

دراسة تأثير المادة النافخة المستخلصة من مخلفات ثمرة الباميا على بعض خواص المطاط الطبيعي

د. محمد حمزة المعموري د. كاظم فنطيل السلطاني مسار نجم عبيد
استاذ مساعد مدرس مهندس

الخلاصة:

ان الهدف من هذا البحث هو استخدام مادة طبيعية مستخلصة من مخلفات ثمرة الباميا كمادة نافخة Blowing material بطريقة مبسطة للحصول على مطاط اسفنجي، وقد تم تحضير عينات مطاطية باضافة نسب مختلفة من المادة النافخة (0-25%) لدراسة تأثير تلك المادة على خواص المطاط الطبيعي، وتبين انه عند اضافة نسب مختلفة من المادة النافخة المستخلصة من مخلفات ثمرة الباميا تتكون فجوات داخل العينة نتيجة تحلل المادة النافخة الطبيعية وتحرر غازات كانت السبب في تكون هذه الفجوات و الحصول على مطاط اسفنجي سبب في انخفاض الوزن النوعي (من 0.997 الى 0.982) ومقاومة الشد Mpa (من 13.295 الى 7.881) ومعامل المرونة Mpa (2.745 الى 1.512). وهذا يعني ان المادة المستخلصة من مخلفات ثمرة الباميا تعمل كمادة نافخة تضاف الى المطاط للحصول على مطاط اسفنجي .وبالتالي يخرج البحث ببديل جيد للمواد النافخة الصناعية والمستخدمة حاليا لتجنب سميتها وكلفتها المرتفعة.

Study the Effect of Blowing Material Which Extracted From Okra Waste in Some Properties of Natural Rubber

Abstract:

The aim of this research to use extracted natural material from waste product of Okra as blowing material by simple method for production sponge rubber. The sample of rubber was prepared with adding different percent from extracted material of waste product of Okra (0-25)% to study the effect of this material on properties of natural rubber. When we added different percent from blowing material that extracted from plant of Okra , we get productions of cells inside the sample due to degrade blowing material, release gases and get sponge rubber causes decrease specific gravity (from 0.997 to 0.982) , tensile strength (from 13.295 to 7.881)MPa and modulus of elasticity (from 2.745 to 1.512)MPa. This mean is extracted material of waste product of Okra is suitable to use as blowing material to get sponge rubber and this work exists with a good replacement for synthetics blowing materials avoiding their toxicity and their highly cost.

المقدمة

يوجد مدى واسع من المضافات للبولىميرات، ومن أهم هذه المضافات هي الملدنات، المزيئات، مضافات لمقاومة التقادم، الملونات، معوقات الاشتعال، العناصر النافخة، عناصر التشابك، الحاميات من أشعة UV والمالئات. يطلق مصطلح الإضافة على أية مادة تندمج بتركيز صغيرة مع المركبات البولىميرية لتغير خواصها ولتسهيل عمليات التصنيع أو لتغيير الخواص الفيزيائية والكيميائية للمنتج النهائي [1,2]. يجب أن لا تؤثر المادة المضافة على صفات المركب عدا الصفة التي من أجلها تم إضافة هذه المادة ويجب أن لا تسبب المادة المضافة أي تغير باللون وان لا تظهر لون غير مرغوب به وان لا تسبب رائحة كريهة ولا تكون سامة عند استعمالها في صناعة الأدوات التي تكون في تماس مباشر مع الأطعمة [3]، حيث ان معظم المضافات الصناعية تكون سامة وتسبب امراض كثيرة منها مرض السرطان [4]. ولذا تم اضافة المادة النافخة المستخلصة من مخلفات ثمرة الباميا الى المطاط كمادة نافخة طبيعية بدل من المواد النافخة الصناعية المضرة بالصحة.

المطاط الاسفنجي Sponge rubber

يتم انتاج المطاط الاسفنجي عن طريق خلط نفس المركبات المستخدمة لانتاج المنتجات المطاطية ويتم استخدام نفس المعدات والاجهزة المستخدمة للانتاجها ولكن تضاف لها المواد النافخة الكيميائية وتحت تأثير الضغط والحرارة لعملية الفلكنة يتم تحلل هذه المواد وتختلط مع مكونات المطاط ويتحرر غاز النايتروجين [5]، ومن المواد النافخة المعروفة (Hydazides, Dinitrosopentamethylene tetramine and Azodicarbonamide) وفي حالة عدم وجود المنشطات يتحرر غاز النايتروجين عند درجة حرارة (104, 192 and 202°C) على التوالي وبوجود المواد المنشطة وغيرها من المركبات المضافة للمطاط تتحلل هذه المواد عند درجة حرارة اوطى، اذ عملية النفخ والفلكنة تتم اثناء الفترة الزمنية لعملية الفلكنة. ولكي تتم العملية بشكل كافي يجب ان تعمل المواد النافخة عملية موازنة بين معدل النفخ ومعدل الفلكنة [6]. [يوجد نوعان من المطاط الاسفنجي وهما: المطاط الاسفنجي ذو الفجوات (المسامات) المغلقة (Closed Cell Sponge Rubber)، إذ المصطلح الصحيح له هو المطاط المتمدد (expanded rubber) حيث المسامات الموجودة بداخله تشبه البالونات المنفردة وتحمل الغاز بداخلها ولا تسمح للرطوبة بالمرور خلالها اذ ان جدران الفجوات لا تتفجر [5]. أما النوع الثاني فهو المطاط الإسفنجي ذو الفجوات (المسامات) المفتوحة (Open Cell Sponge Rubber) والذي يعد المنتج الوحيد الذي يؤهل لكثير من التطبيقات ومنها التثبيت و Sealing واخماد الاهتزازات اذ تتميز بالانضغاط عند تسليط عليها الحمل

وتستعيد شكلها عند زوال الحمل ، و تعتبر مناسبة جدا لكبت الاصوات والعزل واخماد الاهتزازات . ومن المواد النافخة المستخدمة لانتاج المطاط الاسفنجي ذو المسامات المفتوحة مادة بيكاربونات الصوديوم [7] .

العوامل النافخة هي أي مادة لها القدرة على إنتاج التركيب الخلوي للبولىمر سواء بمفردها او تتفاعل مع مواد أخرى لإنتاجه. حيث تحرر العوامل النافخة غازات مضغوطة تتمدد هذه الغازات عندما يزال الضغط المسلط ، وهي تكون إما مواد صلبة مذابة تخلف الفجوات pores عندما تتحرر ، او سوائل تطور حجم الفجوات Cells عندما تتحول إلى غازات ، أو عوامل كيميائية تتحلل او تتفاعل تحت تأثير الحرارة لتنتج الغاز [8] . ومن أهم المميزات البارزة للبرغوات البولىمرية هي انخفاض الوزن وتحسين العزل للحرارة والصوت [9] . وفي هذا البحث استخدمت مادة نباتية استخلصت من مخلفات ثمرة الباميا كمادة نافخة طبيعية رخيصة الثمن وغير سامة بدل من المواد النافخة الصناعية .

الجزء العملي:-

استخلاص المادة النافخة (Blowing Material) :

تم استخدام ثلاثة طرق لاستخلاص المادة النافخة :

الطريقة الاولى:

يتم استخلاص المادة النافخة بإتباع الخطوات التالية :

1. يتم تسخين مقامع الباميا (Okra) بالماء لحد درجة الغليان، وفترات زمنية مختلفة اذ المادة المسخنة لمدة 45min. ترمز لها بالمادة النافخة A والمسخنة لمدة 20min ترمز لها بالمادة النافخة B.

2. تصفية المحلول اللزج من مقامع الباميا.

3. يجفف المحلول بالفرن وعند درجة حرارة 85°C.

4. تطحن المادة المجففة وتحويل الى مسحوق بحجم حبيبي 150 مايكرون.

5. تحفظ المادة المجففة (المادة النافخة A والمادة النافخة B) في علبة لحين استخدامها.

الطريقة الثانية:

المادة المستخلصة بهذه الطريقة ترمز لها بالمادة النافخة C (Blowing Material C) ويتم استخلاصها بإتباع الخطوات التالية :

1. يتم تجفيف مقامع الباميا عند درجة حرارة 40°C.

2. طحن مقامع الباميا المجففة .

3. تصفية المادة المطحونة بواسطة جهاز هزاز مناخل (Octagon 200 Test Sieve)
(SHAKER)، انكليزي المنشأ، حيث المسحوق الناتج يكون بحجم حبيبي 180 مايكرون .
4. تحفظ المادة المجففة (المادة النافخة C) في علبة لحين استخدامها .

العجينة الأساس (Master Batch)

تتكون العجينة الأساس من المطاط الطبيعي نوع SVR3 (مطاط طبيعي بنسبة شوائب 3% فتنامي المنشأ) مع بعض المضافات والتي تم اعتمادها على أساس المواصفات القياسية العالمية المذكورة في المصدر رقم [10] . والجدول (1) يبين محتويات العجينة المستخدمة. ونسبة الاضافة كانت مبنية على اساس نظام (pphr) والذي يمثل الدرجة الوزنية لكل مادة بقيمة الجزء لكل مئة جزء من المطاط.

الجدول رقم (1) مكونات العجينة المطاطية المستخدمة بدون اضافة

Compounding ingredients	pphr
مطاطي طبيعي SVR3	100
حامض الستاريك	2
اوksيد الخارصين	5
MBTS	1
كبريت	2.75

تم إضافة المادة النافخة نوع (A,B,C) المستخلصة من الباميا بنسب مختلفة % (0, 3,5,7, 10, 15,20,25) إلى عجينة المطاط الطبيعي نوع SVR3 الموضحة في الجدول رقم (1) واختبار تأثيرها على بعض الخواص الفيزيائية و الميكانيكية، وكما موضح في الجدول (2) الجدول رقم (2) نسبة المادة النافخة % (A,B,C) المضافة الى العجينة المطاطية

نسبة العجينة المطاطية %	نسبة المادة النافخة		
	A%	B%	C%
100	0	0	0
97	3	3	3
95	5	5	5
93	7	7	7
90	10	10	10

85	15	15	15
80	20	20	20
75	25	25	25

عملية الخلط (Mixing process)

إن عملية الخلط (Mixing) والمجانسة أو ما يسمى بعملية المضغ للمواد الداخلة في العجينة المطاطية يتم باستخدام العصاراة المخبرية نوع (Comerio Ercole Busto Avsizo) ايطالية الصنع ، تحتوي على رولتين (2-Roll Laboratory Mill) قطر الرولة الواحدة (150mm) وطولها (300 mm) وجرت عملية الخلط والمجانسة بإمرار المطاط بين الرولتين مرات عدة مع تصغير الفتحة بين الرولتين وتتم هذه العملية عند درجة حرارة 70°C ، وإضافة بقية المكونات حسب التسلسل المبين في الجدول (1)، حيث مادة MBTS تمثل نوع من انواع المعجل مع الخلط المستمر عدة مرات عند اضافة كل مادة . وبعد اكمال العجينة الاساسية يتم اضافة المادة النافخة المستخلصة من مخلفات ثمرة الباميا الى العجينة المطاطية ومع الخلط المستمر وحسب النسب المذكورة اعلاه. ومن ثم تبريد العجينة الى درجة حرارة الغرفة .

تحضير العينات

تحضير و فحص عينات الوزن النوعي

اولاً: تحضر عينات الفحص باتتباع الخطوات التالية:

1. تسخين أولي للقوالب إلى درجة 150°C وهذا القالب بأبعاد (طول×عرض×سمك) $200 \times 180 \times 6.5$ mm والذي يحتوي على تسعة اقراص دائرية متساوية في الحجم (قطر القرص 45mm وسمكه 3mm) .
2. وباستخدام القفازات تم استخراج القالب من الفرن ثم يلي ذلك تزييت كل اجزاء القالب. ويملى بالكمية المطلوبة من العجينة .
3. يوضع القالب في المكبس الهيدروليكي الموجود في معمل اطارات بابل، وتحت ضغط 200psi ودرجة حرارة 150°C لمدة (30 min.) لإنجاز عملية الفلكنة .
4. تستخرج العينات من القالب وتترك لمدة (24hrs.) للتبريد قبل الاختبار.

ثانياً: تم الفحص في معمل إطارات بابل باستخدام جهاز (Mansanto-Densitorn) وذلك بوزن النموذج في الهواء أولاً ومن ثم في الماء إذ تحسب حسب المعادلة الآتية :

$$\frac{\text{الوزن النوعي}}{\text{وزن الجسم في الهواء}} = \frac{\text{وزن الجسم في الهواء}}{\text{وزنه في الماء}}$$

تحضير وفحص عينات مقاومة الشد ومعامل المرونة:

اولاً: تحضر عينات الفحص باتباع الخطوات التالية:

1. تسخين قالب الى درجة حرارة 145°C .
2. وباستخدام القفازات تم استخراج القالب من الفرن ثم يلي ذلك تزييت كل اجزاء القالب ويملى بالكمية المطلوبة من العجينة.
3. بعد وضع الغطاء على القالب في المكبس الهيدروليكي يسلط ضغط على القالب بحدود 200psi وبدرجة حرارة 145°C لمدة 45min. وحسب المواصفات القياسية الأمريكية ASTM-D3182 وكذلك ASTM-D13192.
4. بعد الفترة (45min) يفتح القالب وتخرج الشريحة (Slice) وتترك لمدة (24hrs.) للتبريد.

5. تقطع اربعة او ثلاث عينات اختبارية قياسية (Dumbbell Specimen) من الشريحة المفلكنة (Vulcanized Slice) حيث يتم القطع بواسطة قاطع يدوي. ثانياً: تم الفحص في معمل إطارات بابل باستخدام جهاز فحص خواص الشد (Monsanto T10 tensometer Equipment) والذي يكون متحكماً به المعالج الدقيق (Microprocessor) مع راسم بياني (Plotter) ومنظومة تثبيت هوائي للعينة (Pneumatic Sample Holder) وهو مصمم لاختبار مقاومة الشد ومعامل المرونة ونسبة الاستطالة عند القطع طبقاً للمواصفة (ASTM D-412-88).

قبل عملية الفحص يتم إدخال أبعاد العينة (السمك والعرض) لذاكرة الجهاز وهذا يساعد على الحصول على الاستطالة والإجهاد المطلوب لها والذي يسجل من قبل الجهاز ، حيث تكون حركة احد الفكين الى الاعلى وبسرعة (50 mm/min.) والفك الاخر ثابت ، وبواسطة الراسم البياني (Plotter) نحصل على منحنى إجهاد - انفعال.

الفحص المجهرى لسطوح مقاطع العينات

تم فحص سطح مقطع العينات المضاف لها المادة النافخة في وزارة العلوم و التكنولوجيا / دائرة علوم المواد بأستخدام مجهر ضوئي نوع (Nikon , Eclipse , ME 600 L , made in Japan) و المرتبط بكاميرا رقمية نوع (Nikon Digital Camera DXM 1200 F) ، حيث تم الفحص بأستخدام عدسة ذات قوة تكبير (X - 50)

كما تمت معالجة الصورة بواسطة برنامج (Lucia G) لبيان الفجوات المتكونة بفعل المادة النافخة وحساب القطر لتلك الفجوات ومقارنة أحجام الفجوات مع نسبة إضافة المادة النافخة.

النتائج والمناقشة:-

ان إضافة المستخلصات النباتية الى البوليمر بشكل عام والمطاط بشكل خاص يفتقر الى البحوث العلمية لذا ستكون المقارنة بين العجائن المضاف لها المستخلصات النباتية والغير مضاف لها ،لدراسة تأثير هذه المستخلصات على بعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية للعجائن المطاطية ،وقد تم استخدام مطاط طبيعي (NR) الى هذه العجائن لكونه مادة نباتية تكون تجانسها وتفاعلها مع المستخلصات النباتية اكثر وضوح.

تأثير إضافة المادة النافخة A,B,C :

عند إضافة المادة النافخة A,B,C المستخلصة من مخلفات ثمرة الباميا بنسب مختلفة الى العجينة المطاطية وتعرضها الى ضغط وحرارة عاليين اثناء كبس عينات الشد والصلادة يلاحظ حصول انتفاخ كبير بالعجينة المطاطية وكلما زادت نسبة المادة المضافة كلما زاد الانتفاخ ولكن سرعان ما تعود العينة المكبوسة الى حجمها الطبيعي تقريبا خلال مدة (4-1 min) كما موضح في الشكل (1) ويعزى ذلك نتيجة لتفكك المادة النافخة بدرجات الحرارة العالية وتحرر غاز كنتاج عرضي لهذا التفكك (والذي يعتقد انه غاز الامونيا من رائحته) ، وبسبب الحرارة العالية يتمدد الغاز الموجود داخل الفجوات الهوائية Cells مما يؤدي الى نفخ العجينة المطاطية. وبعد ان تبرد هذه العينة بعد اخراجها من القالب تبدأ الفجوات بالانكماش نتيجة تقلص الغاز، وهذه النتائج تتوافق مع نتائج باحثين اخرين [11] عند استخدامهم مادة نافخة صناعية.

والعينة الناتجة تكون عينة مرنة اسفنجية وقد لوحظ الانتفاخ في حالة إضافة المادة C اكبر من الانتفاخ الناتج من إضافة المادة A,B .



الشكل (1) زوال الانتفاخ بعد فترة زمنية

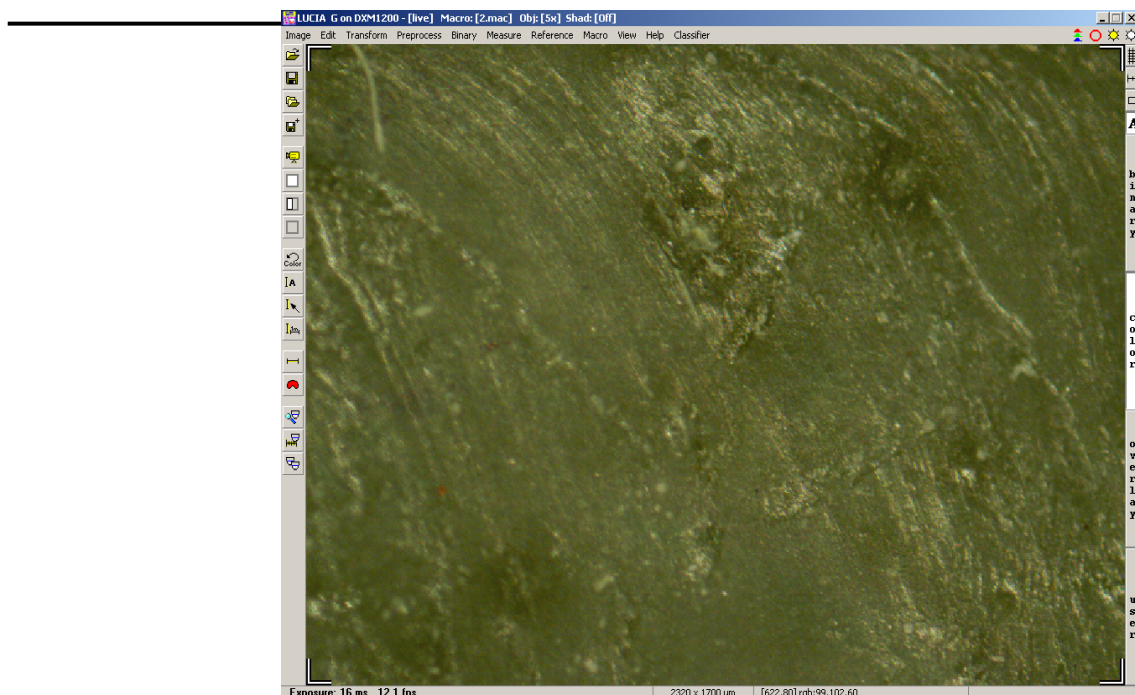
كما تم الفحص المجهرى لسطح مقطع العينات المضافة إليها المادة النافخة C بنسب % (0,5,10,15,25) لحساب انصاف اقطار الفجوات المتكونة بتاثير المادة النافخة C و كما مبين من خلال الاشكال من (2) الى (6) اذ نلاحظ ان العينة غير المضافة إليها المادة النافخة C كما هو في الشكل (2) لاتحتوي على الفجوات. في حين نلاحظ بقية العينات المضافة إليها المادة النافخة C تحتوي على الفجوات وتزداد اقطار هذه الفجوات وكثافتها بزيادة نسبة المادة النافخة C المضافة الى العينة وكما هو موضح في الجدول (3) إذ يمثل نصف القطر المبين في هذا الجدول المعدل لانصاف اقطار الفجوات الموجودة في العينة.

الجدول (3) يوضح تغير قطر الفجوة مع نسبة اضافة المادة النافخة C

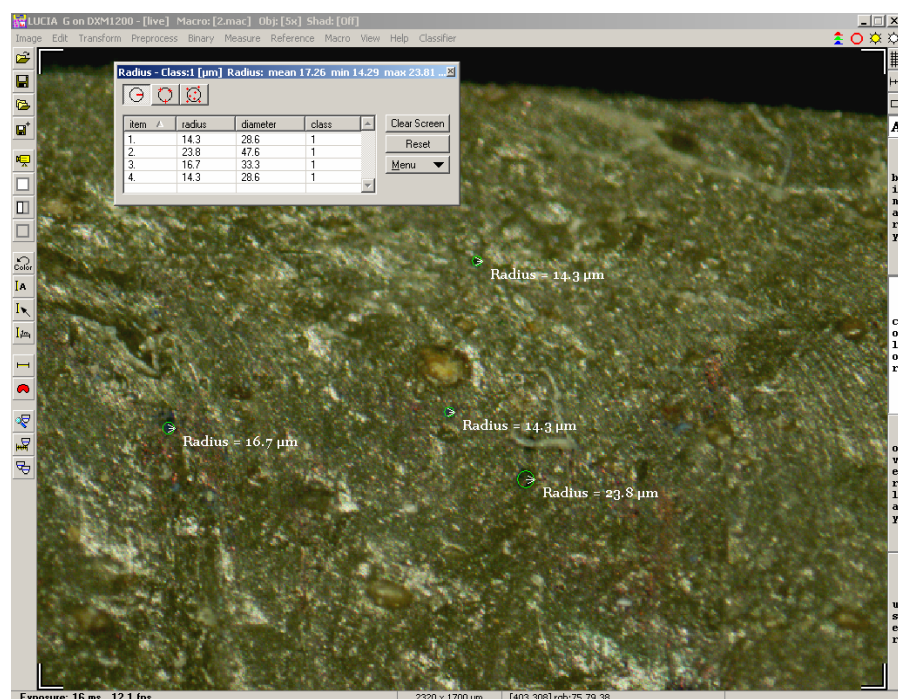
نسبة المادة النافخة C المضافة	نصف قطر الفجوة (μm)
0%	0
5%	17.275
10%	28.1
15%	55.22
25%	69.54

دراسة تأثير المادة النافخة المستخلصة من مخلفات
ثمرة الباميا على بعض خواص المطاط الطبيعي

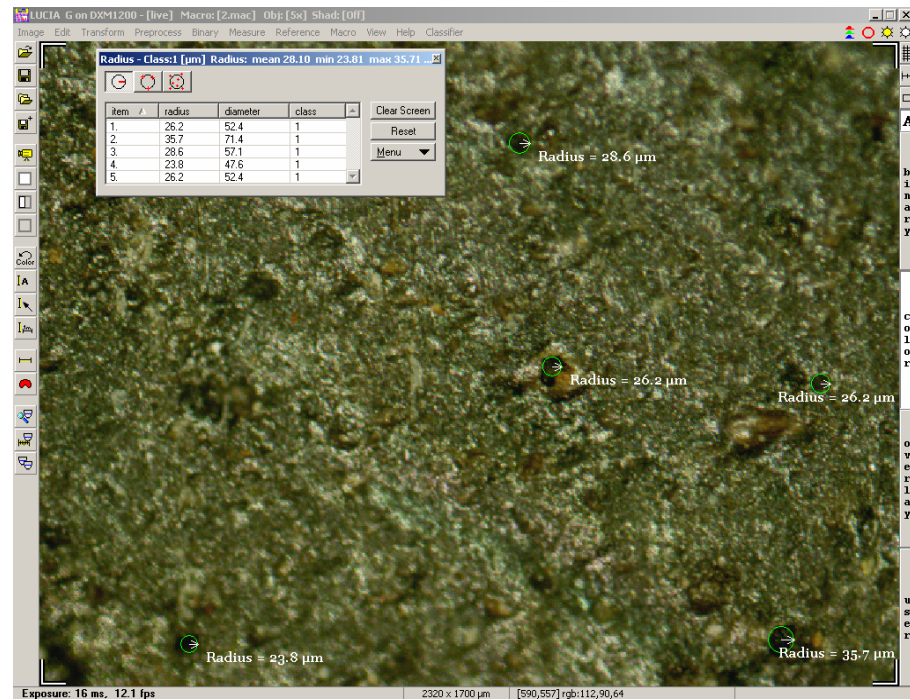
د. محمد حمزة المعموري
د. كاظم فنطيل السلطاني
مسار نجم عبيد



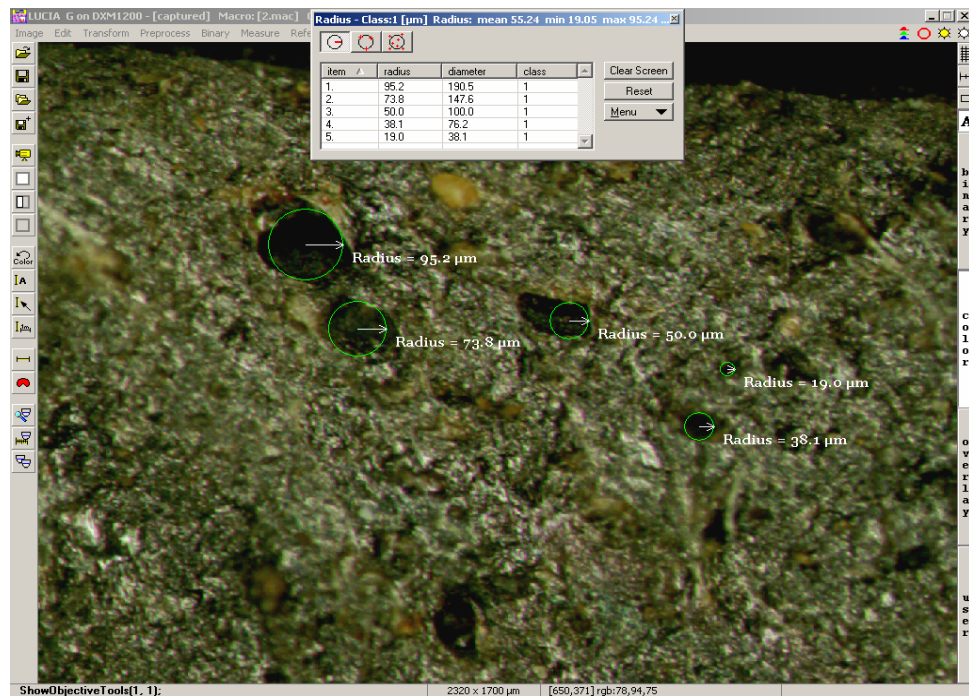
الشكل (2) صورة فوتوغرافية مكبرة (50x) لسطح مقطع العينة بنسبة اضافة (0%C)



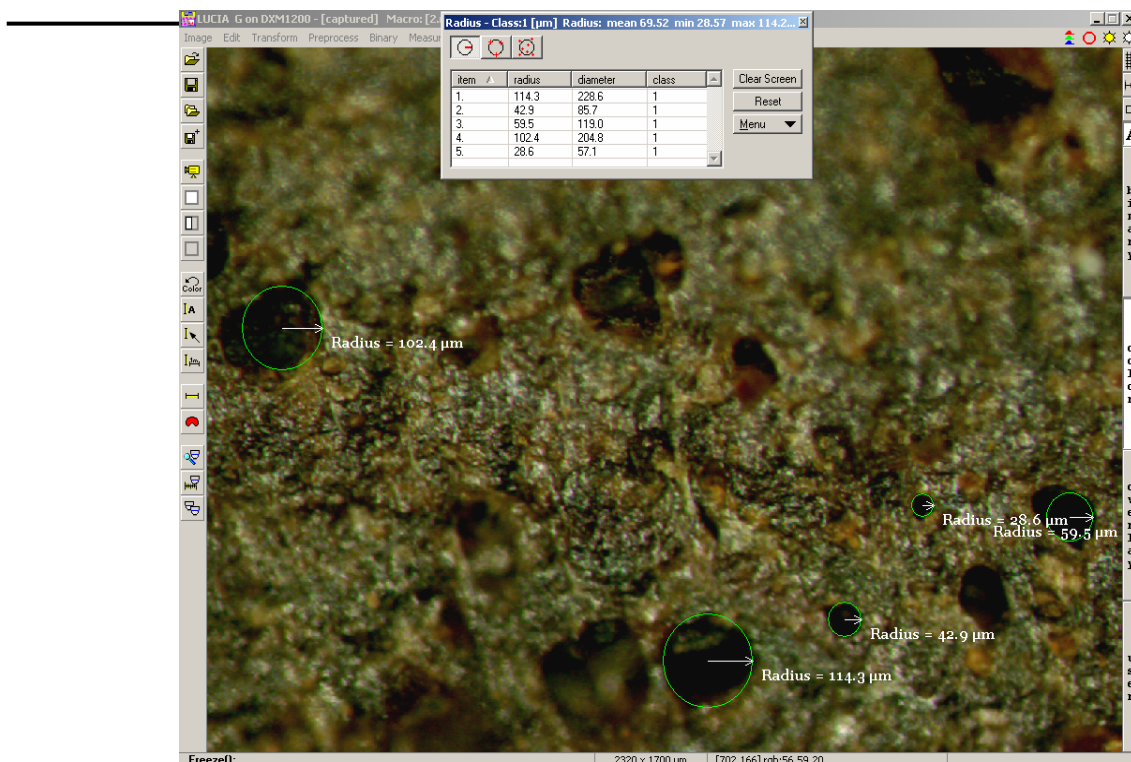
الشكل (3) صورة فوتوغرافية مكبرة (50x) لسطح مقطع العينة بنسبة اضافة (5%C)



الشكل (4) صورة فوتوغرافية مكبرة (50x) لسطح مقطع العينة بنسبة اضافة (10% C)



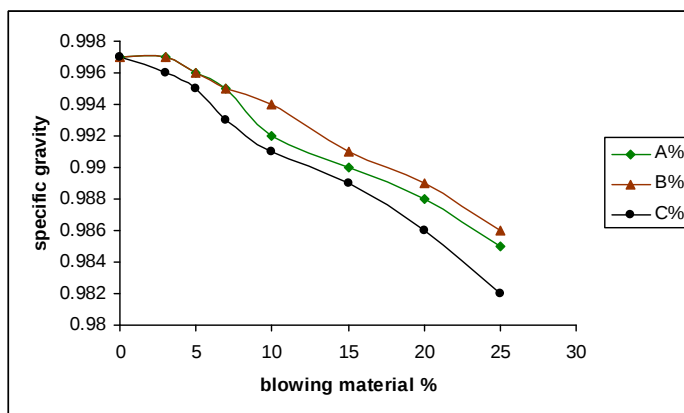
الشكل (5) صورة فوتوغرافية مكبرة (50x) لسطح مقطع العينة بنسبة اضافة (15% C)



الشكل (6) صورة فوتوغرافية مكبرة (50x) لسطح مقطع العينة بنسبة اضافة (C25%)

الوزن النوعي Specific Gravity

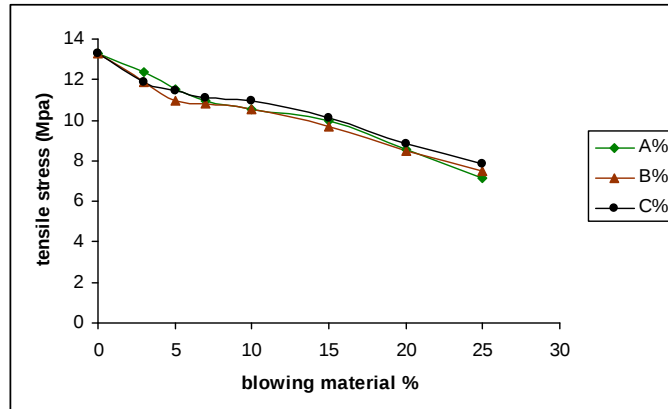
من خلال الشكل (7) نلاحظ انخفاض الوزن النوعي (Specific Gravity) مع زيادة نسبة اضافة المادة النافخة A,B,C الى العجينة المطاطية . وذلك بسبب تكون الفجوات داخل العينة المحضرة بفعل انبعاث الغازات ، حيث سببت هذه الفجوات نقصان الوزن النوعي ومقدار النقصان يزداد بزيادة نسبة اضافة المادة النافخة A,B,C الى العجينة المطاطية حيث تكثر الفجوات بزيادة المادة النافخة التي تعمل على تحرير كمية اكبر من الغاز وبالتالي تعمل هذه الفجوات على تقليل من الوزن النوعي للعينة.



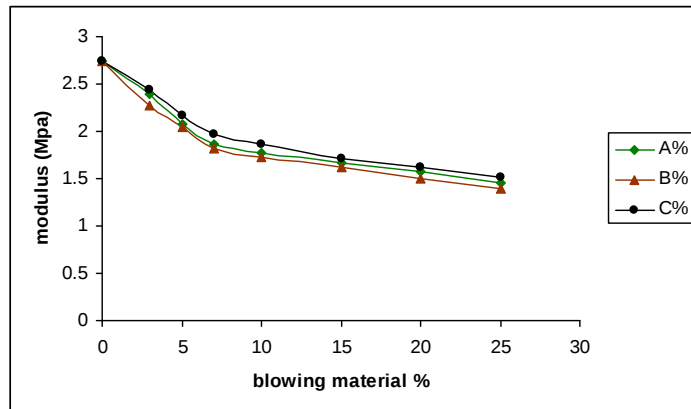
الشكل (7) تأثير إضافة النسب المختلفة من المادة النافخة A,B,C على الوزن النوعي

مقاومة الشد Tensile Strength و معامل المرونة Modulus of Elasticity

من خلال الشكل (8) والشكل (9) نلاحظ انخفاض مقاومة الشد (Tensile Strength) ومعامل المرونة (Modulus of Elasticity) مع زيادة نسبة اضافة المادة النافخة A,B,C الى العجينة المطاطية. ويعود السبب الى كثرة الفجوات المتكونة مع زيادة نسبة المادة النافخة A,B,C المضافة الى العجينة المطاطية التي تسبب انبعاث غازات كانت السبب في تكوين هذه الفجوات وباحجام مختلفة والتي تعتبر عيوب من الناحية الميكانيكية تضعف وتخفف قيم مقاومة الشد ومعامل المرونة.



الشكل (8) تأثير إضافة النسب المختلفة من المادة النافخة A,B,C على مقاومة الشد



الشكل (9) تأثير إضافة النسب المختلفة من المادة النافخة A,B,C على معامل مرونة

الاستنتاجات:-

1. المادة المستخلصة (A,B,C) من مخلفات ثمرة الباميا بالامكان ان تكون ملائمة لاستخدامها كمواد نافخة طبيعية للحصول على مطاط اسفنجي بدل من المواد النافخة الصناعية المكلفة والمضرة بالصحة.

2. بإضافة المادة النافخة (A,B,C) الى المطاط الطبيعي سوف تنخفض الوزن النوعي ومقاومة الشد ومعامل المرونة لكون المادة النافخة (A,B,C) تعمل كمادة نافخة وبإضافتها للمطاط تعطي مطاط اسفنجي مرن يسبب في خفض تلك الخواص.
3. المادة النافخة (A,B,C) تعطي تأثير متقارب على الخواص الفيزيائية والميكانيكية عند المقارنة بينها ولكن نلاحظ ان المادة النافخة C تكون ذات تأثير افضل على الخواص الفيزيائية و الميكانيكية لتعطي عجنة مطاطية ذات خواص متوازنة مقارنة مع العجنة المطاطية المضاف لها المادة A,B .
4. إن أفضل النسب للمادة النافخة (A,B,C) المضافة الى المطاط الطبيعي والتي تعمل موازنة بين الخواص الفيزيائية والميكانيكية تتراوح % (5-15).

المصادر/References

- 1- AL- Asadee " Addition of Some Natural Pigments as Colorants and Stabilizers Materials for Polymers" Ph. D. thesis, Engineering College, Babylon University, 2007.
- 2- Milgrom L., "Chlorophyll is Thicker Than Water", New Scientist, PP. 12,(1985).
- 3- Potrykus I., "Nutritional Improvement of Rice to Reduce Malnutrition in Developing Contries, in Plant Biotechnology", Kluwer Academic Publishers, (2003).
- 4- Koemer and Robert M., "Environmental Protection", designing with Geosynthetics, 4th additions, prentice Hall, (2003).
- 5- http://www.stockwell.com/pages/materials_ccsponge.php,2008.
- 6- D.Datta^{1,a}, J.Kirchhoff^b, D. Mewes^{b,*}, W. Herrmann^c, G. Galinsky^c, "An ultrasonic Technique to Monitor The Blowing Process in Sponge Rubbers", Journal of Polymer Testing, Vol.21,PP.209-216,2002.
- 7- [http:// www.usrubberco.com](http://www.usrubberco.com),2008.
- 8- [http://composite about.com/library/glossary/b/bldef-b712.htm](http://composite.about.com/library/glossary/b/bldef-b712.htm),2008
- 9- http://www.experts4additives.com/pma/en/products/blowing_agents, 2008.
- 10- Robert O. Babbit" the Vanderbilt Rubber Handbook" Published by R.T. Vanderbilt Company Inc, 1987.
- 11- Eun-Kyoung Lee† and Sei-Young Choi " Preparation and Characterization of Natural Rubber Foams: Effects of Foaming Temperature and Carbon Black Content" Korean J. Chem. Eng.Vol.24,PP.1070-1075, 2007.