

تأثير نسبة التدعيم بالألياف الصناعية على الخصائص الفيزيائية لمادة متراكبة من راتنج الفينول- نوفولاك

بليقيس محمد ضياء الدباغ

قسم العلوم التطبيقية ، الجامعة التكنولوجية.

الخلاصة:

تضمن البحث دراسة الخواص الفيزيائية (الانضغاط، الصدمة الأحناء، التوصيل الحراري ومعامل الانتشار) لنماذج من راتنج النوفولاك بألياف الزجاج والكربون والأسبست بنسب مختلفة التدعيم (20%، 30%، 40%) ومقارنة هذه النسب لكل من الألياف المذكورة، تم تحضير النماذج بطريقة القولية بالكبس وقد لاحظنا تحسناً في الخواص الميكانيكية عند زيادة نسبة التدعيم ، وهناك تذبذباً في خاصية التوصيل الحراري مع زيادة نسبة التدعيم لبعض الأنواع، أما اختبار التحلل الوزني فأظهر تفوق ألياف الكربون على باقي، الأنواع في الاستقرار الحراري للنماذج مع زيادة درجة الحرارة. أما عند غمر النماذج في الماء تبين ان الراتنج المدعم بألياف الاسبست وينسبه 40% يمتلك معامل امتصاص أعلى من باقي النماذج.

المقدمة:

الالتصاق (Adhesion Promoters) وهي مواد عضوية معدنية غالباً ما تكون من نوع (Organe – Silicon) والتي يطلق عليها (Silane Coupling Agents) ذات الفعالية المزوجة حيث تقوم ذرة السليكون بالارتباط بسطح مواد الحشو (Filler) بإزالة المجموعة (-OH) بينما ترتبط المجاميع العضوية الفعالة (Organo functional group) بالراتنج أثناء عملية الترابط التسابكي وبذلك تكون جسور كيميائية (Chemically bridging) بين سطح مواد الحشو والبوليمر. وعلى سبيل المثال أثناء عملية إنتاج الألياف الزجاجية يتم معاملتها قبل سحبها بمواد كيميائية لتحسين مواصفاتها، حيث يضاف إلى هذه الألياف المستخدمة في مجال التقوية مواد رابطة سيلانية بعملية يشار إليها بالتغرية (Sizing) [6,5].

لهذا السبب عكف العديد من العلماء والباحثين على تحضير هذه المواد، ففي عام (1994) جرت دراسة من قبل (Ashim) تضمنت تحضير مادة متراكبة مكونة من مزيج (النوفولاك والمطاط) المدعم بألياف الزجاج وقد وضع الباحث أن الترابط البيئي (Interfacial bonding) يزداد بين الألياف والمزيج كلما كانت الامتزاجية عالية بين المطاط والنوفولاك [7].

وفي عام (2000) جرت دراسة محلية من قبل (Hanoush) وجماعته تضمنت نوع جديد من مطاط

تتميز الراتنجات المتصلدة بالحرارة (Thermoset) بقابليتها على تحمل الأجهادات الخارجية ودرجات الحرارة العالية خاصة بعد تدعيمها بالألياف الصناعية ومنها راتنج الفينول - نوفولاك الذي يتمتع بخصائص عزليه عالية، وتحمل للظروف المحيطة [2،1]، أما الألياف الصناعية فهي عادة تمتاز بخصائص ميكانيكية عالية (الجساءة، الصلادة) فألياف الزجاج مثلاً تتمتع بمعامل مرونة وجساءة عالية، كما إن ألياف الكربون لها خصائص مقاومة انضغاط عالية وقوة شد وان ألياف الأسبست لها خصائص عزل حراري عالي بالمقارنة مع الخصائص الميكانيكية لذا يفضل اضافتها إلى راتنج الفينول-نوفولاك لأضافة عزل حراري أعلى [3،4]. غالباً ما تعطي المواد المتراكبة من أساس بوليمري مع مادة التدعيم خصائص أفضل بالمقارنة مع المادة الأساس خصوصاً إذا ما أخذ بنظر الاعتبار موضوع الترابط بين ألياف والمادة والبوليمرية الذي يعبر عنه بالسطح البيئي ما بين الألياف والمادة الأساس حيث يعتبر العامل الأساس في تحديد السلوك الميكانيكي أثناء التحميل للحصول على مواد هندسية ذات مواصفات عالية تعود إلى كفاءة الانتقال وتناسق الحمل المسلط بين الألياف والأساس.

أن قابلية الراتنج على ترطيب مواد التقوية وزيادة الالتصاق بين المادة الأساس والألياف، يتم باستخدام ما يسمى بالمواد الرابطة (Coupling Agents) أو معززات

إلى أن تدعيم الراتنج النوفولاك بالألياف مع إضافة عوامل تحسين النوعية قد أدى إلى تحسن كبير في معظم خواصه ولاسيما مقاومة الصدمة وذلك بعد تدعيمه بالألياف الزجاجية. كما أوضح الباحث التأثير الايجابي لزيادة نسبة الهيكسامثيلين تترأمين في تحسين جميع خواص الراتنج ومترابطاته. أما نتائج عملية التهجين فقد أظهرت حالة جديدة تجمع بين حالات التدعيم الأخرى وبينت إمكانية جمع الخواص وتوحيدها في مادة واحدة بشكل متوازن [6].

الجانب العملي:

1- المواد

أ- استخدام راتنج الفينول نوفولاك بعد اذابته بالكحول (الايثانول) مضافاً إليه المصلد (HMTA) بنسبة 14% مع مضافات التحسين (تحسين النوعية سترات الرصاص ، (Aniline، PVA، MgO).

ب- مواد التقوية

- استخدمت ألياف الزجاج المتقطعة (Chapped) من نوع Egalss المتسمة بمواصفات قوة ومتانة عاليتين .
- ألياف الأسبست من نوع (Chrysolite) المستخدمة في الحشوات في صناعة بطانة المكابح كونها مادة ذات مقاومة جيدة للبلل والمواد الكيماوية (القواعد والحوامض).
- ألياف الكربون والتي تتصف بالقوة والصلابة وتعتبر ذات مقاومة جيدة للبلل والكلال والصدمة.

2- تقنية التحضير

أ- يحضر مزيج الراتنج الفينولي وذلك بأذابة خليط التوفولاك مع المصلد في كحول الايثانول باستعمال خلاط ذو سرعة عالية حيث تسكب كميات صغيرة بالتتابع في الكحول لمنع التكتلات غير المتجانسة ثم يضاف الـ (Aniline، Olic، حامض الاوليك يضاف كمادة مزلفة داخل كتلة البوليمر)، MgO مع استمرار الخلط ويضاف بعد ذلك PVA بشكل تدريجي لمدة تصل إلى الساعة.

ب- تغمر الألياف كل على حدة بعد وزنها وتضاف في الخليط السابق مع مراقبة تشبع الألياف بالراتنج. والتقدير بالنسب الوزنية 20%، 30% و 40%.

السليكون علاوة على تحضير بوليمرات شبكية التداخل مابين (HTPDMS) وراتنجات كل من: الايبكوسي التجاري، والبولي أستر غير المشبع والمعروف تجارياً باسم (Palatal) والفينول - فورمالديهايد نوع (رسول) [8].

وفي عام (2001) منح (Adams) وجماعته براءة اختراع عراقية عن اختراعه الذي تضمن إنتاج ألواح تغليف بوادق منصهر الحديد التي تمتاز بمقاومتها لدرجة حرارة تزيد عن (1600°C) باستخدام مواد منتخبة محلياً بالكامل متضمنة مادة السليكا بمواصفات خاصة ومواد رابطة بوليمرية من مادة النوفولاك (Novolak) ذات الثبات الحراري المتميز، وعلى سبيكة بوليمرية مع إيجاد الظروف المثالية لتصنيع هذه الألواح بالمواصفات المطلوبة [9].

وفي نفس العام جرت دراسة من قبل الباحث (Rula) باستخدام (راتنج - فورمالديهايد نوع (نوفولاك) المطور كمادة أساس للمادة المترابطة، بينما استعملت ألياف الزجاج نوع (E-glass) بشكل ألياف قصيرة علاوة على ألياف الأسبست نوع (Crysolite) كمواصفات مقوية. وبعد تحضير عينات المواد المترابطة من كل نوع من الألياف المذكورة أعلاه وبكسر وزني للألياف قدره (60%)، تم تحضير مادة مترابطة هجينة (Hybrid) وبنفس الكسر الوزني السابق وأن هذه العينات بمختلف أنواعها حضرت بنسبتين مختلفتين من الهيكسامثيلين تترأمين والمتمثلة بنسبة (10%) وزناً من هذه المادة المصلدة مرة و (14%) وزناً مرة أخرى. بعدها جرت دراسة بعض الخصائص الحرارية والميكانيكية والمتمثلة بـ (اختبار الانضغاط، الصدمة، الانحناء، متانة الانحناء، الصلادة، درجة حرارة التشويه، التحلل الحراري الوزني، التعرية (Erosion) باستخدام الشعلة الوكسي - استيلينية والموصلية الحرارية)، كما تم إجراء اختبار الامتصاصية وذلك بعد غمر النماذج في الماء المغلي والمحاليل شملت (حامض الهيدروكلوريك وقاعدة هيدروكسيد الصوديوم، وجميعها بتركيز قدر (1N) وإلى جانب ذلك تمت دراسة تأثير زيادة التركيز العياري لقاعدة هيدروكسيد الصوديوم والمتمثل بـ (2N) على جميع النماذج قيد الدراسة مع الاستعانة بتقنية المسح الاليكتروني لدراسة الأضرار التي حدثت بشكل كبير في النماذج المدعمة بألياف الزجاج القصيرة وكذلك الهجينية وذات لنسبة (10%) وزناً (HMTD). فقد توصل الباحث

وبذلك يمكننا حساب التغير في الانحراف تحت تأثير حمل متغير من العلاقة [10]:-

$$E = \left(\frac{Mass}{Deflection} \right) \left(\frac{gL^3}{48I} \right) \dots \dots \dots (1)$$

(E): معامل المرونة (N/m²).

حيث أن $\left(\frac{Mass}{Deflection} \right)$: تمثل الميل (slope) المحسوب

من منحني (Mass - Deflection).

حيث (L): البعد بين نقطتين التحميل والذي يمثل طول

النموذج (m).

(I): عزم الانحناء الهندسي والذي يعطى بالمعادلة

الآتية

$$I = \frac{bd^3}{12} \dots \dots \dots (2)$$

حيث (b): عرض النموذج (m).

(d): سمك النموذج.

2- اختبار الصدمة: باستخدام اختبار الصدمة بطريقة جارلي

تم تحضير عدة نماذج وحساب طاقة الكسر ثم حساب متانة الصدمة باستخدام العلاقة:-

$$I.S. = \frac{U(Joule)}{A(mm^2)} \dots \dots \dots (3)$$

حيث I.S: متانة الصدمة

U: طاقة الكسر بالجول

A: مساحة المقطع [11]

3- اختبار الأنضغاطية: تم حساب متانة الانضغاط للنماذج

المحضرة باستخدام المكبس الهيدروليكي

$$C.S. = \frac{F(N)}{A(mm^2)} \dots \dots \dots (4)$$

حيث C.S: متانة الانضغاطية

F: أقصى حمل يتحمله النموذج

A: مساحة المقطع [12]

4- اختبار التوصيل الحراري (طريقة قرص لي):

لحساب معامل التوصيل الحراري لجميع النماذج استخدم

جهاز قرص لي المصنع من قبل شركة (and George

Griffen)، وفيه يوضح النموذج (S) بين قرصين من

النحاس (A،B) ويمس المسخن الكهربائي (H) ثم يليه

ج- يتم تجفيف النماذج بعد ضمان التشبع بالبوليمر في فرن تجفيف 70°C لمدة ثلاث ساعات للتخلص من الكحول المستخدم، عندئذ تصبح المادة جاهزة للقولبة.

د- بعد ذلك يتم وضع المادة المحضرة في قالب الكبس

بعد تسخينه لغرض تحقيق التجانس ثم طرد الرطوبة إن

وجدت وهذا بدوره ينعكس على تقليل زمن القولبة إلى

النصف، حيث يسخن القالب إلى 150°م مع استعمال

المادة المزلقة. وبعد اغلاق القالب يتم ضغط المكبس إلى حد

إتمام النضج النهائي للمكبوس. يحدد وقت النضج بحدود

(30 - 25) دقيقة يتم بعدها فتح القالب تم كبس النماذج

باستخدام المكبس الهيدروليكي مع النسختين الـ 170° م لمدة

10-15 دقيقة، علماً بأن الضغط المستعمل في تحضير

النماذج المتراكبة (350Kg/cm²) [6].

تم تحضير قوالب خاصة بالفحوصات المطلوبة حسب

المواصفات القياسية (ASTM، ISO) وشملت الاختبارات:

1- اختيار الانحناء

2- اختبار الصدمة (جارلي)

3- اختيار الأنضغاطية

4- اختيار التوصيل الحراري

5- اختيار التحلل الحراري الوزني (TGA) Analysis

(Thermogravimetric).

6- قياس معامل الانتشار بعد غمر النماذج في الماء

وباستخدام طريقة الريج في الوزن (Fick's Law)

3- الخواص الفيزيائية

1- اختيار الانحناء: يهدف هذا الاختبار إلى التعرف

على السلوك الخطي للمادة الواقعة تحت تأثير الحمل المسلط

وبشكل عمودي على سطح النموذج (Hookean) [10]

(behavior).

ولغرض حساب معامل المرونة استخدم جهاز اختبار

الانحناء المصنع من قبل شركة (Phywe) الألمانية والذي

فيه تثبت العينة من طرفيها على مرتكزين وتعلق الكتل

(Masses) بصورة تدريجية على الحامل مثبت عند منصف

العينة مما يسبب انحنائها تدريجياً ومن خلال مؤشر مقياس

الانحراف يمكن قراءة مقدار الانحراف (Deflection)

الحاصل للعينة ذات الإبعاد المعلومة.

يوضح الشكل (1) منحنى (الانحراف - الكتلة) من اختبار الانحناء لنموذج النوفولاك المدعم بالألياف الأسبست والزجاج والكربون بنسبة 20% والشكل (2) للنموذج المدعم بالألياف بنسبة 30% والشكل (3) للنموذج المدعم بالألياف بنسبة 40%.

تبين الإشكال 1، 2، 3 إن معدل الانحراف قد انخفض مع زيادة نسبة التدعيم كما أن ألياف الكربون أبدت معدلات الانحراف انفعال أقل مما يزيد في معامل المرونة وكفاءة نسب التدعيم تليه النماذج المدعمة بألياف الزجاج ثم الأسبست التي أعطت قيم أقل . والجدول (1) يبين قيم معامل المرونة التي حصلنا عليها من اختبار الانحناء للنماذج المدعمة بنسبة 40% وبعد تطبيق المعادلة (1) و(2).

إن امتلاك ألياف الكربون لقيم معامل مرونة عالية نظراً لما تتمتع به من حالة ترابط بين جزيئاته ومتانة عالية مما يقلل من معدلات الانفعال أثناء تسليط الحمل [15,14]. ومن اختبار الصدمة بطريقة جارلي وباستخدام المعادلة (3) تم حساب متانة الصدمة للنماذج وكما موضح في الجدول (2).

والشكل (4) يبين تغير قيم متانة الصدمة وللنماذج كافة. من ملاحظتنا للجدول (2) والشكل (4) نرى أن قيم متانة الصدمة كانت أعلى ما يمكن للنوفولاك المدعم بألياف الكربون نظراً لما تتمتع به من قابلية كبيرة لامتناس الطاقة (تخزن فيها أغلب طاقة الانفعال المرنة). بالمقارنة مع ألياف الزجاج التي تمتاز بنسبة من الهشاشة تجعلها أقل قابلية لامتناس طاقة الصدمة . يليها ألياف الأسبست الموجهة بشكل عشوائي في المادة والتي تعطي قيم أقل لطاقة الصدمة [16].

ومن اختبار الأنضغاطية نلاحظ أن النوفولاك المدعم بألياف الكربون يمتلك مقاومة انضغاط أعلى بالمقارنة مع المدعم بألياف الأسبست أو الزجاج ، يعد السلوك الأنضغاطي من الخواص الميكانيكية المهمة فقد وصف الباحث (Rosen) [17] حالتين نظريتين للفشل الأنضغاطي تمثلت بنمط الأنبعاج (buckling) ونمط القص (Shear mode) الذي ينمو عبر الطبقات الداخلية للمادة المتراكبة مما يؤدي إلى حصول الفشل بشكل متتابع نتيجة

القرص (C) وبالاعتماد على حساب كمية الحرارة المارة خلال عينة من المادة قيد الاختبار القرص (S) يتم حساب معامل التوصيل الحراري.

5- اختبار التحلل الحراري الوزني TGA:

لقد تم استخدام جهاز التحلل الحراري الوزني نوع (Dupont Thermoblance) حيث يؤخذ نموذج بوزن (15-30mg) ويتم وضعه في الجهاز بمعدل تسخين (50°C/min) بوجود غاز النانروجين، حيث يتم الحصول من خلال هذا الجهاز على رسوم بيانية توضح الفقدان في الوزن مع ارتفاع درجة الحرارة.

6- حساب معامل الانتشار:

لأجراء هذا الاختبار تم مايلي:-

أ- وزنت العينات باستخدام الميزان الاليكتروني نوع (Metter) والذي يتحسس القراءات إلى أربعة مراتب عشرية وكان وزنها (m_1) قبل تغطيسها بالماء.

ب- تغطيس العينات في قناني زجاجية حاوية على الماء المقطر بدرجة حرارة المختبر ($2^{\circ}C \pm 33$) لمدة أسبوع مع مراعاة غلق فوهات القناني بشكل محكم للحد من ظاهرة التبخر الماء.

ج- أخرجت العينات من الماء بعد مرور الزمن المحدد باستعمال ملقط خاص بعدها جففت جيداً من الماء ووزنت ثم سجلت قراءتها فكانت (m_2) يتم حساب النسبة المئوية لأمتصاصية (الرياح بالكتلة) العينة للماء ($M\%$)، (weight gain) باستخدام المعادلة التالية [6]:

$$\text{Wight gain}\% = \left[\frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\% \right] \dots\dots\dots (5)$$

تم حساب معامل الانتشار للنماذج المغمورة في الماء باستخدام قانون (Fick's law) حسب العلاقة:

$$D = \pi \left(\frac{kb}{4M_{\infty}} \right)^2 \dots\dots\dots (6)$$

حيث k ربح الوزن مع الزمن
D: معامل الانتشار

b: سمك النموذج M_{∞} أقصى ربح وزني [13]

النتائج والمناقشة

(Interface) ما بين الليف والمادة الأساس تلعب دوراً كبيراً في انتشارية المحلول خلال المادة وهذا بدوره ينعكس على الخصائص قيد الدراسة [20].

الاستنتاجات

1. امتلكت النماذج المدعمة بألياف الكربون قيم معامل المرونة ومقاومة الصدمة أعلى بالمقارنة مع ألياف الزجاج الاسبست وارتفعت هذه القيم مع زيادة نسبة التدعيم من (20%) إلى (40%).
2. امتلكت ألياف الاسبست عزلاً حرارياً عالياً بالمقارنة مع باقي الألياف.
3. سجلت قيم متانة الانضغاط ومعامل الانتشار لنموذج النوفولاك المدعم بألياف الاسبست ونسبة (40%).

جدول (1)

قيم معامل المرونة للنماذج المدعمة بنسبة 40%.

معامل المرونة EGpa	النموذج
3.42	Nov.+Carbon
3.03	Nov.+glass
2.82	Nov.+Asbestos

جدول (2)

قيم متانة الصدمة kJ/m²

متانة الصدمة kJ/m ²	النموذج
42	Nov.+Eglass 20%
48	Nov.+Eglass 30%
57	Nov.+Eglass 40%
51	Nov+Carbon 20%
59	Nov+Carbon 30%
70	Nov+Carbon 40%
18	Nov+Esbest 20%
23	Nov+Esbest 30%
28	Nov+Esbest 40%

جدول (3)

معامل الانتشار Dx10-11 Diffusion coefficient m²/sec

Dx10 ⁻¹¹ m ² /sec	النموذج
8.222	Nov.+Eglass 20%
7.348	Nov.+Eglass 30%
10.221	Nov.+Eglass 40%

زيادة تشوه القص. حيث يعزى سبب حصول الفشل إلى وجود بعض العيوب التي تشكل مناطق تركيز الأجهادات [18].

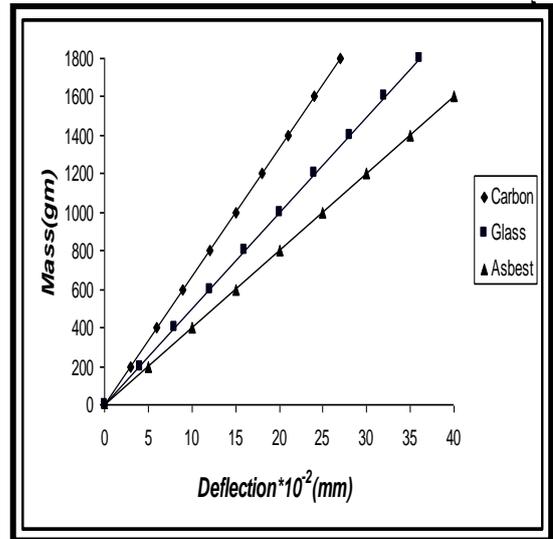
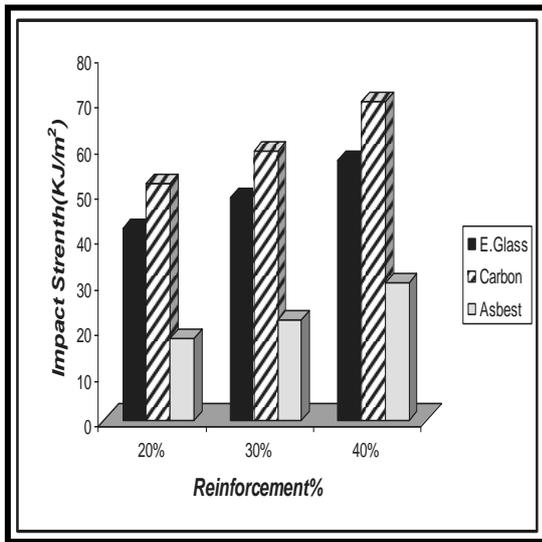
وأظهرت المادة المدعمة بالأسبست مقاومة جيدة للضغط المحوري وذلك بسبب تراكيبها الليفية المغلقة. والشكل (5) يبين قيم متانة الأنضغاط للنماذج.

ومن اختبار التوصيل الحراري تم حساب معامل التوصيل الحراري بطريقة قرص لي حيث تبين أن المادة المدعمة بألياف الزجاج كانت تمتلك أقل قيم لمعامل التوصيل الحراري يليه الأسبست ثم ألياف الكربون ، حيث ان ألياف الزجاج يدخل في تكوينها أكاسيد (السليكا والألومينا) التي تتمتع بخصائص عزلية عالية، هنا تلعب الفوتونات دوراً رئيسياً في عملية التوصيل الحراري اعتماداً على نقل كمات من الطاقة عبر اهتزاز الشبكة [19] ومع زيادة نسبة التدعيم نلاحظ نقصان قيم معامل التوصيل الحراري (K-value) والشكل (6) يوضح قيم معامل التوصيل الحراري للنماذج كافة.

ومن اختبار التحلل الحراري الوزني (TGA) حيث تمر البوليمرات عادة بثلاث مراحل أساسية للتحلل المرحلة الأولى تمتد من (0-300)°م تتميز هذه المرحلة بتحرر كمية من المركبات الغازية قليلة نسبياً ولذلك فان فقدان الوزن يكون قليل ، أما في المرحلة الثانية (300-600)°م هنا تكون نواتج التسخين من بخار ماء وأول أكسيد الكربون فيحدث نقصان واضح في الوزن كما أن النموذج يتغير لونه تدريجياً أما في المرحلة الثالثة (600-900)°م نلاحظ حصول الأنتكماش مع نقصان كبير في الوزن والشكل (7) يبين منحنى التحلل الحراري الوزني للنماذج المحضرة وبنسبة 40% تدعيم.

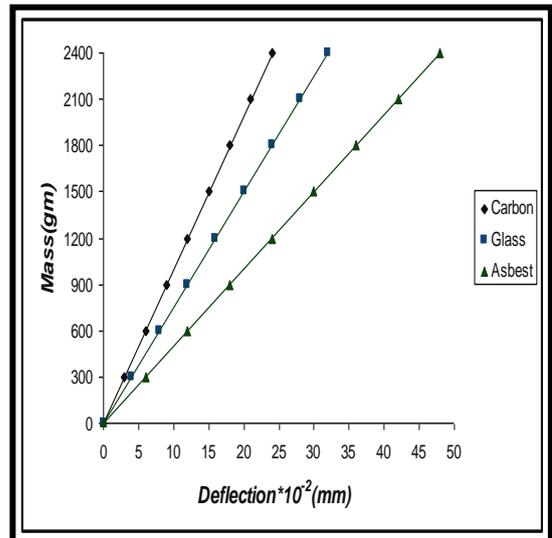
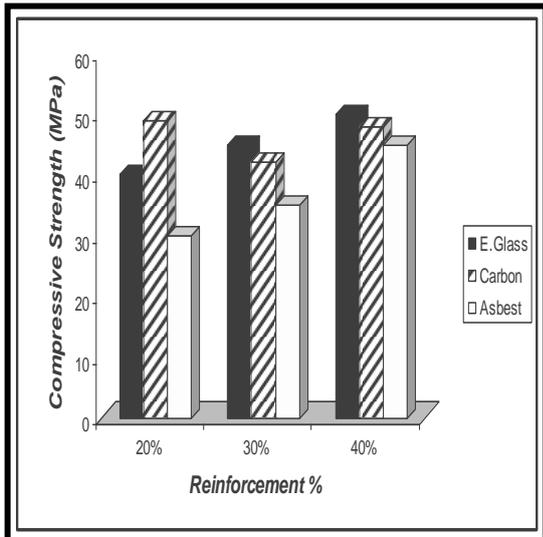
ومن قياس الريح في الوزن لنماذج صغيرة تم حساب معامل انتشار الماء للنماذج كافة كدراسة مقارنة لامتصاصية هذه النماذج للماء في فترات متباعدة وصلت إلى الثلاثة أشهر والجدول (3) يبين قيم معامل الانتشار بالرجوع إلى المعادلة (6) نلاحظ أن النوفولاك المدعم بنسبة 40% ألياف الأسبست تمتلك امتصاصية أكبر يليه المدعم بنسبة 40% ألياف الزجاج أما أقل النماذج امتصاصية للماء كانت للمدعمة 20% ألياف الكربون. إن منطقة السطح الفاصل

الشكل (3) : العلاقة بين الكتلة والانحراف للمواد المتراكبة من النوفولاك مع الألياف بنسبة 40%.



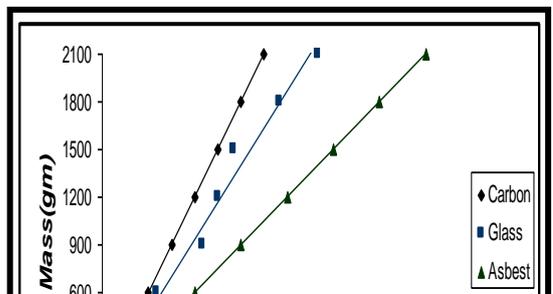
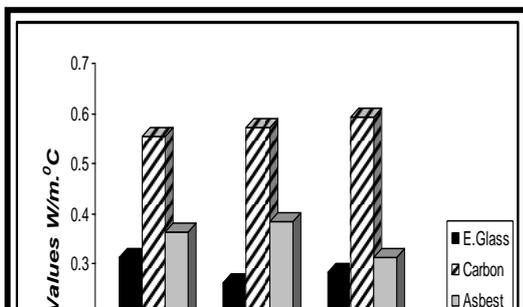
الشكل (1) : العلاقة بين الكتلة والانحراف للمواد المتراكبة من النوفولاك مع الألياف بنسبة 20%.

الشكل (4) : تغير قيم مقاومة الصدمة للنماذج كافة.



الشكل (2) : العلاقة بين الكتلة والانحراف للمواد المتراكبة من النوفولاك مع الألياف بنسبة 30%.

الشكل (5) : تغير قيم مقاومة الانصغاط للنماذج كافة.



- [10] C. Lhymn, "Journal of Material Science Letters", Vol.4, No.11, (1985), p(1323-1326).
- [11] D.F.Adams, "Journal Material Science Letters", Vol.11, (1976), p(1697-1710).
- [12] G. Tolf, "Fiber Science and Technology", Vol.21, No.4, p(319-326), 1984.
- [13] G. Panaicolau, "Plastics and rubber processing and application", Vol.6, No.3, p(229-234), 1986.

[14] كوركييس عبد آل آدم "تكنولوجيا وكيمياء البوليمرات"، كلية العلوم، جامعة البصرة، (1983).

- [15] H. H. Thanon, PH. D. Thesis, University of Technology, School of Applied Science, (2006).
- [16] R.K. Jain, "Composites", Vol.10, No.1, 1979, pp.(39-43).
- [17] C.R. Chaplin, Journal of material science", Vol.12, (1977), pp.(347-352).
- [18] P. Powell, "Engineering with Polymers", Chapman and Hall, USA., 1st pub., (1983).
- [19] J. Pand and D. Sharma, "Fiber Science and Technology, Vol.21, No.4, p(307-317), (1984).

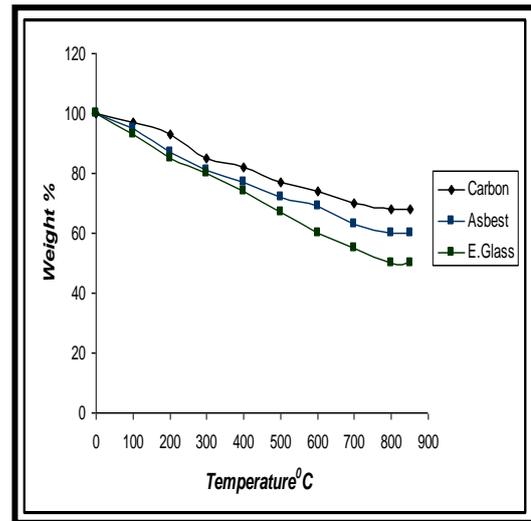
[20] سلام حسين الحداد "أطروحة دكتوراه" الجامعة التكنولوجية، (2005).

Abstract:

In this research some physical properties (compression, impact, bending, thermal conductivity and diffusion coefficient) were studied for a composite materials of phenoloc-Novolac resin with some industrial fibers (carbon, glass, asbestos) with fractions 20%, 30%, 40% respectively using compression molding technique, we had noticed that there is an increase in mechanical properties with increasing addition of fibers; also the glass fibers showed a better young modulus compared with carbon and asbestos, carbon fibers had a higher impact resistance and the asbestos fibers owned a better compression strength.

In TGA test the carbon fibers showed a better heat stability for higher temperatures. Also the asbestos fibers showed a higher diffusion coefficient in water.

الشكل (6) : تغير قيم معامل التوصيل الحراري للنماذج كافة.



الشكل (7) : منحنى التحلل الحراري الوزني للنماذج المدعمة بنسبة 40%.

المصادر:

- [1] D. Hull, "An introduction to composite materials", 1st ed. New York Inc, 1987.
- [2] W. Bolton, "Engineering materials technology", 3rd ed. Elsevier Group, (1998).
- [3] J.G. Morely, "High performance of fiber composites", University of Nottingham, U.K., 1987.
- [4] B. Tareev, "Physics of dielectric material", Mer Pub., Moscow, 1975.
- [5] R.P. Sheldon, "Composite polymeric materials", School of Materials Science Publishing, London, 1982.
- [6] - رولا عبد الخضر عباس ، أطروحة ماجستير، الجامعة التكنولوجية، (2001).
- [7] D. Ashim, PH. D. Thess, Rensselaer Polytechnic Institue Canada, (1994).
- [8] W. S. Hanoush etal. Iraq- PS2813, Feb. 28, (2000).
- [9] G. A. Adams etal. Iraq- PS1880, Feb. 26, (2001).