبات مجروش البولي إيثلين المعاد تدويره بدلالة نسبة المالئ العضوي (جزيئات خشب عشوائية)

الاستنتاجات و التوصيات:

❖ إضافة EPS لمركبات البولي استر غير المشبع تحدث تناقصاً قليلاً لمعامل التوصيل الحراري لكنه إيجابي، وتحدث تناقصاً طفيفاً في الكثافة، وهذا يفتح مجالاً واسعاً لإمكانية استخدام نفايات EPS كمواد إضافة لمادة UPR ويوسع آفاق التطبيقات الصناعية المحتملة لمادة UPR، خاصة كون هذه النفايات تقلل من التكلفة الاقتصادية لمادة UPR عند استخدامها كجزء أساسي في الخليط.

❖ إضافة الستيارين إلى المركبات الحاوية على نسبة ثابتة من الستريوبور 10% يسبب انخفاضاً واضحاً في قيم الموصلية الحرارية ويسبب انخفاضاً صغيراً جداً في كثافة هذه الخلائط وهذا يؤكد إمكانية استخدام هذه المركبات في العزل الحراري.

❖ تزداد قيم معامل التوصيل الحراري وتزداد قيم الكثافة لمادة مجروش البولي إيثلين منخفض الكثافة بزيادة نسبة بودرة الخشب كمالئ عضوي، ولكن القيم الناتجة لمعامل التوصيل الحراري ولكثافة هذه المركبات لا يفقدها إمكانية الاستخدام في مواد العزل الحراري.

❖ نوصي بدراسة الإمتصاصية لهذه المركبات لما لهذه الظاهرة من أثر سلبي وخاصة على معامل الإيصالية الحرارية وبإجراء دراسات مماثلة بوجود نفايات بلاستيكية أخرى وبالبحث عن التطبيق الأمثل لهذه النتائج في أعمال البناء.

المراجع

1- CHERIF,A;ACHARD,G;HAGHIGHAT,F.*Using plastic waste as thermal insulation for the slab-on-grade floor and basement of a building.Building and environment*,VOL.33,NO.2,2000,97-104.

2- JOHN , W. *Thermal Conductivity of Particulate-Filled Polymers*. Journal of applied polymer science.Vol.17,1993,3819-3820.

3- HOSAIN , M; HAYATY ,M; VAFAYAN ,M . *Evaluation of Low-profile Additives in the Curing of Unsaturated Polyester Resins at Low Temperatures*. Iranian Polymer Journal ,15 (2), 2006, 143-153

4- UANG Y.J;LIANG C.M.*Volume shrinkage characteristics in the cure of low shrink unsaturated polyester resins*.Polymer,37, 401-412, 1996.

5- *Product Summary Styrene Monomer*. Total Petrochemicals & Refining USA, Inc. March 2012.

6- غدير ، نبيل." *التدفئة وتكييف الهواء* ."الطبعة الأولى. مديرية الكتب والمطبوعات لجامعة تشرين2008-2007.

7- آل فليح ، رنا . *تأثير درجةالحرارة و السمك و الظروف البيئية على الخواص الحرارية للبولي استر غيرالمشبع النقي و المطعم*، مجلة التربية والعلوم .العراق ، المجلد24،العدد3، 2011، 107 - 120.

8-كريم ، شيماء . *دراسة الموصلية الحرارية ومقاومة الصدمة لمادة البولي إستر غير المشبع المقواة بقائق من الألمنيوم،العراق.مجلة الهندسة الميكانيكية و الكهرابائية* ، الإصدار الخاصA،2015 ،83-94.