Study of some Mechanical properties for polymer Matrix Composite Material Reinforcement with ceramic fillers

دراسة بعض الخواص الميكانيكية لمادة متراكبة ذات أساس بوليمري بمالئات سيراميكيه

وسن كامل حسن
جامعة كربلاء / كلية العلوم / قسم الفيزياء

الخلاصة :-

تمت في هذه الدراسة ادخال مالئات سيراميكية لها القابلية على التفاعل مع بوليمر بولي ستايرين(PS) بطريقة الخلط الآلي فاضيفت المادة المالئة (البنتونايت) بعد غسلها بالماء المقطر وتجفيفها وتحميصها بدرجات حرارية مختلفة (100,200,300,400) °C ومن ثم تحفيزها بمادة بولي فاينيل الكحول(PVA) وتجفيفها ومن ثم تم انتقاء حجم حبيبي اقل من (75 um) وتم اذابة المادة البوليمريه (البولي ستايرين) باستخدام البنزين , ثم اضيفت لها المادة المالئه بنسب معينة وبدرجة حرارة (70-80 °C) كما تم استخدام مواد محفزة لسطح البوليمرومادة مانع التاكسد ومادة رابطة وتمت دراسة تاثير تلك المضافات في الخواص الميكانيكية للمتراكب.

Abstract:

The present study suggests the introduction of ceramic fillers cabable to react with polystyrene polymer (PS) through mixing .Thus filler material (bentonite) after washing by distill water and drying and toasting with different temperature degrees (100,200,300,400 °C)and surfactant process have been done on them by using poly vinyl alcohol(PVA) and dryig and had been choose partical size smaller than (75 μm) and Polystyrene was dissolved in benzen and then the ceramic fillers was added to polystyrene solution with the state ratios and temperature degrees (70-80 °C)have been used surfactant material to polymer surface and anti-oxidant material and binder material , and the study of effects because of these additions upon mechanical material for composite .

المقدمة :-

إن التطور في مفهوم معاملة المعادن الطينية التي تستخدم كمالئات يتيح الحصول على مواد اللدائن الحرارية ذات المتانة الميكانيكية العالية و الطريقة المعتمدة التي وضعت تتضمن تشتت حبيبات المادة المالئة في مصهور البوليمر بعد تغليفها بطبقة سميكة من مادة الراتنج التي يتحقق فيها ترابط قوي جدا مع مصفوفة (معدن- بوليمر) وبهذه الطريقة نستطيع تطوير عائلة من متراكبات معدن - بولي ستايرين معزز Mineral-Reinforced Polystyrene إذ اظهرت زيادة مهمة في متانة الإجهاد وقد طورت هذه الطريقة من خلال اضافة مسحوق البنتونايت المعالج إلى محلول البوليمر وإن مقدار التفاعل بين الطين والبوليمر يحدد بالعوامل الآتية [1]:

1. درجة التشتت لمكون الأطيان وسط البوليمر

إن كفاءة الأطيان في مليء أنظمة البوليمر تعتمد على درجة تشتتها في الوسط العضوي لان تحقيق التشتت للمادة المالئة يعطي مساحة سطحية مهيأة للتفاعل أعلى مع مصفوفة البوليمر ،إذ أن استعمال المادة المشتتة و هي نوع غير ايوني(Non-Ionic) يجعل سطح الأطيان (Hydrophobic) مواد غير آلفة للماء ومن ثم يجعله أكثر توافقا مع الطور العضوي.

2. حجم وشكل وتوزيع حبيبات الطين

وجدت ان فعالية الأطيان تزداد كلما قل معدل الحجم الحبيبي لتلك الأطيان و تبعا لذلك تزداد المتانة الميكانيكية والاستقرارية البلورية للبوليمرات بنسب عالية . إن الشكل الحبيبي للمالئات له تأثير مسجل في كفاءته كعامل تعزيز للأنظمة البوليمرية. لذلك فان بلورات الكاؤولين ذات الشكل الصفائحي لها تأثير تقسية عالي Stiffening Effect في المطاط بدلا من استخدام حبيبات كروية لذلك يتم استخدام الأطيان كمالئات في البولي فانيل كلورايد Polyvinyl Chloride والتي هي من مركبات اللدائن الحرارية وكما تستخدم كمعززات في البولي اثيلين Polyethylene.

3. خواص سطح حبيبات الطين

من الطرائق الشائعة التي يتم تشتيت حبيبات المالئات في محلول البوليمر بعد تغليفها بطبقة رقيقة من الـ (Resin) وبثبات ترابط هذه المغلفات مع كل من المعدن والمادة الرابطة البوليمرية مما ينتج عنها تحسن كبير في متانة الإجهاد والصدم.

إن اللدائن الحرارية المعززة تمتلك درجات قولبة عالية سوف تقلل الإجهاد الحاصل في أثناء القولبة ولان الألياف والمالئات تعمل كمواقع تنوية للنمو البلوري[2] و هذه المواقع موزعة بانتظام خلال البوليمر فان هذا يفترض مواجهة صعوبة قليلة للسيطرة على

التشوه الناتج من وجود مقاطع متجاورة سميكة وأخرى نحيفة في الأجزاء المقولبة والألياف والمالئات يقللان بشكل كبير الفرق في الحجم بين المادة المصهورة والمادة بالحالة الصلبة الذي له تأثير واسهام كبير في الإجهاد المتخلف للراتنج غير المعزز[2].

الجزء النظري :-

تعتمد الاستخدامات الهندسية العامة للمواد المركبة إلى حد كبير على خصائصها الفيزيائية والميكانيكية مثل مقاومة الشد (Tensile Strength) والمرونة (Elasticity) وقابلية المادة للاستطالة (Elongation) ومقاومتها للحرارة والظروف البيئية وغيرها من الخصائص التطبيقية الأخرى. إن هذه الخصائص جميعها تعتمد كثيرا" على التركيب الجزيئي للراتنج (Molecular Structure) وعلى وزنه الجزيئي (Molecular Weight) وعلى القوى الجزيئية ، إذ يوجد نوعان من القوى ، هي الأواصر الكيمياوية القوية بين ذرات السلسلة والأواصر الثانوية بين السلاسل , كما تعتمد هذه الخصائص كثيرا" على مواد التقوية وكذلك على المواد المضافة مثل الملدنات (Plasticizers) والمالئات (Fillers) . إنّ الخواص الميكانيكية بصورة عامة توصف سلوك المواد البوليمرية ومتراكباتها الواقعة تحت تأثير قوى مؤثرة ، إذ أن هناك الكثير من الطرائق التي يتم بواسطتها فحص الخواص الميكانيكية التي يمكن تصنيفها الى ثلاث مجاميع وكما يأتي [3] :-

1- طرائق فحص الخواص الميكانيكية التي تصف سلوك المواد الواقعة تحت تأثير قوة الشد (Tension) ، الانحناء (Bending) و الانضغاط (Compression) والقص (Shear).
2- طرائق فحص الخواص الميكانيكية التي تصف سلوك المواد الواقعة تحت تأثير (اجهادات) ، كقوة التصادم (Impact) واللي (Torsion) و الكلال (Fatigue).
3- طرائق فحص الخواص الميكانيكية التي تصف سلوك المواد الواقعة تحت تأثير قوى ثابتة بمرور الزمن كالزحف (Creep).

ولهذا تعد دراسة خواص المادة الراتنجية مهمة جدا" إذ تدخل فيها الكثير من المتغيرات و العوامل المؤثرة التي غالبا" ما تتعرض لها هذه المواد والتي لابد من معرفتها والإلمام بها قبل استخدامها كمواد بديلة في الصناعة . كما إن معرفة وفهم سلوك هذه المواد يمكن الباحث من إدخال الكثير من التحسينات بطرائق كيمياوية وتكنولوجية ، وبالمقابل يمكن التخلص من الكثير من الصفات غير المرغوبة الموجودة في الراتنجات .

لغرض انجاز قياسات الخواص الميكانيكية التي اجريت في هذه الدراسة لابد من تعريف المفاهيم المعتمدة في القياسات[4].

1- معامل المرونة Modulus of Elasticity

تعرف المرونة بإنها قابلية المادة على استعادة شكلها الأصلي بعد إزالة القوة المؤثرة والمسببة للتشوه. هناك أنواع مختلفة من المعاملات حيث يعتمد نوع المعامل على نوع التشوه الذي تتعرض له المادة كالاستطالة والانحناء وغيرها. وتمثل المعاملات جميعها بإيجاد نسبة الإجهاد إلى الانفعال ضمن حدود المرونة. إن وحدات المعامل هي وحدات الإجهاد نفسه لان الانفعال لا وحدات له وعندما يكون الإجهاد ضمن حدود المرونة فان نسبة الإجهاد إلى المطاوعة ستكون مقدارا ثابتا ويسمى هذا الثابت بمعامل المرونةModulus of Elasticity أي أن

معامل المرونة = الإجهاد / المطاوعة

يعرف الحد المرن على انه اقل قيمة للإجهاد المسبب لانفعال (مطاوعة) ثابت في المادة. وضمن حدود المرونة تكون العلاقة خطية بين الإجهاد والانفعال ولا يعتمد على الزمن وهذا ما يعرف بقانون هوك (Hooks Law) الذي ينطبق على المواد المرنة معظمها في حالة حصول الانفعالات الصغيرة.

إن العلاقة بين معامل المرونة ودرجة الحرارة علاقة عكسية إذ يقل معامل المرونة بارتفاع درجة الحرارة [5]والسبب في ذلك يعود إلى أن ارتفاع درجة الحرارة يزيد الطاقة الحركية للذرات أو الجزيئات والتي تؤدي إلى التغلب على قوى الترابط بينهما ومن ثم زيادة حجمها . ولمعامل المرونة ثلاثة أنواع تبعا لنوع الإجهاد المؤثر ومنها معامل يونك .

معامل يونك Young's Modulus

يعرف معامل يونك بأنه نسبة الإجهاد إلى المطاوعة في حالتي الاستطالة والانكماش الطوليين ويرمز ه بالرمز Y ويعطى بالعلاقة الآتية :

$$\text{معامل يونك} = \frac{\text{الإجهاد الخطي}}{\text{الانفعال الخطي}}$$

$$Y = \frac{F/A}{\Delta L/L}\ Nm^{-2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث F : القوة ,A : المساحه , ΔL: التغير بالطول , L : الطول الاصلي .

إن وحدة معامل يونك هي وحدة الإجهاد نفسه أي نيوتن /م^2 أو داين /سم^2 يعتمد معامل يونك على نوع المادة وليس على أبعادها[5].

2- الإجهاد Stress

يعرف بأنه القوة المؤثرة على وحدة المساحات ووحداته نيوتن / م^2 والإجهاد أنواع : إجهاد الشد Tensile Stress وينتج عنه زيادة في الطول وإجهاد ضغط Compression Stress ينتج عنه نقص في الطول أو تغير في الحجم وإجهاد قص (إجهاد مماسي) Shear Stress ينتج عنه تغير في شكل الجسم الهندسي .

يعد اختبار الشد من الاختبارات الميكانيكية المهمة التي تعد مقياسا" لقابلية المادة على مقاومة القوى التي تحاول سحب المادة وكسرها إذ إن دراسة السلوك الجزيئي للبوليمرات المدعمة عند خضوعها لقوى خارجية أو لتغيرات في درجة الحرارة سوف يعطينا فهما" أفضل لخواصها الحرارية وخواص المرونة [6].

3- الانفعال (المطاوعة) Strain

يعرف الانفعال أو المطاوعة بأنه تشوه تلك المادة كما يعرف أيضا على انه التغير النسبي الذي يسببه الإجهاد لأبعاد الجسم أو شكله أو حجمه وهناك أنواع عدة للمطاوعة وهي مطاوعة الشد ومطاوعة الكبس ومطاوعة القص. إن المطاوعة بانواعها جميعاً نسبة مجردة من الوحدات .

المواد المستخدمة والجانب العملي :-

تهيئة المواد الاولية وتشمل :

1- بنتونايت الصفرة :

ويسمى ايضا بالمونت موريلونايت ويتكون من سيليكات الألمنيوم المائية كما يتألف من كميات قليلة من القلويات والقلويات الأرضية ويحتوي المونت موريلونايت على طبقة ثمانية بين طبقتين رباعية وتوجد بينها جزيئات الماء التي يمكن إبعادها بدون تحطيم التركيب الذري الداخلي لهذا المعدن ورمزه الكيميائي $(OH)_2\ Al_2\ (Si_2O_5)_2$.وهو ذو لون اصفر ومن خصائصه انه حينما يمتص الماء من الوسط المحيط به فان حجمه يمكن أن يكبر إلى ستة أضعاف حجمه الأصلي واستخدم مسحوق البنتونايت من مقلب عراقي (منطقة الصفرة) بحجم حبيبي اقل من (75 µm) والجدول يبين التركيب الكيميائي لخام البنتونايت[7] .

الجدول (1) التركيب الكيميائي لخام البنتونايت العراقي			
SiO2	56.77	K2O	0.6
Al2O3	15.67	P2O5	0.65
Fe2O3	5.12	SO3	0.59
CaO	4.48	CL	0.57
MgO	3.42	L.O.I	0.49
Na2O	1.11	C (total)	0.56

2- البولي ستايرين :

هي المادة الاساس المستعملة في الدراسة تسمى تجاريا ستايروبور ومختبريا بولي (1- فنيل اثيلين) وهو من البوليمرات المطاوعة للحرارة تبلغ درجة انتقال الزجاجية (80°C) ويقاوم فعل الكثير من المواد الكيميائية كالحوامض والقواعد ويذوب في العديد من المذيبات علما ان المذيب المستعمل هو البنزين بنسب معينة وبدرجة حرارة (70-80 °C) وهو من انتاج مجمع البتروكيمياويات المعقدة (البصرة- عراق) والجدول يوضح الخصائص النموذجية للبولي ستايرين [8] .

الجدول (2) يوضح الخصائص النموذجية في البولي ستايرين	
الخصائص البوليمر	البولي ستايرين
درجة الانتقال الزجاجي Tg	100°C
درجة الانصهار البلوري Tm	240°C
قوة الشد كغم /م^2	10^5(84-35) Kg/m^2
الاستطالة %	% (2.5-1.0)
الكثافة غم /سم^3	(1.04-1.09) gm/cm^3
معامل الانكسار	1.60-1.59
ثابت العزل الكهربائي	2.65-2.4
تأثير ضوء الشمس	اصفرار
تأثير الحوامض القوية والقواعد القوية	يهاجم من قبل الحوامض
تأثير المذيبات العضوية	ذائب

3- بولي فاينيل الكحول :

ويسمى بولي (كحول الفنيل)ومختبريا بولي(1- هيدروكسي ايثيلين) ويعد بولي فاينيل الكحول من البوليمرات الخطية غير المشحونة التي تستطيع الذوبان فى الماء وتكون معقدات مع المعادن الطينية لامتلاكها عدداً هائلاً من المجاميع القطبية على امتداد سلسلتها التي تدخل في التفاعل مع سطح المعدن الطيني لتكوين طين معدل(modified clay) بعملية امتزاز المواد الطينية [9,15] .

4- البنزين :

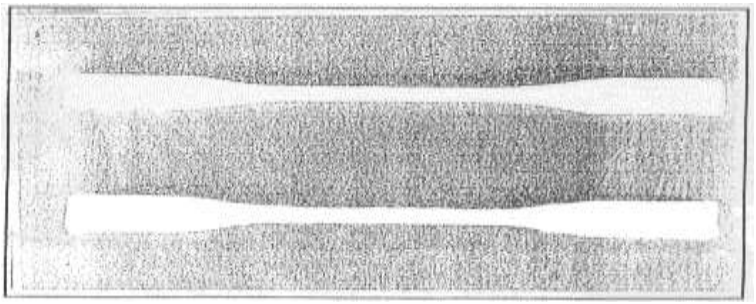
ويدعى أيضا" بالبنزول أو هيدرايد الفنيل أو سايكلوهكتايين وهو مادة كيميائية تتكون جزيئتها من ست ذرات كربون مرتبطة مع بعضها على شكل حلقة سداسية منتظمة ، وتتصل كل منها بذرة هيدروجين وهو سائل عديم اللون وسريع الاشتعال يغلي بدرجة (80 °م) ويتجمد في درجة (5 °م) اقل كثافة من الماء ورمزه الكيميائي C_6H_6 [10،16] .

تحضير النماذج :

1- **تحضير الاطيان :** اختيرت نماذج الاطيان الجيدة وتم غسلها بالماء المقطر واجريت عملية التجفيف والطحن والنخل بمدى حجم حبيبي ($D<75\mu m$) بعدها حمصت الى اربع درجات حرارية(100,200,300,400 °C) في فرن كهربائي ولمدة ساعتين .

2- **تحضير محلول P.V.A** : حضر المحلول باضافة (2.5wt ٪) نسبة وزنية الى (100ml) من الماء المقطر باستعمال خلاط مغناطيسي (Magnetic stirrer) بسرعة (350 rpm) وبدرجة حرارة (60 ^oC) لمدة (15min) ومن ثم اضيف له البنتونايت المحمص مع استمرار المزج ليكون رائقا ذو لزوجة عالية . بعد ذلك يجفف ويطحن ويمرر عبر منخل بحجم حبيبي ($D<75\mu m$) وتعاد الطريقة للمجاميع الاخرى [17،11] .

3- **تحضير متراكب بولي ستايرين- بنتونايت** : ان العينات المعاملة حراريا والمضافة لمادة (P.V.A) اضيفت الى مادة البولي ستايرين المذابة في البنزين بدرجة حرارة (70-80 ^oC) بعدها تم اضافة مادة محفزة لسطح البوليمر ومادة مانع التاكسد ومادة رابطة منفردة ومجتمعة للخليط وبعدها صبت في اطباق زجاجية وتركت في حاوية تفريغ لحين الجفاف بعدها قطعت النماذج طبقا للمواصفات القياسيه لاغراض الفحص الميكانيكي وتم استخدام جهاز (Testing fixed member morable member grips machine)لقياس اجهاد الشد ومعامل المرونة للنماذج المحضرة .



الشكل (1) يوضح عينات اختبار الشد للمواد المتراكبة

النتائج والمناقشة :-

تم اخذ القياسات العملية ومن ثم اجريت بعدها الحسابات النظرية لحساب متانة الشد ومعامل المرونة(معامل يونك) بعدها نوقش تاثير كل من المضافات في الخواص الميكانيكية وكما ياتي :

1- متراكب بنتونايت (غير محفز) + بولي ستايرين

تم دراسة تغير معامل الاجهاد للمتراكب مع تغير درجة حرارة التحميص °C(400 – 100) أدت إلى تذبذب قيم متانة الإجهاد إذ بدأ بالارتفاع والانخفاض وتبعا" لذلك تتذبذب قيم معامل يونك وان سبب ذلك يعزى إلى إن دقائق البنتونايت عند مزجها مع المادة الأساس البوليمرية ستعمل على إعاقة حركة السلاسل البوليمرية كونها ستحشر بين السلاسل وتقلل من حركتها وكما موضح بالجدول.

2- متراكب بنتونايت (محفز) + بولي ستايرين

استخدم بنتونايت محفز بمادة P.V.A بنسبة (% 2.5) وأظهرت قيم متانة الإجهاد منخفضة مع ارتفاع درجة الحرارة من °C(300 – 100) بعدها ترتفع عند °C 400 ، إن تفسير هذه الظاهرة يعزى إلى أن مقاومة هذه المواد (البولي ستايرين) تعتمد على انتظامية السلاسل الجزيئية وتوجيهها ودرجة تشابكها وتلعب مضافات التقوية (البنتونايت) دوراً فعالاً في التأثير على قوة السلاسل المترابطة ولكونه محفز بمادة P.V.A فان عملية الخلط ستسبب انتشاره بشكل أكثر تجانسا" عنه في البنتونايت غير المحفز وبذلك تكون عملية الترابط بين مادة التقوية والمادة البوليمرية أعلى من سابقتها (غير المحفزة) ولذلك تكون مرونة العينة قليلة [18،12]ويبين الشكل (2) مقارنة بين النوعين للمتراكب البنتونايت المحفز وغير المحفز.

3- متراكب بنتونايت محفز + بولي ستايرين محفز

أن تأثير محفز سطح البوليمر (Poly oxy glycols) وبنسبة 1% أدى إلى ارتفاع قيم متانة الإجهاد لدرجة حرارة تحميص °C(300-100) أما معامل يونك MPa (231 – 174) بدون إضافة محفز سطح البوليمر وأصبح المدى MPa (315 – 179) عند إضافة محفز سطح للمدى الحراري نفسه لتحميص البنتونايت °C(400-100) والسبب يعود إلى تأثير المحفز لسطح البوليمر في الامتزاز على السطوح الخارجية والبينية ، إذ يقوم بتقليل الطاقة الحرة للسطح البيني وبما أن المساحة السطحية للسطح البيني تكون اكبر منها في المواقع الأخرى كما يقوم بتقليل الشد السطحي مما يؤدي إلى تنظيم وترتيب جزيئات المنشط في هذه المواقع [19،13]والشكل (3) يبين منحني معامل الاجهاد ودرجة حرارة التحميص للبنتونايت المحفز + محفز سطح البوليمر .

4- متراكب بنتونايت محفز + بولي ستايرين محفز + مادة رابطة

استخدام مادة رابطة نوع Tris (hydroxyl methyl) methyl amine بالاضافة لمحفز سطح البوليمر بمادة (Poly oxy glycols) + محفز سطح بنتونايت (P.V.A) وجد انه كلما ارتفعت درجة الحرارة ارتفعت قيم متانة الإجهاد انخفضت قيم معامل

المرونة اعتمادا على دور المادة الرابطة في تحسين كفاءة الربط بين الأطوار (دقائق البنتونايت والمادة البوليمرية) وبذلك تقل العيوب الداخلية (الفجوات) ويصبح السلوك اكثر خطيا" أكثر ويؤدي إلى انخفاض قيمة معامل المرونة لانه خاصية من خواص المادة تعتمد على تركيب المادة (نوع المادة وكسرها الحجمي) ولا يتأثر بحجم الدقائق أي ان إضافة المادة الرابطة تؤدي إلى تغير في تركيب المادة إذ أنها تمثل مونوميرات ترتبط بالمادة البوليمرية من طرف وبالدقائق من طرف اخر وبذلك تمتلك المادة البوليمرية ذات الربط الجيد معامل مرونة أعلى[14،20] وكما يوضحه الشكل (4) .

5- متراكب بنتونايت محفز + بولي ستايرين غيرمحفز + مادة رابطة + مانع تاكسد

تم اضافة مادة مانع التأكسد bis di methyl benzyl) di phenyl amine) بالاضافة للمضافات السابقة ووجد بارتفاع درجة حرارة التحميص زيادة قيم متانة الإجهاد سببه إضافة مادة مانع التأكسد التي تمنع حدوث عملية التأكسد التي تقلل من ترابط مادة التقوية مع المادة الأساس لكون البوليمر معرضاً للهواء في أثناء الاستخدام فيحدث تماس بين البوليمر الساخن والهواء الجوي وخاصة أثناء عملية التصنيع اذ يحدث نوع من الانحلال التأكسدي التي تؤدي إلى انحطاط الكثير من خواص البوليمر وبذلك فان وجود مانعات التحلل التأكسدي تمنع حدوث هذه العملية ويحقق إمكانية واسعة في لتثبيت البوليمر[13] والشكل (5) يوضح تاثير عامل التاكسد .

6- متراكب بنتونايت محفز + بولي ستايرين محفز + مادة رابطة + مانع تاكسد

من الشكل (6) يلاحظ زيادة متانة الإجهاد عما هي عليه في الحالة التي لم تستخدم مادة محفزة لسطح البوليمر وكذلك زيادة معامل يونك عما هي عليه بدون محفز سطح البوليمر ويرجع سبب هذه الزيادة إلى توزيع الإجهاد على كل من المادة الأساس والمقواة وتجاوز حالتي تركز الإجهاد في مناطق ضيقة وفشل السطوح البينية ، أما سبب نقصان مقاومة الشد عند $200^{O}C$ فيعود إلى انه عند إجهاد معين يفشل السطح البيني Interface بين المادة الأساس والمقواة مما يؤدي إلى انسحابها أو عدمه مما يجعلها تعمل كفجوات ومناطق لتركز الإجهادات فتعجل عملية الفشل وجعل المادة تتصرف كمادة هشة [14،21] .

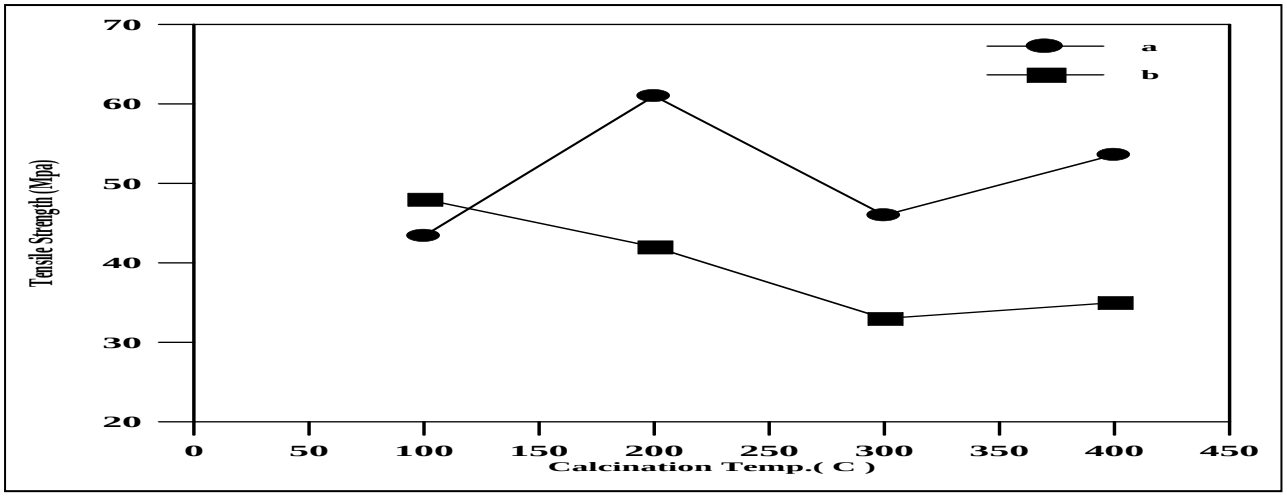
الجدول (3) يوضح خواص معامل المرونة ومتانة الاجهاد

رقم النموذج	درجة حرارة التحميص ^{O}C	نسبة P.V.A المضاف %	نسبة الاضافة المادة المالئة %	محفز السطح		مادة رابطة		مانع تأكسد		متانة اجهاد الشد MPa	معامل يونك MPa
				نسبة الاضافة %	المادة	نسبة الاضافة %	المادة	نسبة الاضافة %	المادة		
M1	100									43.4	231
M2	200									61	107
M3	300									46	136
M4	400									53.6	174
M5	100	2.5	5							48	119
M6	200	2.5	5							42	123
M7	300	2.5	5							33	184
M8	400	2.5	5							35	205
M9	100	2.5	5	1	2*					51	315
M10	200	2.5	5	1	2*					53	213
M11	300	2.5	5	1	2*					63	190
M12	400	2.5	5	1	2*					57	179
M13	100	2.5	5	1	2*	1	3*			32	240
M14	200	2.5	5	1	2*	1	3*			40	200
M15	300	2.5	5	1	2*	1	3*			43	150
M16	400	2.5	5	1	2*	1	3*			48	106
M17	100	2.5	5			1	3*	1	4*	32	204
M18	200	2.5	5			1	3*	1	4*	30	225
M19	300	2.5	5			1	3*	1	4*	42	160
M20	400	2.5	5			1	3*	1	4*	45	111
M21	100	2.5	5	1	2*	1	3*	1	4*	35	515
M22	200	2.5	5	1	2*	1	3*	1	4*	32	325
M23	300	2.5	5	1	2*	1	3*	1	4*	60	125
M24	400	2.5	5	1	2*	1	3*	1	4*	73	102

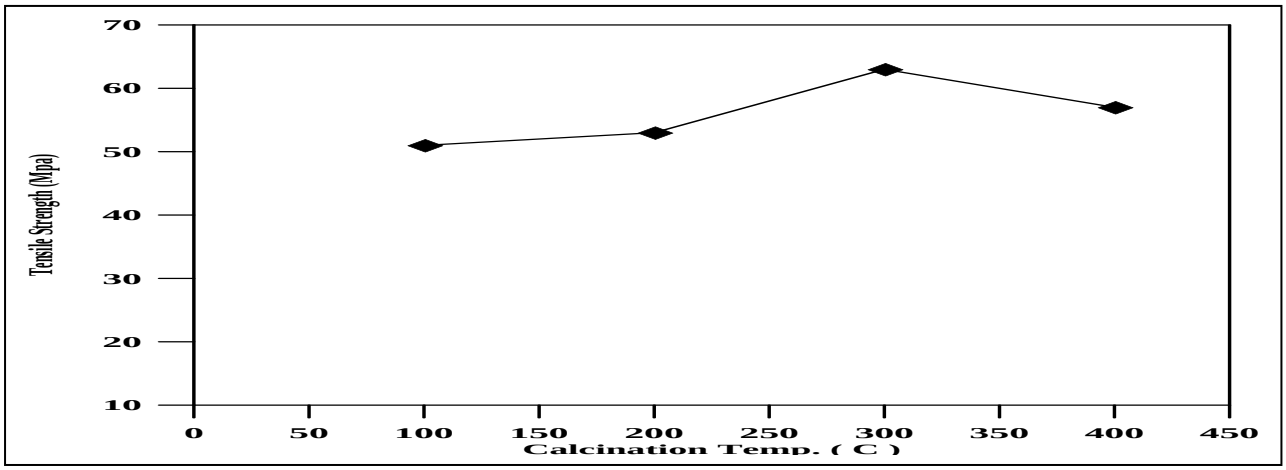
2* - Surfactant (Poly oxy glycols).

3* - Tris (hydroxyl methyl) methylamine.

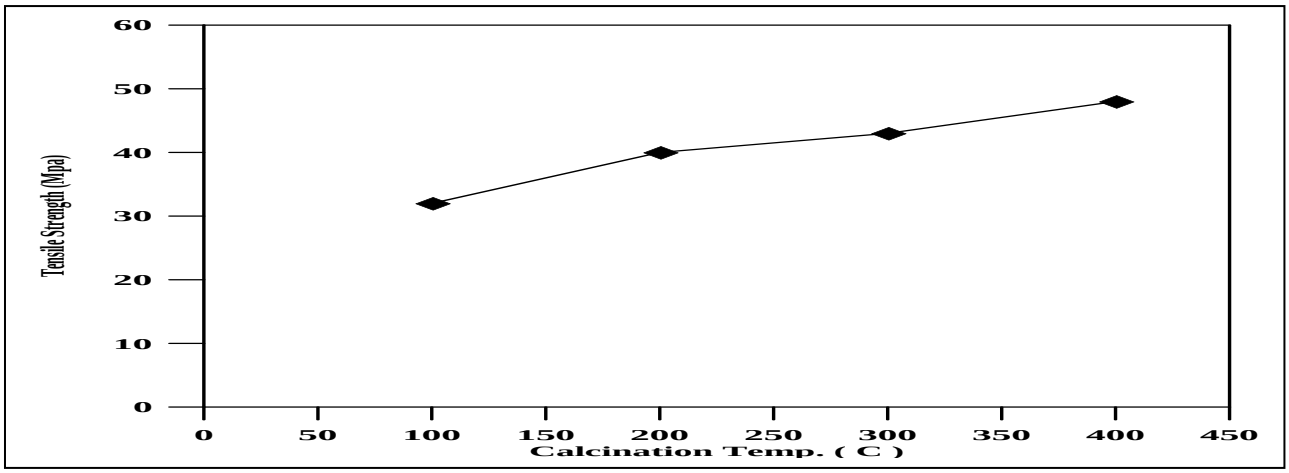
4* - Antioxidant (bis di methyl benzyl) di phenyl amine.



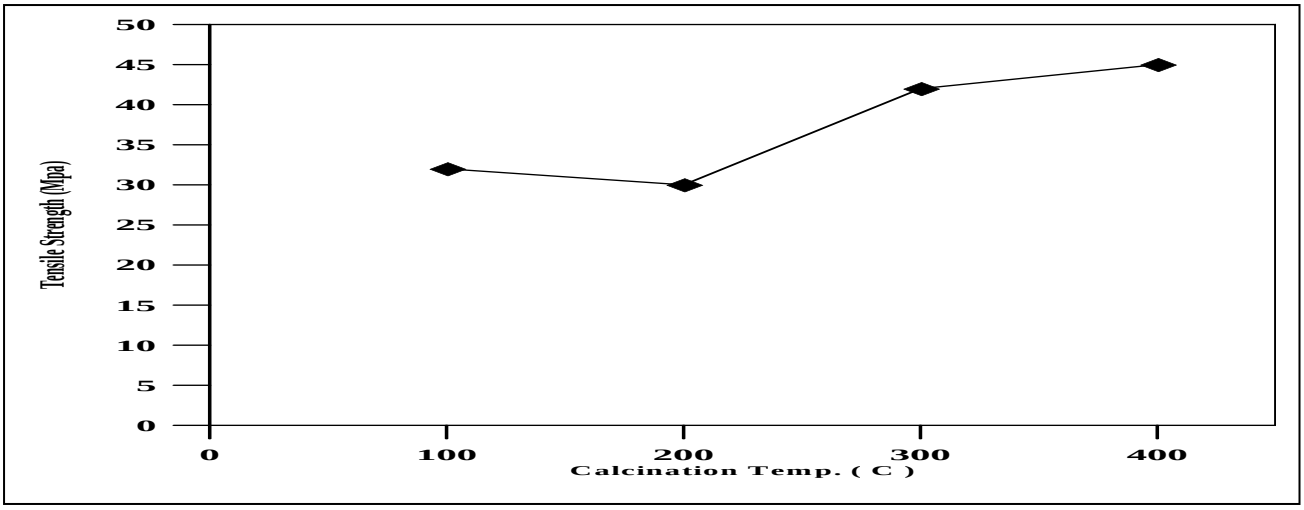
الشكل (2)
تغير قيم متانة الشد لمتراكب طين - بوليمر مع تغير درجة حرارة التحميص (بنتونايت الصفرة) غير المحفز (a) + المحفز (b)



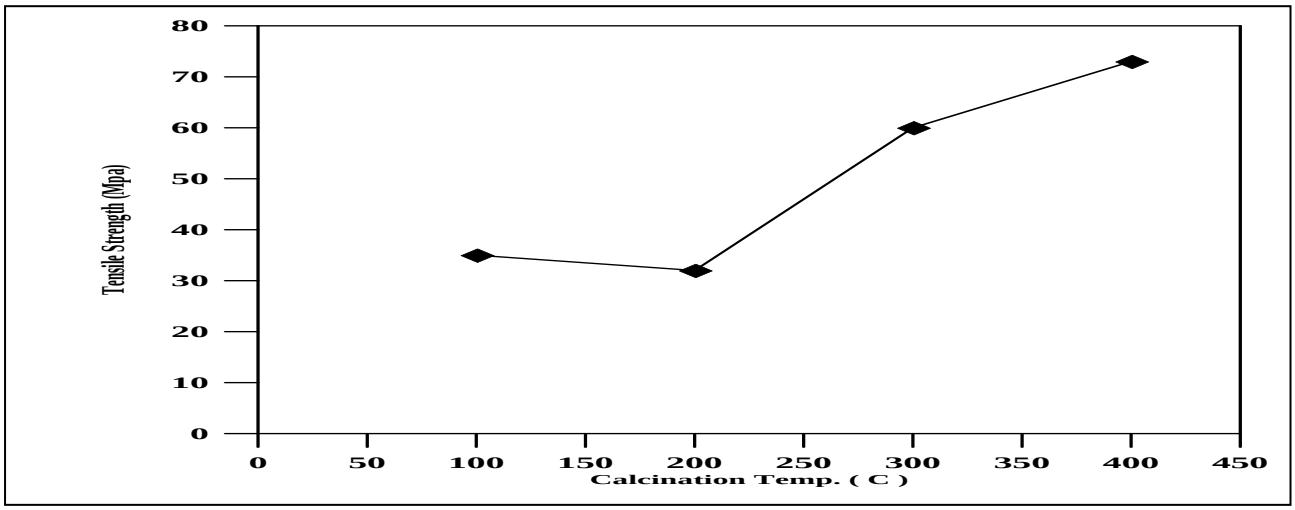
الشكل (3) يبين منحني متانة الشد – درجة حرارة التحميص للبنتونايت المحفز + محفز سطح البوليمر



الشكل (4) يبين منحني متانة الشد ودرجة حرارة التحميص للبنتونايت المحفز + محفز سطح البوليمر + مادة رابطة



الشكل (5) يبين منحني متانة الشد – درجة حرارة التحميص للبنتونايت المحفز + مادة رابطة + مادة مانع الأكسدة



الشكل (6)

يبين منحني متانة الشد – درجة حرارة التحميص للبنتونايت المحفز + محفز سطح البوليمر + مادة رابطة + مانع أكسدة

الاستنتاجات :-

من النتائج المحققة والرسومات البيانية امكن التوصل الى الاستنتاجات الاتية :-

1- إن استخدام مادة البنتونايت المعاملة حراريا" ºC (100 – 400) والمحفز بمادة P.V.A % حققت متانة إجهاد تقع ضمن المواصفة القياسية ASTM,D-638 وأفضل معاملة حرارية لتحسين الخواص الميكانيكية هي عند الدرجة الحرارية (100ºC).

2- استخدام مادة البنتونايت مع البولي ستايرين والمحفز لسطح البوليمر (Poly oxy glycols) Surfactant بنسبة ،مانع تأكسدAntioxidant(bis di methyl) di phenyl amine ومادة رابطة Tris (hydroxy methyl)methyl amine أعطت النتائج التالية :-

- حالة استخدام محفز سطح البوليمر فقط (Poly oxy glycols) للبولي ستايرين مع البنتونايت المحفز بمادة P.V.A حقق متانة الإجهاد عند قيمة 63MPa ومعامل يونك مقداره 190MPa عند 300ºC .
- حالة استخدام محفز سطح البوليمر(poly oxy glycols) مع البولي ستايرين المعزز بالبنتونايت المحفز بمادة P.V.A وإضافة مادة رابطة حقق متانة اجهاد قدرها 48Mpa عند درجة حرارة 400°C .
- حالة استخدام مادة رابطة ومادة مانع التأكسد كمضافات إلى البولي ستارين المعزز بالبنتونايت المحفز والمحمص بدرجة 400ºC حقق متانة الإجهاد قيمتها 45MPa ومعامل يونك مقداره 111MPa .
- حالة استخدام محفز سطح البوليمر (Poly oxy glycols) ومانع تأكسد ومادة رابطة كمضافات إلى البولي ستايرين المعزز بالبنتونايت المحفز والمحمص بدرجة 400ºC حقق متانة إجهاد 73MPa ومعامل يونك مقداره 102MPa .

المصادر :

1- B.K.G. Thing , "Formation and properties of clay-polymer complexes" ,Elsevier Scientific publishing company, Amsterdam, Oxford, N.Y, (1977).

2- Palcon A. and Drits V "Clay and Clay minerals" ,V.48 ,No.1 ,p.57 ,(2000).

3- Mahedra D.Baijal," Plastic Polymer Science and Technology", N.Y, (1982).

4- ال آدم، كور كيس عبد ، حسين علي ، " تكنولوجيا وكيمياء البوليمرات " جامعة البصرة / كلية العلوم (1983).

5- R.A. Higgins , "Materials for Engineering and Technicas" , Elsevier.Ltd , (2006).

6- عمار ، احمد شوقي "خواص المادة" جامعتي الإسكندرية وبيروت العربية ،كلية الهندسة ،(1985).

7- B.M.Deya , M.S. Medhet , "Study of environment of effects on the mechanical and thermal properties of composite material",Fourth international conference on physical of condensed matter, April,18th -20-2000, university of Jordan .

8- J. Kotek ,I. Klenar , "Preparation and application in polymer-clay nano composites" ,V. 46, p(4876-4881),(2005).

9- S.Aphiwan trakul, T.Srikhrin, D.Triampo, "J.Appl. Polym.sci", V.95,p.(785-789), (2005).

10- W.D.Callister, "Material science and engineering an introduction", John wiely & sons , Inc , (2003).

11- M.G.James , "Mechanics of Materials", Ged , homson ,Canada ,(2004).

12- S.K. Hassun, H. Hussain,N.A.Hassan,"Acta polymerica J.",V.41,N.8 ,(1990).

13- R.C.Hibbeler , "Mechanics of Materials" , 6th Ed. ,person prentice Hall , (2005).

14- D.R.Askeland & P.P.Phule , "The science and engineering of materials" , 4th Ed.,Thomson Brook , coole,(2003).

15- PM Wood , Adams , "Mechanics" , V.221,p.(27-33),(2008).

16- Mc Guire , Bengamin , "Introduction to Materials science" , Characteristics , Applications and processing of polymers , Ch.15 , p.(1-5) , (2009).

17- Kalpakjian , Schmid , "Manufacturing Process for Engineering Materials" , 5th Ed. , Person Education , ISBN , No.13 , (2008).

18- Ruilian Guo , "Edependence of Physical and Mechanical properties on polymer Architecture for model polymer networks" , Athesis presented to the Academic faculty , p.16 , (2008).

19- S.H.Park , P.R.Bandaru , "Polymers" , Material science pergamon , San Diego , United States , V.51 , p.(5071-5077) , (2010).

20- Brunero , "Mechanical Properties and Adhesion of a micro Structured Polymer Blend" , V.3 , p(1091-1106) , (2011).

21- Oh Yun Kwon , Dong Won Lee and Song Min Nam , "Effects of Mechanical Properties of Polymer on ceramic – polymer composite" , V.7 , p.261 , (2012).