تحسين الخواص الميكانيكية والمقاومة الحرارية للبولي يوريثان

رحيم جعفر عزيز
الجامعة المستنصرية / كلية التربية الاساسية
مظفر يعقوب حسين
جامعة ميسان/ كلية التربية

الخلاصة

أجريت هذه الدراسة باستخدام البولي يوريثان كمادة أساسية (مادة رابطة تقوم بربط مواد التقوية وتنقل القوى لها) والصوف الصخري كمادة مقوية للحصول على مادة متراكبة ناتجة من اشتراك مادتين لغرض الحصول على مادة جديدة ذات خواص مناسبة تجمع بين خواص المادتين وتجنب الرديء منها لتكون أكثر ملائمة للتطبيقات الصناعية .

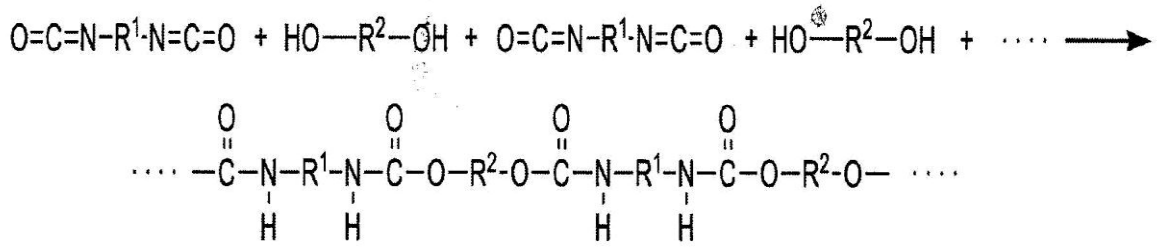
تم تحضير عدة نماذج للبولي يوريثان مع الصوف الصخري وبنسب وزنية مختلفة (0 – 40 %) من الصوف الصخري واجريت الفحوص الميكانيكية على النماذج (الانحناء ، الصدمة ، الصلادة والانضغاط) أما الفحوص الحرارية فقد شملت الموصلية الحرارية والتحلل الوزني . وقد أظهرت الفحوصات إن تدعيم البولي يوريثان بألياف الصوف الصخري أدى إلى تحسين الخواص الميكانيكية والحرارية وأفضل نتيجة تم الحصول عليها عند 40% .

المقدمة

البولي يوريثان هو بوليمر يتكون من سلسلة من الوحدات العضوية (Organic Unites) المترابطة فيما بينها بواسطة مجاميع اليوريثان (Urethane) ويتكون اليوريثان من تفاعل الكحولات مع مجموعة الايزوسينات (Isocyanate) كما في المعادلة التالية : (1,2)

$$R\text{-}N{=}C{=}O \;+\; R`\text{-}OH \;\longrightarrow\; R\text{-}NH\text{-}\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}\text{-}OR`$$

وبوليمرات البولي يوريثان تتكون من تفاعل مونومير (monmmer) يحتوي على الأقل مجموعتين من الايزوسيانات(Isocynate) مع مونومير آخر يحتوي على الأقل مجموعتين كحولية (OH-) (alcohol group) وبوجود العوامل المساعدة يتكون البوليمر كما في المعادلة التالية : (٣)



أي إن إنتاج البولي يوريثان يتطلب تفاعل مادتين كل منهما حاوية على مجموعتين فعالتين على الأقل ، مركب يحتوي على مجاميع الايزو سيانات ومركب حاوي على هيدروجين فعالة ، الخواص الفيزياوية ، التركيب الكيمياوي والحجم الجزيئي لهذه المكونات تؤثر على تفاعلات البلمرة وسهولة طريقة إنتاجه . أما المضافات مثل العاومل المساعدة الخافضة للتوتر السطحي surfactants Catalyses ، العوامل النافخة cross linkers ، مثبطات اللهب والمواد الحشوية Fillers تضاف لتحسين أداء ومواصفات البوليمر النهائية(4,5) .

وبصورة عامة البولي يوريثان بجميع صيغه يتضمن عدة أشكال منها رغوه مرنه (Flexible foam) واطئة الكثافة تستخدم في الأثاث والفرش ورغوه صلبة (rigid foam) واطئة الكثافة تستخدم في عمليات العزل الحراري (Thermal insulation) . ورغوه مرنه مطاطية تستخدم في حشوات ورولات الطبع . ومادة لدائنية صلبة (hard solid plastics) تستخدم في بعض الأجزاء الإنشائية وأجزاء الآلات الالكترونية(6,7).

ونتيجة للتقدم العلمي والتقني فقد برزت الحاجة إلى تقنيات حديثة ومتعددة للحصول على مواد ذات مواصفات مثالية (٨) وان المقصود بالمواد المثالية هي تلك المواد التي تتمتع بخواص معينة منها ما يلي :

١-القوة والمتانة

٢-انخفاض الكثافة

٣-خواص عزل حرري وكهربائي جيدة

٤-صلادة سطحية عالية

٥-مقاومة للمواد الكيمياوية والرطوبة

٦-مقاومة لدرجات الحرارة

٧-إمكانية التشكل بإشكال وإحجام مختلفة بسهولة وفي نفس الوقت ذات كلفة قليلة نسبيا (٩)

ولغرض تطوير البولي يوريثان يتم التعامل مع المضافات الخاصة، وينتج عن ذلك المواد المتراكبة وهي تلك الأنظمة الناتجة من اشتراك مادتين أو أكثر بحيث تمثل كل مادة طور منفصلا في النظام ، بغية الحصول على مواد جديدة ذات خواص مناسبة لتكون أكثر ملائمة للتطبيقات الصناعية (10,11) والمواد المتراكبة تتكون من جزئين رئيسين هما المادة الأساس (matrix) وهي المادة الأساسية التي يقوم بربط مواد التقوية وتدعى (المادة الرابطة) التي غالبا ما تكون معدن أو سيراميك أو مادة بوليمرية (10,12) . والمادة الثانية هي مواد التقوية وهي تلك المواد التي تعمل على تقوية المادة الأساس (13) وهي على عدة أنواع منها المركبات الليفية (Fibrous Composites) والمركبات الصفائحية(Laminated Composites) والمركبات الدقائقية (particulate Composites) .

في حالة تغيير خواص البولي يوريثان مثلا ، الخواص الميكانيكية و الخواص الحراري يتم تدعيم مادة البولي يوريثان بألياف الصوف الصخري(14,15). يتم صناعة الصوف الصخري من الصخور الطبيعية، ويمكن صناعتها أيضا من خبث الحديد أو النحاس أو الرصاص بدلا من الصخور الطبيعية كمادة خام . تتميز مادة الصوف الصخري بمقاومة عالية للحريق وقدرة عالية على عزل الصوت ويعيبها قابلتها العالية لامتصاص الماء والرطوبة والمقاومة الضعيفة للانضغاط (١٦).

المواد والأجهزة المستخدمة

المواد المستخدمة

١-المادة الأساس (matrix material)

يتم تحضير المادة الأساس وهي البولي يوريثان من خلط حجم واحد من الايزوسيانات مع حجم واحد من البولي استر والتي تكون على شكل سائل مكونه المادة الأساس وهي البولي يوريثان التي تكون على شكل مادة أسفنجية .

٢-المضافات (additives) : استخدمت ألياف الصوف الصخري rock wool كمادة تقوية للوسط الراتنجي وتعد هذه الألياف من أشهر الأنواع التجاري الشائعة الاستعمال ويرجع السبب لكونها رخيصة الثمن وسهلة الإنتاج والمعاملة علاوة على إنها تكسب المادة الراتنجية المقواة بها مواصفات خاصة من قوة ومتانة عاليتين .

الأجهزة المستخدمة

١-جهاز اختبار الانحناء (Bending Test)

٢-جهاز متانة الانحناء والانضغاط (Flexural Strength and Compression Tests Instrument)

٣-جهاز اختبار الصدمة (Impact test instrument)

٤-جهاز اختبار الصلادة (Hardness Test Instrument)

٥-جهاز قياس الموصلية الحرارية (Thermal conductivity Test Instrument)

٦-جهاز اختبار التحلل الحراري الوزني (Thermo gravimetric Analysis (TGA)

تقنية التحضير (Preparation technique)

تعد مرحلة تصنيع المواد البوليمرية من المراحل النهائية والأساسية في الصناعات البوليمرية لأنها تحدد الكثير من مواصفات المنتج النهائي مثل قوته وصلادته وشكله النهائي .

ومن المعروف ان هناك وسائل عديدة يمكن إتباعها في تصنيع هذه المواد ومن هذه الطرق القولبة بمكابس الضغط وهنا سنخصص لدراسة القولبة بمكابس الضغط اليدوي

وذلك راجع إلى حقيقة أن هذا النوع من التصنيع يختص غالبا بقولبة الراتنجات الفينولية .

١-عملية تحضير النموذج غير المدعم بالألياف : بعد تحضير المادة الأساس وهي البولي يوريثان كما ذكر سابقا من خلط حجم واحد من البولي استر وحجم واحد من الايزوسيانات ثم يوضع الخليط في القالب الذي يكون معلوم الوزن والحجم مع الخلط المستمر لمدة لاتتجاوز ٦٠ ثانية ثم غلق النموذج بسرعة وكبسه في اله الضغط لمدة ١٥ دقيقة نلاحظ انتفاخ الخليط داخل القالب وتكويم مادة البولي يوريثان .

٢-عملية تحضير النموذج المدعم بألياف الصوف الصخري : تبدأ العملية أولا بطحن الصوف الصخري جيدا بواسطة هاون (Mortar) مصنوع من مادة الالومينا بحيث تصبح الألياف على شكل مسحوق . بعد عملية الطحن نأخذ الصوف الصخري المطحون ونضيفه إلى خليط البولي يوريثان بنسبة مختلفة(40 - 0 %) من وزن الخليط ونضع المزيج الناتج في القالب مع الخلط الجيد لمدة ٦٠ ثانية ثم يغلق القالب ويكبس في آلة الضغط اليدوي لمدة ٣٠ دقيقة .

بعد إجراء عملية التحضير يتم الحصول على عدة نماذج من البولي يوريثان غير المدعم بالألياف وكذلك عدة نماذج من البولي يوريثان المدعم بألياف الصوف الصخري وذلك لإجراء الاختبارات الخاصة بها .

النتائج والمناقشات

١- اختبار الانحناء Bending Test

ان الهدف الرئيسي من اختبار الانحناء هو التعرف على السلوك أو مايدعى أحيانا (Hookean Behavior) للمادة الواقعة تحت تأثير الحمل المسلط بالاتجاه العمودي على المستوى السطحي لها (7,17) . ولإجراء هذا الاختبار تم استخدام جهاز اختبار الانحناء المصنع من قبل شركة (phywe) الألمانية والذي تثبت العينة من طرفيها من مرتكزين وتعلق الكتل (Masses) بصورة تدريجية على الحامل فيه العينة مما يسبب انحنائها من خلال مؤشر الانحراف . ونتيجة هذا الاختبار نرى ان النموذج المدعوم

بالصوف الصخري يتحمل أربعة أضعاف مايتحمله النموذج غير المدعوم بالصوف الصخري(البولي يوريثان وحده) . وعلى ضوء نتائج هذا الاختبار نرى إن المواد المتراكبة الناتجة ذات قيم معاملات مرونة أعلى من قيم معامل المرونة للمادة الأساس (الراتنجية) . وهذا يعني ان الانحراف قد انخفضت قيمته في المادة المتراكبة مقارنة براتنج اليوريثان غير المدعم نظرا لوجود المواد المسلحة الليفية ،فعند تسليط الإجهاد على المادة المتراكبة سوف يتوزع الإجهاد على كل من المادة الأساس والألياف (5,18) .

ومن الجدير بالذكر ان الألياف تتحمل الجزء الأكبر من الإجهاد المسلط علاوة على ذلك فان هذه الألياف تمتاز بمعامل مرونة عالي نسبيا . وهكذا يتضح بان عينات راتنج اليوريثان غير المسلحة تبدي معدلات انفعال عالية تحت تأثير اجهادات بسبب طبيعتها الهشة (١٩) .

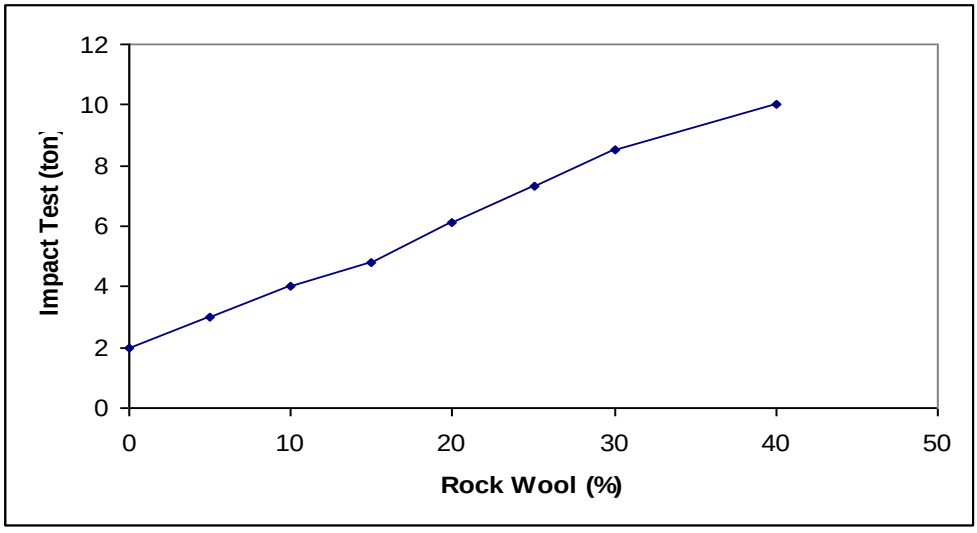
٢- اختبار الصدمة Impact Test

يعتبر دراسة الخصائص الميكانيكية (اختبار الصدمة) للمواد البوليمرية من الأمور المهمة لان قسم من المواد البوليمرية قد تكون مطيلية (ductile) تحت تأثير الاجهادات الساكنة ولكنها تبدو هشة تحت تأثير الاجهادات السريعة (16,20) . ولغرض اجراء اختبار الصدمة تم استخدام جهاز الصدمة من نوع جاربي (charby impact test instrument) على العينات المحضرة . أما تقنية الفحص في جهاز جاربي فتتم برفع المطرقة إلى أقصى ارتفاع وتثبت جيدا وتضع العينة في الموضع المخصص لها بعد ان يتم تصفير مقياس الطاقة أولا ثم يحرر البندول باستخدام العتلة المثبتة على المقياس وبحركة تارجحية تتحول الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية يفقد جزء منها في كسر العينة فيقرا مؤشر المقياس قيمة طاقة الكسر للعينة . وان زيادة سرعة الفحص تلعب دورا هاما في التأثير في الخواص الميكانيكية للمادة وعند اخذ عينات مدعمة بنسب مختلفة من الصوف الصخري نرى عند اخذ مقطع بالاتجاه العرضي فان النموذج المدعوم بالصوف الصخري زادت مقاومته للصدمة بمقدار ٥ مرات عن النمذج الغير مدعوم بالصوف الصخري كما مبين في الجدول (١) والموضح في الشكل

البياني (٢) . أما عند اخذ مقطع لفحص تأثير الاجهادات السريعة تم ضرب النموذج المدعوم بالصوف الصخري بحمل مقداره (30 ton) فأبدى النموذج تحملا جيدا أما النموذج الذي يحوي بولي يوريثان فقط طحن وتهشم بشكل كامل ويعود السبب إلى إن المادة المقوية والصوف الصخري يتحمل جزء كبير من تأثير الصدمة إضافة الى كونه يمتاز بمعامل مرونة عالي .

جدول – ١ : يمثل نتائج اختبار الصدمة

rock wool %	Impact Test (ton))
٠	2
٥	٣
١٠	٤
15	4.8
20	6.1
25	7.3
30	8.5
40	١٠



شكل – ١ : يبين العلاقة بين نسبة الصوف الصخري(%) والصدمة

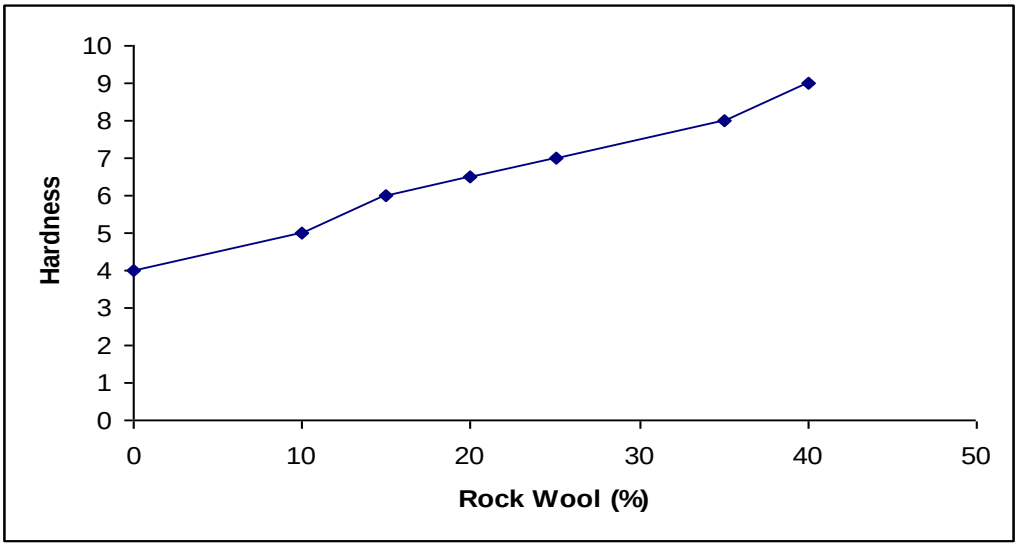
٤-اختبار الصلادة (Hardness Test)

تستعمل تجارب الصلادة لقياس مقاومة المادة للتشوهات اللدنه في المناطق السطحية منها ، ولقياس الصلادة للنماذج المحضرة تم استخدام جهاز (Duromerer Hardness) نوع (Shore-A) في إجراء اختبار الصلادة باستخدام أداة غرز نقطية وبتغلغل أداة الغرز النقطية داخل سطح المادة تحت تأثير حمل معين يؤدي إلى انحراف مؤشر الجهاز وان هذا الانحراف هو مقياس لمقدار الخدش لسطح المادة (Surface Indentation) . (١٦)

وعليه تم قياس الصلادة لجميع النماذج المحضرة لهذا الغرض باستخدام طريقة مقياس التحمل (Durometer Hardness) والتي تصلح لفحص المواد التي تمتاز بالصلادة والهشاشة في الوقت نفسه . لقد وجد ان قيم الصلادة قد تحسنت بعد تدعيم الراتنج بألياف الصوف الصخري كما أظهرت النتائج المستحصلة من هذا الاختبار والمبينة في الجدول (٢)ان المادة المتراكبة المقواة بألياف الصوف الصخري تبدي صلادة عالية مقارنة مع بقية النماذج ويعود السبب في ذلك إلى خواص هذه الألياف التي تمتاز بالصلادة علاوة على تراكيبها الليفية المغلقة (٢١) . ومن الشكل رقم (٢) يلاحظ إن الصلادة قد زادت بمقدار ١٠٠% عند تدعيم الراتنج بألياف الصوف الصخري 40%.

جدول – ٢ : يمثل نتائج اختبار الصلادة

Rock wool (%)	Hardness Test
٠	٤
١٠	٥
١٥	٦
٢٠	6.5
٢٥	٧
٣٥	٨
٤٠	٩



شكل – ٢ : يبين العلاقة بين نسبة الصوف الصخري (%) والصلادة

٥-اختبار الموصلية الحرارية(Thermal Conductivity Test)

إن المفهوم الفيزياوي للتوصيل الحراري هو انتقال الطاقة من جسم إلى أخر باليات مختلفة ، في المواد الصلبة يتم انتقال الحرارة من موقع إلى أخر بالاعتماد على آلية التوصيل عن طريق الالكترونات أو عن طريق الفوتونات أو كلاهما تبعا لنوع المادة الصلبة التي نتعامل معها .

ولقياس الموصلية الحرارية تم استخدام جهاز (قرص لي)المصنع من قبل شركة (Griffen and george) لحساب معامل التوصيل الحراري لجميع النماذج وفيه يتم انتقال الحرارة من المسخن الى القرص الذي يليه حتى يصل الى القرص الاخير وبالامكان تحديد درجة حرارة ثلاثة أقراص في نفس الوقت (Tc , Tb , Ta) باستخدام المحارير الموضوعة داخلها. وأظهرت النتائج في الجدول (٣) والمبينة في الشكل (٣)

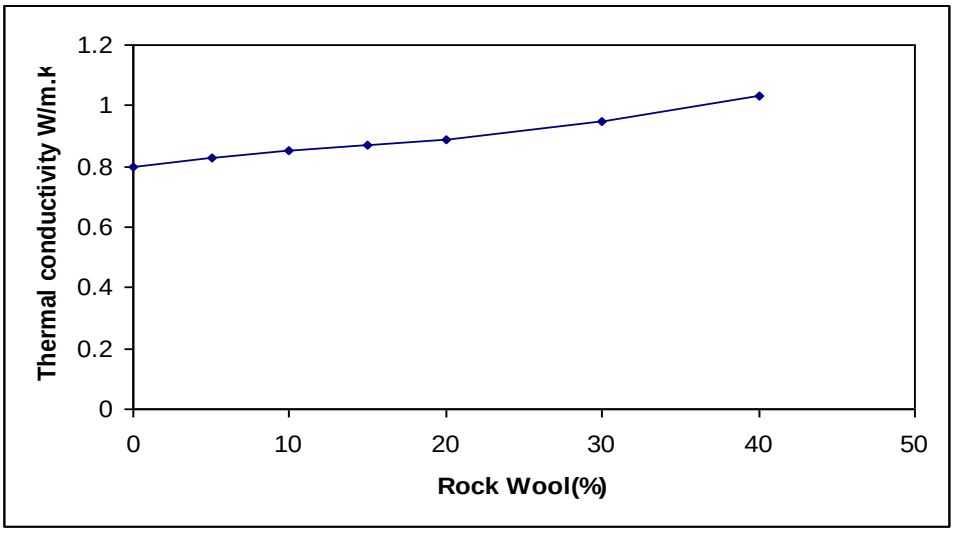
ونرى بعد إجراء فحص الموصلية الحرارية إنها ازدادت بالنموذج المدعوم بالصوف الصخري بشكل ملحوظ والسبب في ذلك يعود إلى وجود مواد معدنية ضمن تركيب الصوف الصخري منها (FeO , AlO_3 , SiO_2) (٢٢) . على الرغم إن الصوف الصخري يعتبر من العزل الحراري لان لها معامل توصيل حراري منخفض ومن حيث المقارنة بين المواد العازلة يعتبر البولي يوريثان والبولي ستايرين اقل توصيلة حرارية ثم يليهما توصيلية أعلى الألياف الزجاجية ثم الصوف الصخري (٢٣) . لذا عند تدعيم البولي

يوريثان بالصوف الصخري ازدادت الموصلية الحرارية قليلا لكن بنفس الوقت تم الحصول على مواصفات أفضل من ناحية الخواص الميكانيكية ومقاومة اللهب والصلادة ومقاومة نفاذ الماء .

ومن الفحص وجد إن قيمة الموصلية الحرارية لنموذج البولي يوريثان فقط هي (o.8 w/m.k) أما النموذج المدعوم بالصوف الصخري بنسبة40% فقد كانت قيمة الموصلية الحرارية (1.03 w/m.k)

جدول – ٣ : يمثل نتائج اختبار الموصلية الحرارية

Rock Wool (%)	Thermal conductivity W/m.Ko
٠	0.8
٥	0.83
١٠	0.85
١٥	0.87
٢٠	0.89
٣٠	0.95
٤٠	1.03



شكل – ٣ : يبين العلاقة بين نسبة الصوف الصخري (%) والموصلية الحرارية

٦-اختبار التحلل الحراري الوزني Thermo gravimetric Analysis (TGA)

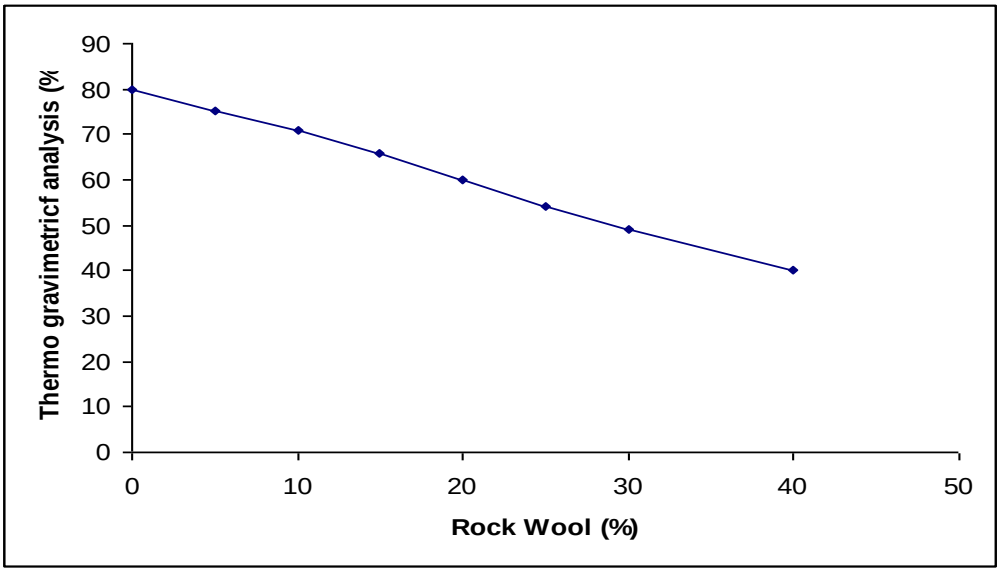
تمر البوليمرات بتغيرات عدة عند تسخينها محررة غازات وسوائل مع تغير في إشكالها وألوانها وأوزانها الجزيئية ، وتسمى قابلية البوليمر لمقاومة هذه التغيرات عند الدرجات الحرارية المرتفعة بالثبات الحراري (Thermal Stability) (15,24) وغالبا ما يلجا إلى استعمال تقنية قياس الفقدان في الوزن كدالة لدرجة الحرارة والتي يطلق عليها (TGA) لاختبار حركية التفاعلات والنواتج في مراحل عملية التفكك الحرارية (25) وعلية تم الشروع بإجراء هذا الاختبار على جميع النماذج المهيأة لهذا الغرض وتسجيل التغير في الوزن مع ارتفاع درجة الحرارة .

وعند إجراء الفحوصات وجد إن النموذج غير المدعوم بالصوف الصخري فقد أكثر من ٨٠% من وزنه خلال 1/2 ساعة بلهب ودرجة حرارة (C^o 600) ، أما النموذج الثاني المدعوم بالصوف الصخري فانه فقد ٤٠ % خلال نفس الوقت ودرجة الحرارة .

ويعود سبب ذلك إلى ان الصوف الصخري كونه اكثر مقاومة للحرارة من مادة البولي يوريثان في نموذج المادة المتراكبة وبالنتيجة كلما تزداد نسبته في النموذج كلما تزداد مقاومة النموذج للحرارة لان النموذج سيجمع بين خواص المادتين ونتائج الاختبار مبينة في الجدول(٤) والعلاقة بين نسبة الصوف الصخري والتحليل الحراري الوزني مبينة في الشكل (٤) . إضافة إلى إن الصوف الصخري يضاف إلى المادة المتراكبة على شكل مسحوق مما يؤدي إلى توزيعه بصورة جيدة ومتجانسة خلال المزج عند تحضير النموذج ما يؤدي إلى تقليل مسامات المادة البوليمرية (البولي يوريثان) وهذا بدوره يؤدي إلى ان النموذج سيكون اكثر مقاومة للحرارة وتزداد المقاومة بزيادة النسبة لأنه ستقل المسامات أيضا إضافة إلى ما تعطيه المادة المقوية للنموذج من قوة تسليح ومتانة والتي بدورها تجعل النموذج اكثر صمود ومقاومة لارتفاع درجة الحرارة . و عند حرق نموذجين متماثلين في نفس الوقت الأول مدعوم بالصوف الصخري والثاني غير مدعوم حيث حافظ الأول على شكله رغم احتراق مادة اليوريثان وكمية اللهب قليلة والغازات المنبعثة قليلة مقارنة بالنموذج غير المدعوم وكانت مدة الحرق (1/2) ساعة مما يبين ان قابلية البولي يوريثان المدعوم بالصوف الصخري له قدرة للمقاومة تجاه اللهب وهذا يفيد في أعمال البنايات والسقوف في عملية العزل الحراري .

جدول – ٤ : يمثل نتائج اختبار التحلل الحراري الوزني (TGA)

Rock Wool (%)	Thermo gravimetric analysis (%)
٠	٨٠
٥	٧٥
١٠	٧١
١٥	٦٦
٢٠	٦٠
٢٥	٥٤
٣٠	٤٩
٤٠	٤٠



شكل – ٤ : يبين العلاقة بين الصوف الصخري والتحلل الحراري الوزني

٦- اختبار الانضغاطية (compression test)

إن اختبار الانضغاط للمادة المتراكبة والتي تعتمد على عدة عوامل من الاختبارات المهمة لمعرفة مقاومتها للانضغاط (26,27) .

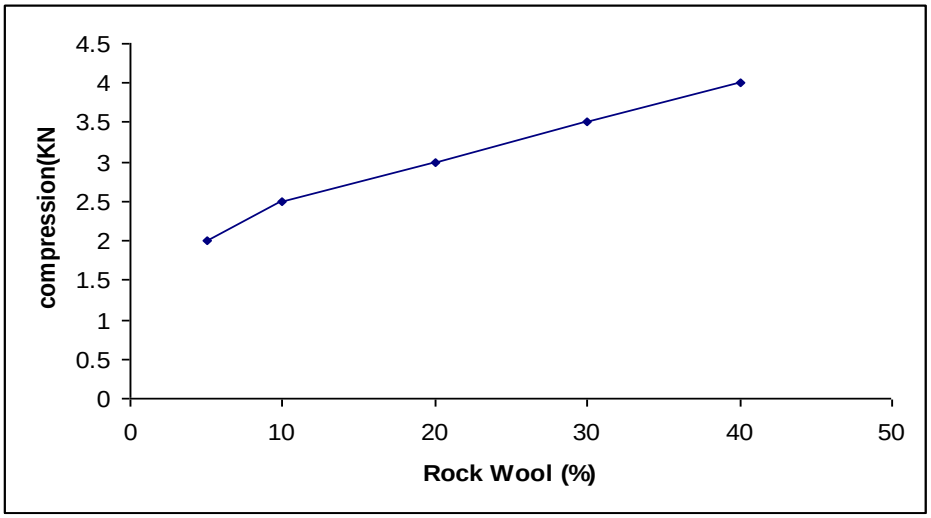
ولإجراء الاختبارات استخدم جهاز قياس الانضغاط و عند اخذ نموذج على شكل أقراص قطرها (5cm) وسمكها (3cm) للنموذجين تم تسليط ثقل إلى حد الكسر تبين إن النموذج المدعوم بالصوف الصخري تحمل (4KN) أما النموذج الغير مدعوم تحمل (2KN) يتضح من ذلك ان قوة التحمل قد تضاعفت .

ومن الجدول (٥) نلاحظ إن المادة الراتنجية المدعمة بألياف الصوف الصخر يتبدي مقاومة عالية تجاه الحمل الانظغاطي عند مقارنة النتائج مع الراتج بمفرده كما في الشكل رقم (٥)

ويعود ذلك بسبب المواصفات الخاصة بألياف الصوف الصخري حيث تكون الألياف موزعة بشكل منتظم وبصورة متشابكة بسبب تراكيبها الليفية المغلقة .

جدول – ٥ : يمثل نتائج اختبار الانضغاطية

Rock wool (%)	Compression (KN)
٥	٢
١٠	2.5
٢٠	٣
٣٠	3.5
٤٠	٤



شكل – ٥ : يبين العلاقة بين الصوف الصخري(%) والانضغاطية

٧- اختبار الرطوبة

تم وضع نموذجين في ماء مغلي أي في درجة حرارة (١٠٠C^o) وتبين بان النموذج الغير مدعوم بالصوف الصخري تحلل بالماء وتفطر من كل جوانبه(تهشم) وهذا يعني ان الأواصر تفككت ولذلك فانه لايتحمل الماء المغلي وكانت مدة الاختبار (1/2) ساعة . أما النموذج المدعوم حافظ على شكله بصورة كاملة ولم تظهر عليه آثار التهشم وكانت مدة الاختبار ساعة كاملة وهذا يعني ان مدة الاختبار تضاعفت لنفس الماء المغلي وبالتالي تم الحصول على مواصفات أفضل بعد تدعيم البولي يوريثان بالصوف الصخري .

References

المصادر

1-M.O .W. Richarson ,`` Polymer Engineering Composites , Applied Science pub. LTD . London ,(1977) .

2- Randall, David; Lee, Steve *The Polyurethanes Book*. New York: Wiley. (2002).

٣- مالكوم . ب. ستيفنس –ترجمة د.قيس عبد الكريم، كيمياء البلمرة–قسم الكيمياء، جامعة– البصرة (١٩٨٤)

4- Kaushiva, Byran D. `` *Structure-Property Relationships of Flexible Polyurethane Foams*``. PhD Thesis. Virginia Polytechnic Institute. (1999).

5- ف بيلي ، ترجمة د. حسين باقررحمة اللة ، مبادئ هندسةالمعادن والمواد، قسم هندسة الانتاج والمعادن، الجامعة التكنولوجية (١٩٨٥) .

6- Niemeyer, Timothy; Patel, Munjal and Geiger, `` Further Examination of Soy-Based Polyols in Polyurethane Systems". Salt Lake City, UT: Alliance for the Polyurethane Industry Technical Conference (2006). .

7- D.Hull, `` An Inttrodction to composite Materials`` , Cambridge University press , Published in(1981) .

8- Watanabe, M. Environmentally Friendly Polyurethane Foam Materials and Their Low-Density Thermal Insulators. JP Patent 2006348099, 2006.

9- D.Hull, `` An Introduction to composite Materials`` , Cambridge University press , Published in(1981) .

10- M.Grayson, ``Encyclopedia of composite Materials and Componets ``, Joho Wiley and Sons,New York,(1983).

11- L.Holliday,``Composite Matererials``, Elsvier Publishing, London,(1966) .
12- P.Ghosh and N.Bose, ``Journal of Applid Polymer Science``-Vol.58,pp.(2177-2184) . ,(1995)
13- R.P.Sheldon, ``Composite polymeric Materials`` , School of Matererials science Publishing, London, (1982) .
14- Luz .S, Engracia .L, Manuel. C, Juan . R, and Paula S, ``Applying an Experimental Design to Improve the Characteristics ofMicrocapsules Containing Phase Change Materials for Fabric Uses`` *Ind. Eng. Chem. Res.*, , *47* (23), (2008).
15-(7) Kato, M.; Sasaki, A. Method for Reducing Generation of Harmful Decomposition Products from Rock Wool Felts at High Temperature. JPPatent 2002179475, (2002).
16-M.D.Baijal, ``Plastics PolymerScience and Technology`` ,John Wiley and Sons, New York(1982) .
17- S.S.Yau,T.W Chou and F.K.Ko, ``Composites`` , Vol.17,No.3,Julypp.(227-232) (1986) .
18- Abdou, A. A.; Budaiwi, I. M. Comparison of Thermal ConductivityMeasurements of Building Insulation Materials Under Various OperatingTemperatures. *J. Build. Phys.*, *29* (2), 171 (2005).
19- W.E.Driver, ``Plastics Chemistry and Technology``, Published Simultaneously in Canada byVan Nostrand Reinhold LTD, (1979).
20- A. M. Papadopoulos`` ' State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments ``, Department of Mechanical Engineering, Aristotle University Thessaloniki, Box 483, 54124, (2004)
21-L.Kacir and M.Narkis, ``Composites`` , Vol.10,No.Janpp.(31-36.(1979) .
22- J. M. Castillo, R. Lapasin, and M. Grassi, ``Thermal Modeling of a Vibrational Mill``, *Ind. Eng. Chem. Res.*, , *42* (9), pp 2015–2021(2003)
23- Li, S.; Zhi, J.; Yuan, K.; Yu, S.; Chow, W. K. Studies on the Therma Behavior of Polyurethanes. *Polym. Plast. Technol. Eng.*, *45* (1), 95.l (2006)
24- Hiroaki. K, Nobuaki. K and Sridhar Komarneni Novel Energy-Saving Materials for Microwave Heating *Chem. Mater.*, *20* (15), pp48034807 (2008).
25- M.P.Stevens, ``Polymer Chemistry An Introduction`` . Addition-Wesley Publishing Company, Inc., London(1975) .

26- G.M. Martinez and M.R.Piggott, ``Journal of Materials Science`` , Vol.16, No2 ,Feb,(2831-2836) .(1981).
27- K.S.Han and J.Koutsky, ``J. of composites``, Vol.6, No.5, Sep.(1975), pp.(217-225) .(1975) .

Improvement of mechanical properties and thermal resistance of polyurethane

Mudhaffar Yacoub Hussein – Misan University –Education College Department of Biology Misan-Iraq

R$AHEEM JAFAR AZIZ
Al- Mustansiriyah University ,Basic Educational College , Department of Science Al- Adamya, Baghdad - Iraq

Abstract

This study has been mad by using polyurethane as a basic material (the joining material join a reinforcing materials and transfer forces to them) and the rocky wool as reinforcing material to obtain composite material resulted of appropriate properties that meet with the properties of the two materials and to avoid the bad ones for more appropriate in the industrial application .

Some samples of polyurethane with fraction weigh (0 – 40 %) of rocky wool have been prepared some mechanical tests on the samples have been mad (bending , Impact , tardiness and compression) whereas thermal tests included thermal conductivity and thermo gravimetric analysis . The tests have shown that reinforcing polyurethane with rocky wool fibers caused improvement of mechanical and thermal properties and the best result obtained was at 40 % .