مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (3) / المجلد (21) : 2013

تاثير اضافة زجاج الشموع التالفة على بعض الخواص الميكانيكية للبولي استر

مسار نجم عبيد
جامعة بابل / كلية هندسة المواد

الخلاصة:

ان الهدف من هذا البحث هو استخدام زجاج الشموع التالفة كمادة مقوية (Reinforcement Material) وبطريقة مبسطة, وقد تم تحضير مادة مركبة مكونة من البولي استر كمادة اساس (Matrix Material) باضافة نسب مختلفة من مسحوق زجاج الشموع التالفة %(25 – 0) لدراسة تاثير تلك المادة على بعض خواص البولي استر, وتبين حصول زيادة في الصلادة HV(من 36.33 الى126.1) وانخفاض في مقاومة الصدمة Joule(من 1.5الى 0.2) لكون الزجاج مادة سيراميكية صلدة ولكنها هشة, وحصول زيادة في الامتصاصية %(من4.8 الى 18.3), وزيادة في المسامية %(من 10.6 الى 20) بسبب زيادة الفراغات مابين السلاسل والناتج بسبب تداخل حبيبات الزجاج مابين السلاسل وبالتالي نحصل على مادة مركبة خفيفة الوزن. وبذلك نحصل على مادة مركبة عالية الصلادة ومقاومة صدمة مناسبة وخفيفة باستخدام مادة من النفايات (الشموع التالفة) كمادة مقوية ورخيصة الثمن يمكن استخدامها في تطبيقات عديدة.

Abstract:

The aim of this research use destroyed fluorescent glass as Reinforcement Material by simple method. The composite Material was prepared by adding different percent from the powder of destroyed fluorescent glass (0 – 25) % to study the effect of this material on some properties of polyester. From the results we showed that increase hardness (from 36.33 to 126.1) HV, and decrease impact resistance (from 1.5 to 0.2) J, because the glass is hardness ceramic material and brittle, and also increase absorption (from 4.8 to 18.3)% and increase porosity (from 10.6 to 20)% because the destroyed fluorescent glass powder interact between polymer chains which increased the space between polymer chains this work exists with a composite Material that has high hardness, proper impact resistance and less weight by using the wasted material (destroyed fluorescent glass) as reinforcement material and cheap that it can be use inr many applications.

المقدمة

بالنظر لأمتلاك المواد المركبة بعض الخواص التي تتناسب مع العدد من التطبيقات الصناعية لذلك فانها نالت مكانة مرموقة بين المواد الهندسية المختلفة , حيث ان المواد المركبة تجمع بين خواص مادتين او اكثر متجاوزة مساوئ كل مادة, اضافة الى ذلك فهي تمتلك امكانية التحكم بخواصها سواء عن طريق نوع ونسب المواد المكونة لها او من خلال تصميمها وطرائق تصنيعها.

وتعد المواد المركبة ذات الاساس البوليمري من اقدم المواد. وتمتاز المواد البوليمرية المركبة المقواة بانواع مختلفة من الدقائق السيراميكية والكاربونية والمعدنية باستعمالاتها الواسعة التي اخذت الحيز الاكثر من البحوث السابقة, من جهة اخرى لم تاخذ المواد البوليمرية المركبة المقواة بالالياف الكثير من الاهتمام مقارنة مع تلك المقواة بالدقائق[G.C.Ives *et.al.*,1971].

المواد المركبة البلاستيكية المقواة بانواع مختلفة من المواد المقوية تتضمن نوعين من المادة الاساس هي مادة اساس ثرموبلاستيك ومادة اساس ثرموست, فمادة الثرموست هي بوليمرات تتعرض الى التقسية او مايطلق عليها تشابكات عرضية كيميائية تتحول فيه المادة من راتنجات ذات وزن جزيئى واطئ الى مادة ذات وزن جزيئي عالي ,ومن المهم ان نشير بان المواد الثرموست اقوى من المواد الثرموبلاستك الواسعة الاستخدام مثل (البولي اثلين الواطئ الكثافة, البولي اثلين العالي الكثافة, البولي استر وغيرها) , اختيار الثرموست كمادة اساس له اهمية من اكثر المجاميع استخداما(البولي استر, الايبوكسي, الفينولات والبولي امايد. [Cs. Varga *et. al.*,2010 ; Mouzakis DE *et. al*. 2008,]

فالبوليمرات هي مواد خاملة وخفيفة الوزن و تمتلك درجة عالية من المطيلية, و تمتاز بانخفاض التوصيلية الكهربائية والحرارية ، لذلك تستعمل كعوازل كهربائية وحرارية, وعند مقارنتها مع المعادن فانها تكون ذات كثافة واطئة واستطالة كبيرة عندما يكون هنالك تغير في درجة الحرارة, وتمتلك جساءة واطئة ومقاومة عالية للتاكل وهي لاتعد من المواد الصلدة[B.R,Sander and T.L. Weintraub,1985] .وتعاني البوليمرات من بعض المساوئ والمحددات في استعمالاتها واهمها ان لها مقاومة ميكانيكية اقل من باقي المواد الهندسية كما لها مقاومة زحف واطئة , ومعامل مرونة قليل, وتعمل في درجات الحرارة الواطئة [حسين, 2005].

الراتنجات Resins:هي بوليمرات معقدة عبارة عن مواد عضوية غير متبلورة قد تكون طبيعية او صناعية وتتالف من جزيئات صغيرة تدعى مونيمر (Monomer) وترتبط اعداد كبيرة من هذه الجزيئات ارتباطا كيميائيا مكونة السلاسل البوليمرية التي تترتب بشكل غير بلوري عند تصلبها , وتنقسم الى قسمين:الراتنجات اللدنة حراريا (Thermoplastic Resin) والراتنجات المتصلدة حراريا (Thermosetting Resin)[رحمة الله, 1985].

راتنجات البولي استر Polyester Resin: البولي استر بصفة اساسية ناتج عن تفاعل ثنائي الكاربوكسيل (Dicarboxylic) مع الكحول (Dihedraic Alcohol) وتتضمن التغيرات في هذا التفاعل موادا عديدة اساسية وينتج بالتالي راتنجات ذات خواص متغيرة بدرجة واسعة, وتعد الخواص الكهربائية والفيزيائية الجيدة من اهم مميزات البولي استر فضلا عن الى سهولة تداوله, وتمتاز هذه المادة فضلا عما سبق بالثبات الجيد في الابعاد, ومقاومة للتاكل كما تصبح مقاومة للتاثيرات الناتجة عن الضوء والظروف الجوية الشديدة.كما ان التطور الذي تم ادخاله على هذه المادة جعل بالامكان تشكل منتجات ذات احجام غير محددة بسعر اقتصادي, وهو ماكان يعد من المستحيلات في الماضي ولكن راتنجات البولي استر لاتصلح للاستعمال بمفردها اذ انها ليست قوية ولاتمتاز بالجساءة العالية, ولكن بادخالها في تركيبات مع مواد مقوية معينة تكتسب خواصا جيدة تجعلها مناسبة للاستعمال وتتميز بالجساءة العالية في تحمل الاحمال. لذلك فهو يدخل في الكثير من التطبيقات كصناعة المواد البلاستيكية المختلفة وصناعة الرقائق (الافلام) وتحضير بعض انواع الطلاءات الواقية وفي صناعة العوازل وكمواد مركبة في صناعة هياكل الزوارق الصغيرة والطائرات وهياكل البناء والجسور [K.G.Budinki,1995] . وتقسم راتنجات البولي استرالى نوعين وهما:

1. راتنجات البولي استر المشبعة (Saturated Polyester Resin): وهي تلك المواد المحضرة من المونومرات المتعددة المجاميع الفعالة بحيث تحدث عملية التشابك خلال تفاعل الاسترة المتعددة, ويطلق على هذا النوع (البولي استرات المتشابكة المشبعة) وتستعمل في صناعة الالياف والاغشية (Films).

2. راتنجات البولي استرغير المشبعة (Unsaturated Polyester Resin): وهي تلك المواد التي تجرى لها عملية تشابك بتفاعل بلمرة اضافية مستقلة خلال الاواصر المزدوجة الفعالة الموجودة في الهيكل الرئيسي للبولي استر ويعرف هذا النوع بالبولي استرات غير المشبعةوالذي بدوره يتالف من نوعان:

a. راتنجات مسبوكة ومطبقة (Laminating and Casting Resins) وهي مكونة من حوامض ثنائية القاعدة (dibasic acids) والكحول (dihydric alcohols) ووحدة البولي استر يجب ان تكون لها القدرة على تكوين بوليمر مشارك مع مونيمر من نوع الفاينيل (vinyl-type monomer) للحصول على بولي استر مفلكن يمتلك تركيب الثرموست

b. اما النوع الثاني (.Alkyds) هو نفس النوع (a) لكن يتم تغلفة سطحه عن طريق معاملته بالزيوت والاحماض الدهنية والمونيمر من نوع الفاينيل (vinyl-type monomer) ايضا ضروري لكونه يؤثر على

التشـابكات العرضـية السـريعة والتقسـية وايضـا تسـتعمل كمسـاحيق قولبـة لتقنيـات القولبـة بالضـغط. [Mohammad, 2007]

الزجاج

يعتبر الزجاج حالة سائلة متجمدة، ذات لزوجة عالية. وهو بشكل عام مادة صلدة، هشة و شفافة، شائعة في حياتنا اليومية وتتركب بشكل رئيسي من الرمل (السيليكا SiO_2) و قلويات. هذه المواد تنصهر إلى الحالة اللزجة عند درجات الحرارة العالية، ثم تبرد بشكل سريع مكونة بنية عشوائية الترتيب خالية من الإنتظام البلوري، إذ لا تمتلك الوقت الكافي للتبلور. وبالإعتماد على الإستخدام النهائي و التطبيق يتم التحكم بتركيب و معدل تبريد الزجاج للوصول إلى الخواص المناسبة للتطبيق المحدد. و فيما يلي بعض مكونات الزجاج الشائعة:-

1- رمل السيليكا (SiO_2): يوجد بشكل متبلور نقي (SiO_2).

2- رماد الصودا (كاربونات الصوديوم) (Na_2CO_3): تتلين السيليكا عند حوالي 2000م°، في حين تبدأ بالإنحلال عند 1713م° (معظم الجزيئات يمكن أن تتحرك بحرية). إن إضافة الصودا سوف تخفض من درجة الإنصهار إلى 1000م° جاعلة إياه أكثر قابلية للتشكيل.

3- كاربونات الكالسيوم ($CaCO_3$): وتعرف أيضاً باللايم. كاربونات الكالسيوم توجد طبيعياً كرخام أو كلس. إن وجود الصودا يجعل الزجاج قابلاً للذوبان في الماء، لذا يضاف اللايم لزيادة الصلادة و الثبوتية الكيميائية Chemical durability، و لمنع ذوبان المكونات. كما يمكن أن تضاف أكاسيد أخرى إلى خلطة الزجاج لزيادة بعض الخواص مثل (قابلية الطلاء، الثبوتية الكيميائية، ... الخ) أو إنتاج بعض التأثيرات مثل التلوين و غيرها. [Badger W.L and Banchero J.T.,1955]. وفيما يلي بعض المميزات الرئيسية للزجاج :-

- مادة صلبة و هشة.
- تركيبه غير منتظم و عشوائي.
- قابل للكسر بسهولة إلى قطع حادة.
- شفاف بالنسبة للضوء المرئي.
- مادة خاملة كيميائياً و غير فعالة أحيائياً.
- الزجاج قابل للتدوير تماماً Recyclable وهو أحد أكثر المواد سلامة في التخزين بالنسبة للمحافظة على تركيبه و خواصه.

يستخدم الزجاج في تطبيقات الهندسة المعمارية، الإضاءة، معدات البحث العلمي، المعدات البصرية، الأدوات المنزلية و الأنسجة. والزجاج غير قابل للإنحلال ، التآكل، فقدان اللون لذا فإنه مادة قابلة للخزن الطويل. هذه الخواص يمكن تحسينها أو تغييرها بإضافة مواد أخرى أو بالمعاملة [وهيب, 2008]. وهنالك العديد من أنواع الزجاج المتداولة و الجدول التالي (1) يوضح بعض هذه الأنواع و نسب مكوناتها: [Rotterdamseweg, 2007]

جدول (1) : يوضح بعض أنواع الزجاج الشائع.[Rotterdamseweg, 2007]

Compounds	Fused silica	Soda-lime glass	Boro-silicate glass	Alume-silicate glass	Lead Glass
SiO_2	100%	60-75%	70-80%	62%	54-65%
Al_2O_3		1%	2-7%	17%	2%
CaO		5-12%		8%	
MgO		4%		7%	
Na_2O		12-18%	4-8%	1%	13-15%
K_2O					
B_2O_3			7-13%	5%	
PbO					18-38%

الجزء العملي:

يتم استخدام البولي استر كمادة اساس في تكوين مادة مركبة مقواة بمسحوق زجاج الاشعة التالفة ويتم اضافة المصلد بنسبة 2% الى نسبة البولي استر المضاف

تحضير مسحوق زجاج شموع الانارة التالفة:

1. غسل زجاج الشموع (الفلورسنت) وتجفيفه
2. تكسير الشموع باستخدام هاون مختبري
3. طحن الزجاج المكسر باستخدام طاحونة كهربائية
4. غربلة مسحوق الزجاج بحجم حبيبي µm (74) وال (200 mesh)
5. نرمز لمسحوق زجاج الشموع التالفة بالرمز (G)

يتم اضافة مسحوق الزجاج (G) الى البولي استر بالنسب الموضحة بالجدول (2):

الجدول (2) يوضح نسبة اضافة المادة G الى البولي استر

رقم العينة	نسبة اضافة البولي استر %	نسبة اضافة مسحوق الزجاج (G%)
1	**100**	**0**
2	**95**	**5**
3	**90**	**10**
4	**85**	**15**
5	**80**	**20**
6	**75**	**25**

تحضير عينات فحص الصلادة:

1. القالب المستخدم في تحضير عينات الصلادة يكون اسطواني بقطر (30mm) وارتفاع (10mm).
2. يتم تحضير العينات باستخدام نسب الاضافة الموضحة في الجدول (2).
3. يتم ترك العينات المحضرة في القالب لمدة 24 ساعة.
4. يتم اخراج العينات في القالب ووضعها في الفرن عند درجة حرارة 100 °C ولمدة 24 ساعة.

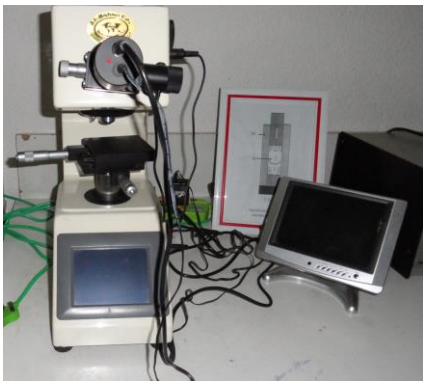
تحضير عينات فحص مقاومة الصدمة:

1. القالب المستخدم في تحضير عينات الصدمة يكون بطول (55mm) وعرض (10mm) وسمك (3mm).
2. يتم تزييت القالب باستخدام الفازلين.
3. يتم تحضير العينات باستخدام نسب الاضافة الموضحة في الجدول (2).
4. يتم ترك العينات المحضرة في القالب لمدة 24 ساعة.
5. يتم اخراج العينات في القالب ووضعها في الفرن عند درجة حرارة 100 °C ولمدة 24 ساعة.

طريقة فحص خاصية الصلادة

يتم فحص صلادة فكرز(HV) باستخدام جهاز الصلادة (TH-717 Digital Micro Vickers Hardness Tester) والموضح بالشكل (1) , وخطوات الفحص تشمل:

1. ادخال ابعاد العينة الى الجهاز
2. نعطي ايعاز start للبدا بالفحص
3. نحرك العتلة الموجودة اسفل العينة قليلا لكي نحصل على مكان الاثر
4. نطابق الخط الموجود على الاثر بواسطة العتلة الموجودة اعلى الجهاز
5. بعدها نعطي ايعاز CLR للتصفير
6. نقيس D_1 (ناخذ قياس القطر) وبضغط الزر الموجود مع العتلة اعلى الجهاز ناخذ D_2 .
7. وبالضغط الزر مرة اخرى نحصل على قياس الصلادة.



الشكل (1) جهاز قياس الصلادة

طريقة فحص خاصية مقاومة الصدمة:

بتم الفحص باستخدام جهاز مقاومة الصدمة موضح بالشكل (2) والذي يعمل وفقا للمواصفة (ASO- 179) وخطوات الفحص تشمل:

1. وضع العينة على مسندي الجهاز.
2. يتم تصفير مقياس الطاقة
3. يتم رفع مطرقة الجهاز الى اقصى ارتفاع ومن ثم تركها لتصطدم بالعينة وعندها هناك مؤشر يسجل الطاقة اللازمة لكسر العينة اذ تقسم هذه الطاقة على مساحة المقطع للعينة ليتم الحصول على متانة الكسر.

الشكل (2) جهاز قياس مقاومة الصدمة

طريقة فحص خاصية الامتصاصية:

1. تجفف العينات بدرجة (100°C) لمدة 24 ساعة للحصول على الوزن الجاف
2. توضع العينات بالماء المقطر لمدة 24 ساعة للحصول على الوزن الرطب.
3. نحسب الامتصاصية (الامتصاصية(A.W) = الوزن الرطب (w_w) – الوزن الجاف (w_d) / الوزن الجاف (w_d)

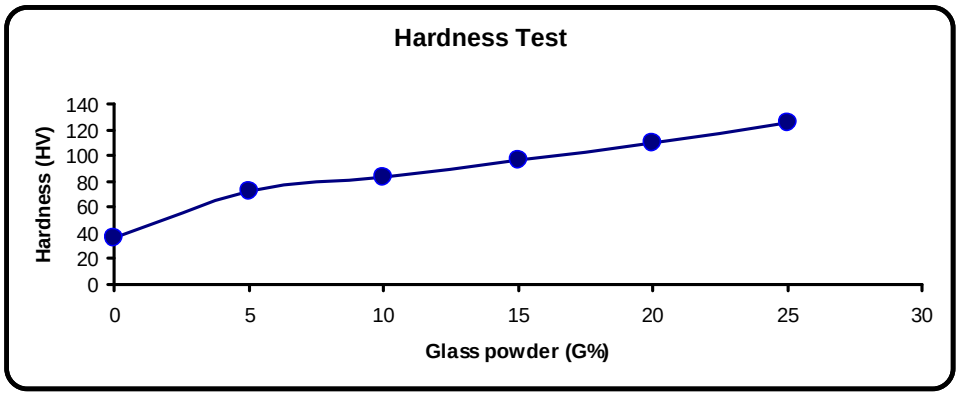
طريقة فحص خاصيةالمسامية:

1. تجفف العينات بدرجة (100°C) لمدة 24 ساعة للحصول على الوزن الجاف
2. توضع العينات بالماء المقطر لمدة ساعة واحدة لناخذ الوزن الرطب.
3. نغلي العينات لمدة ثلاث ساعات بالماء المقطر وترك العينات بالماء لمدة 24 ساعة.
4. ناخذ الوزن المشبع والوزن المعلق من جهاز الوزن النوعي(DSJ-5 Digital Display Hydiostaticul Dynamics Balance) كما موضح بالشكل (3).
5. نحسب المسامية(المسامية(P) = الوزن الرطب(w_w) – الوزن الجاف (w_d) / الوزن المشبع (w_s) – الوزن المعلق (w)

الشكل (3) جهاز قياس الوزن النوعي

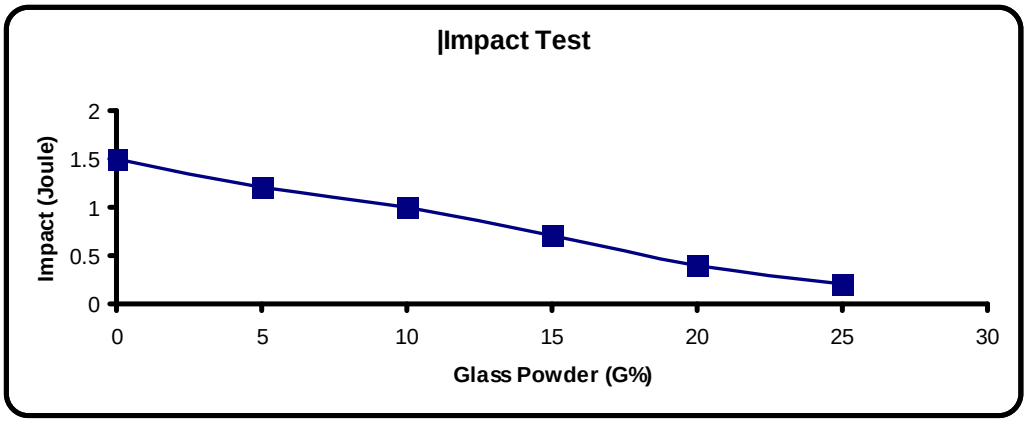
النتائج والمناقشة

* من الشكل (1) نلاحظ ارتفاع الصلادة مع زيادة نسبة اضافة مسحوق زجاج الشموع التالفة ويعزى ذلك الى كون الزجاج مادة سيراميكية تعطي صلادة للمادة الاساس (البولي استر) وهو نتيجة الترابط الفيزيائي بين حبيبات الزجاج والسلاسل البوليمرية وبالتالي تعيق من مقاومة الاختراق للمادة المركبة.



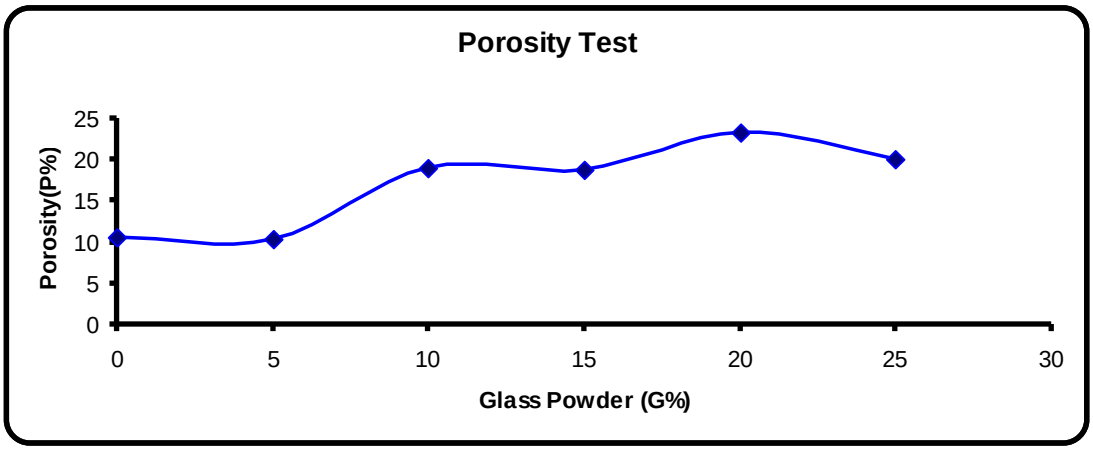
الشكل (1) يوضح ازدياد االصلادة مع زيادة نسبة اضافة مسحوق زجاج الشموع التالفة

* من الشكل (2) نلاحظ انخفاض مقاومة الصدمة مع زيادة نسبة اضافة مسحوق زجاج الشموع التالفة وهذا امر متوقع لان الزجاج مادة سيراميكية هشة.ولكن عند المقارنة بين الشكل (2) والشكل (3) نلاحظ ان الزيادة بالصلادة اكثر من مقدارالانخفاض بمقاومة الصدمة عند نفس نسبة الاضافة من مسحوق الزجاج التالف ونلاحظ ايضا لكي نحتفظ بصلادة مرتفعة ومقاومة صدمة مناسبة يفترض ان لا تزداد نسبة الاضافة عن 10% من الزجاج التالف.



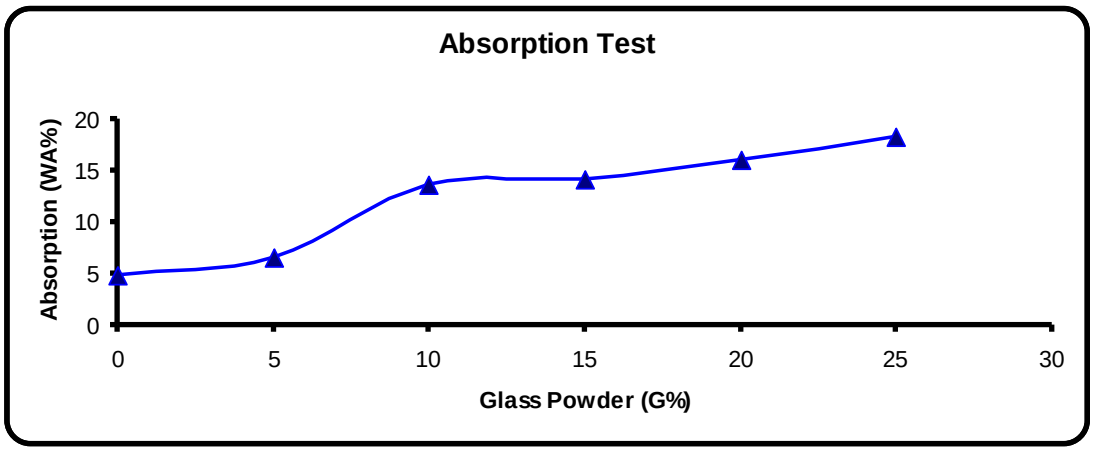
الشكل (2) يوضح انخفاض مقاومة الصدمة مع زيادة نسبة اضافة مسحوق زجاج الشموع التالفة

* من الشكل (3) نلاحظ انخفاض المسامية(porosity) مع زيادة نسبة اضافة مسحوق الزجاج الشموع التالفة وذلك بسبب تداخل حبيبات الزجاج مابين سلاسل البولي استر وبذلك سيباعد ما بين السلاسل وتزداد الفراغات اضافة الى كون سطوح حبيبات الزجاج خشنة وغير منتظمة مما يؤدي الى زيادة الفجوات مابين السلاسل وبالتالي يؤدي الى خفة وزن المادة المركبة



الشكل (3) يوضح ازدياد المسامية مع زيادة نسبة اضافة مسحوق زجاج الشموع التالفة

* من الشكل (4) نلاحظ ازدياد الامتصاصية(Absorption) مع زيادة نسبة اضافة مسحوق زجاج الشموع التاللفة وذلك بسبب ازدياد نسبة الفجوات مع زيادة نسبة اضافة مسحوق زجاج الشموع التاللفة.



الشكل (4) يوضح ازدياد الامتصصية مع زيادة نسبة اضافة مسحوق زجاج الشموع التالفة

<u>الاستنتاجات:</u>

1. تزداد الصلادة مع زيادة نسبة اضافة مسحوق زجاج الشموع التالفة.
2. تنخفض مقاومة الصدمة مع زيادة نسبة اضافة مسحوق زجاج الشموع التالفة.
3. تزداد المسامية مع زيادة نسبة اضافة مسحوق زجاج الشموع التالفة.
4. تزداد الامتصاصية مع زيادة نسبة اضافة مسحوق زجاج الشموع التالفة.
5. افضل نسبة للحصول على موازنة بين الصلادة و مقاومة الصدمة والمسامية والامتصاصية للحصول على مادة مركبة ذات صلادة عالية ومقاومة صدمة مناسبة وخفيفة الوزن يمكن استخدامها في عدة تطبيقات مثل دعامات السيارات

المصادر

بيلي ف., ترجمة الدكتور حسين باقر رحمة الله , (1985)," مبادئ هندسة المواد" , جامعةالبصرة

حسين جبار حسين,(2005) " دراسة تاثيربعض خواص الايبوكسي المدعم بمواد طبيعية وصناعية", رسالة ماجستير , قسم هندسة المواد , الجامعة التكنلوجية, بغداد.

نوفل زهير وهيب, (2008)," تصنيع مرشحات سيراميكية من زجاج الصودا–لايم مع الرمل المحلي", رسالة ماجستير,جامعة بابل.

Cs. Varga [a], N. Miskolczi [a],*, L. Bartha [a], G. Lipoczi [b],(2010) "Improving the mechanical properties of glass-fibre-reinforced polyester composites by modification of fibre surface", Cs. Varga et al. / Materials and Design 31 (2010) 185–193.

B.R,Sander and T.L. Weintraub, (1985),"Matel Hand Book Mechanical Testing", Vol.8 ,9th ed., USA.

Badger W.L. and Banchero J.T., (1955)," Introduction to chemical engineering", McGraw-Hill book company, New York,

G.C.Ives, G.A.Mead and M.M.Riley, (1971),"Hand Book of Plastic Test Method", Fietcher & Son.

K.G. Budinki, (1996), "Engineering Materials, Properties & Selection", Pretice Hall,New Jersey,.

Mohammad. N. L. , (2007), " Synthesis, Characterization AND Properties of The New Unsaturated Polyester Resins For Composite Applications" Master thesis - Bio-Resource, Paper and Coating Divison (BPC), School of Industrial Technology. Mouzakis DE, Zoga H, Galiotis C. , (2008) "Accelerated environmental ageing study of polyester/glass fiber reinforced composites (GFRPCs)". Composites: Part B 2008;39:467–75.

Rotterdamseweg , (2007), "Lenntech water treatment & air purification holding B.V.", Glass , Rotterdamseweg 402 M, Netherlands,.