تحضير مادة لاصقة مدعمة بدقائق الكرافيت ودراسة خواصها الميكانيكية والكهربائية والحرارية

*رولا عبد الخضر عباس**

تاريخ قبول النشر 2007/5/30

الخلاصة:

تم دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والميكانيكية والكهربائية والحرارية شملت (اللزوجة، سرعة الجفاف، قوة الالتصاق، مقاومة السحب، مقاومة القص المتراكب، المقاومية، التوصيلية الكهربائية وقابلية الاشتعال) لمادة لاصقة محضرة من مادة النيتروسيليلوز (Nitrocellulose) (CN) مدعمة بمسحوق الكرافيت مع إضافة سترات الألمنيوم. ومن ثم تمت مقارنة خواص هذه المادة اللاصقة مع نسب مختلفة من الكرافيت هي (0%, 25%,30% ,35%, 40%) وذلك لملاحظة تأثير التدعيم على اللاصق.

كما تمت دراسة إمكانية استخدام هذه المادة الرابطة المدعمة بالكرافيت في تصنيع لاصق موصل كهربائياً عن طريق دراسة التوصيلية الكهربائية عند درجات حرارية مختلفة.

أظهرت النتائج المقارنة بأن زيادة محتوى المواد المالئة في المادة المحضرة (CN) بعد نسبة معينة تقدر بـ (32%) من مسحوق الكرافيت يؤدي إلى إخضاع تلك المادة (CN) إلى مفهوم التكور الحبيبي، إما الخصائص الميكانيكية فقد تبين بأنها تقل مع زيادة نسبة الكرافيت بينما ازدادت التوصيلية الكهربائية مع زيادة نسبة الكرافيت وقلت عند زيادة درجة الحرارة وكما ازدادت أيضا مقاومة الاشتعال مع استمرار زيادة نسبة الكرافيت في المحلول اللاصق.

تم الاستعانة بالمجهر الالكتروني الضوئي لدراسة السمات السطحية للملصق للنماذج الخاضعة لبعض من الفحوصات سابقة الذكر.

المقدمة:

برزت الحاجة في اغلب الصناعات لمواد ربط (Join) خفيفة الوزن وذات كلفة منخفضة تمتاز بقابليتها على وصل المواد الغير المسامية كالمعادن مع بعضها البعض إلا إن ذلك لم يتحقق إلا باكتشاف الراتنجات الصناعية حيث إن بعض المواد المتبلمرة المخترعة هي مواد تلتصق بكل شئ أو أخرى تنفر من كل شئ كما أمكن إنتاج مادة لاصقة هي من القوة بمكان بحيث يعتقد انه سيمكن تشييد بنايات خشبية دون استعمال للمسامير (1)(2). بصورة عامة يمكن القول بان البوليمرات تعد من أهم نواتج الصناعة الكيميائية وتعزى هذه الأهمية إلى مجموعة من الخواص نورد منها ما يلي:

1. خفة الوزن. 2. خواص عزل كهربائي وحراري جيدة. 3. مقاومة للمواد الكيميائية والرطوبة. 4.إمكانية التشكل بأشكال وإحجام مختلفة بسهولة وفي نفس الوقت ذات كلفة قليلة نسبياً إلا أنها تفتقر إلى القوة والمتانة (3).

وبهذا فقد توالت البحوث والدراسات لتحضير المواد البوليمرية ومتراكباتها ودراسة خواصها الالتصاقية والميكانيكية والكهربائية والحرارية وتأثير الظروف البيئية المحيطة بها وغيرها من العوامل المؤثرة فيها. ففي عام (1981) درس الباحثان(Ajayi and Hepburn) المقاومة الكهربائية للمطاط السليكون المدعم بأسود الكربون وتبين بأنها تعتمد على نوع ونسبة اسود الكربون، إذ إن كل من(Acetylene Black) و(Furnce Black) تستعمل لمنح التوصيلية الكهربائية إلى مطاط السليكون عبر ميكانيكيات مختلفة (4).

وفي عام (2005) قام الباحث (Samiera) بتصنيع متراكب بوليمري موصل كهربائياً من صفائح ثرمو بلاستك/بولي انيلين من خلال أكسدة الانيلين المنتشرة على لوح الثرموبلاستك ودراسة تأثير كل من كمية الانيلين وتركيز العامل المؤكسد و زمن الغطس في العامل المؤكسد، حيث لوحظ حدوث تحسن في خواص المادة المتراكبة كهربائياً (5).

تهدف هذه دراسةالى قياس الخواص الفيزياوية والمكيانيكية والكهربائية والحرارية لمادة لاصقة محضرة من مادة النيتروسيليلوز (CN) المدعمة بمسحوق الكرافيت وبنسب مختلفة هي (0%, 25%,30% ,35%,40%) مع إضافة سترات الألمنيوم إلى المحلول اللاصق علاوة على ذلك تم دراسة تأثير درجة الحرارة على الخصائص الكهربائية للتوصل إلى إمكانية استخدام هذه المادة في التوصيل الكهربائي.

الجزء العملي:

المواد المستخدمة في هذه الدراسة قسمت إلى جزئيين أساسيين هما:

أ. المادة الرابطة (Adhesive Binder):

إن المادة الرابطة المستعملة في هذه الدراسة هي راتنج النيتروسيليلوز (CN) (nitrate

* الجامعة التكنولوجية - قسم العلوم التطبيقية

Cellulose)المنتج أردنيا من قبل شركة (National paints - Jordan) وهو سائل لزج شفاف ذو قابلية التصاق عند استخدامه يتصلب تدريجياً بعد تبخر المذيب. علماً بان المذيب المستعمل هو الثنر (Thinur) المنتج أردنيا من قبل شركة (National paints - Jordan) والذي يتكون من خليط من المذيبات التالية:
1.Hexane بنسبة (10%). 2. Talouene بنسبة (60%). 3. Xylene بنسبة (10%).4. Ethanol بنسبة (10%) 5.Diethylether Ether بنسبة (10%).

ب. المضافات (Additives):
أنها مواد غير لاصقة تضاف إلى المحلول اللاصق وهي بنوعين أساسيين:
1. مسحوق الكرافيت الصيني المنشأ من قبل شركة (شنغهاي) ذو نقاوة (99.9%) وحجم دقائقي يقدر بأقل من (50µm) وهو ذو لون اسود غير لماع يضاف إلى المحلول اللاصق بنسب تقدر بـ (25%,30%, 35%, 40%).
2. سترات الألمنيوم (Aluminum streat) اليابانية المنشأ من قبل شركة (Chemical Company Sea) والتي تضاف بمقدار (0.709gm) والتي تعمل على انتشار مسحوق الكرافيت في المحلول ومنع ترسبه.

(تهيئة الخليط اللاصق)
تضمنت عملية تهيئة الخليط اللاصق مرحلتين وكمايلي:-
أ.تحضير المادة اللاصقة بدون المواد المضافة
يحضر المحلول اللاصق وذلك بإذابة كل (100gm) من راتنج النيترسيليلوز(CN) في (40ml) من المذيب المستخدم نوع (ثنر) باستعمال خلاط كهربائي ذو سرعة عالية لضمان الإذابة التامة بعدها يتم صب المحلول المخفف في علبة ذات سدادة محكمة الإغلاق. ويحفظ في درجة حرارة ^{o}C(5 - 35) بعيداً عن أشعة الشمس المباشر.

ب. تحضر المادة اللاصقة بوجود المواد المضافة
يتم إضافة مسحوق الكرافيت بنسبة وزنية تقدر بـ (25%) إلى المحلول اللاصق المحضر في الخطوة (أ) مع استمرار الخلط وبشكل تدريجي وذلك منعاً لحدوث التكتلات غير المتجانسة إلى أن يتم استنفاذ كل المسحوق المستخدم في الخليط ثم بعد ذلك يتم إضافة سترات الألمنيوم في المزيج مع مراعاة استمرار الخلط.أن عملية الخلط هذه تستغرق مدة تقدر بـ (10) دقائق.

بعدها يتم صب الخليط أيضاً في علبة ذات سدادة محكمة الإغلاق وتحفظ في نفس الظروف السابقة الذكر.
تكرار العملية أعلاه بالنسبة لنسب وزنية من مسحوق الكرافيت أخرى وهي (30%,35%,40%).

(تحضير النماذج المستعملة في الفحوصات المختلفة)

أ. إعداد النماذج الخاصة بالاختبارات حسب الموصفات القياسية العالمية (ASTM) وكمايلي:-
1. تم تقطيع النماذج الخشبية الخاضعة لاختبار مقاومة السحب (Tensile Strength) حسب الموصفات القياسية العالمية (ASTM -D390) (6).
2. تم تقطيع النماذج الخشبية الخاضعة لاختبار مقاومة القص (Shear Strength) حسب الموصفات المعتمد عليها في المصدر (7).
علماً أنه تم قياس مقاومة السحب ومقاومة القص المتراكب باستعمال جهاز قياس قوة الالتصاق ذو المنشأ محلي بموجب مواصفة اختبار الشد (ASTM- D828) (10).
3. تم قياس اللزوجة للمحلول اللاصق بدون المضافات وبوجود المواد المضافة حسب المواصفات الألمانية (DIN53211) باستعمال جهاز قياس اللزوجة المصنع من قبل شركة (Sheen) المتوفر من شركة الأصباغ الحديثة.
4. تم تقطيع عينات من ورق الكارتون لأجراء اختبار معدل الاحتراق (Buring rate) حسب المواصفات القياسية العالمية (81 – D635- ASTM)(8).

ب. تهيئة السطوح الملصقة
1. لأعداد النماذج الخاصة بالاختبارات الميكانيكية (مقاومة القص ومقاومة السحب) استعملت ألواح خشبية من نوع چام ذات درجة خشونة تقدر بـ (2.5µm) تم قياسها باستعمال جهاز قياس الخشونة نوع (Taylor-Hobson ,Surtonic (2) Ra)
وكما هو موضح بالشكل (1) تم تهيئتها استناداً إلى المصدر(9) حيث أن هذه الألواح الخشبية تم تقطيعها على شكل مساطر باستعمال المنشار الكهربائي ذو أسنان مختلفة الخشونة وأن درجة خشونة السطح يحدد من خلال خشونة سن المنشار المستخدم .
2. استعملت شرائح من الزجاج ألمختبري لأعداد النماذج الخاصة بحساب التوصيلة الكهربائية. ولغرض حساب التوصيلية الكهربائية استخدم جهاز (Digital – Electrometer)
وهو عبارة عن جهاز لقياس المقاومات يربط هذا الجهاز بالأقطاب المرسبة على المادة اللاصقة

بشريحة زجاج وان هذه الأقطاب عبارة عن أغشية من مادة موصلة بعدها تسجل قيم المقاومة لكل نموذج من النماذج المحضرة، كما هو موضح بالشكل (2).

وكما استعمال جهاز (R-T) لقياس تغير المقاومة الكهربائية مع ارتفاع درجة الحرارة خلال المدى الحراري ($20-43^{o}C$) وبخطوات متتالية بـ ($20,21,22,23,24,\ldots\ldots 43\ ^{o}C$).

3. تم تحضير نماذج من ورق الكارتون ضمن المواصفات (ASTM) وأكساءها بطبقة من المحلول اللاصق تقدر بـ ($0.012\ g/cm^2$) وقياس قابلية الاشتعال خلال فترة زمنية تقدر بـ (30sec). ولغرض قياس قابلية الاشتعال (Flammability) استعمل مصباح بنزين (Burner Bunsen).

علماً بأن المحلول اللاصق قد فرش على السطوح السابقة الذكر بعد الانتهاء من عملية تهيئتها باستعمال سكين(Spatula).

النتائج والمناقشة:

يتبين من الشكل (3) والذي يوضح العلاقة بين اللزوجة والتي تمثل مقاومة جزيئات المادة للسيلان (2) ونسبة مسحوق الكرافيت إن هناك نقطة انقلاب(Inflection Point)والتي يمكن تحديدها من الشكل(3) حيث يتبين عند نسبة من مسحوق الكرافيت تقدر بـ (32%) تصل اللزوجة إلى أقصى قيمة لها والتي تقدر بـ (22500 cP)، وهذا يعني انه كلما ازدادت نسبة مسحوق الكرافيت تزداد معها اللزوجة حتى تصل إلى نقطة الانقلاب والتي بعدها تبدأ اللزوجة بالنقصان لان بزيادة نسبة المادة المالئة تتحول المادة اللاصقة من مادة سائلة لزجة يتحقق فيها قياس اللزوجة إلى مادة هشة متفتتة تخضع إلى مفهوم التحبب (Granulation) وبالتالي فان نقطة الانقلاب هي عبارةعن نقطة تحول(Point Transition) بين مفهوم المادة السائلة اللزجة ومفهوم التكور الحبيبي وهذا ما أثبته الباحث (B.Lin Lee) أن عملية التكور (Agglomeration) الحبيبي تعتمد على محتوى المواد الدقائقية، فعند النسب العالية من المواد المالئة يحدث تماس مابين جسيمة وأخرى (Particle - Particle) وأن النقاط المتلامسة هذه توجد ثنائيات وكتل تشتمل على عدد كبير من الجسيمات.

وعليه فأن حدوث هذا الاندماج والتكور للجسيمات يعود إلى حقيقة أن عملية الترطيب لسطح الدقائق من قبل المادة البوليميرية خلال عملية تصنيع المتراكب يصبح ضعيفاً مع زيادة نسبة المواد المالئة ولذلك لا يحدث انزلاق جسيمة على أخرى لان القوى الحركية تكون غير كافية لكسر التكور الحاصل وحدوث احتكاك جسيمة ضد الأخرى (11).

كما لوحظ من خلال المشاهدات العملية التي استغرقت ثلاثة اشهر ان اللزوجة لم تتغير، أن هذا الأمر مهم في معرفة تأثير الخزن على اللاصق والتأكد من عدم تغير تركيب البوليمر (2)، حيث تعتمد لزوجة محلول البوليمر على الوزن ألجزيئي للبوليمر المذاب وتركيز المحلول وطبيعة المذيب ودرجة الحرارة (12) (13).

إن الراتنجات السليلوزية بشكل عام يحدث فيها الجفاف والتصلب بدون تفاعل كيميائي أي بطريقة فيزيائية تتضمن تبخر المذيب وبقاء المادة البوليمرية اللاصقة على السطح الملصق (11)، فقد تبين ان المادة اللاصقة المحضرة تتحول إلى الحالة الصلبة بشكل تام في درجة حرارة الغرفة وبعد (24) ساعة (الجفاف التام)، بينما يحدث جفاف الملمس (Touch dry) خلال فترة تقدر بـ (60) دقيقة.

تم حساب مقاومة السحب (Tensile Strength) للسطح الملصق (Substrate) والذي يتعرض لقوة تشده من الطرفين من خلال المعادلة التالية (6)(14):-

$$\text{مقاومةالسحب (Tensile Strength } (N/m^2)) = \frac{\text{القوة المسلطة}}{\text{مساحة مقطع المنطقة التي تحوي اللاصق}} \quad \ldots [1\text{-a}]$$

يمكن إعادة صياغة المعادلة [1-a] كمايلي:-

$$\text{Tensile Strength (MPa)} = \frac{F}{t \times w} \quad \ldots [1\text{-b}]$$

حيث أن (F): قوة الشد المسلطة وتقاس بوحدة (N).

(t): سمك المادة اللاصقة (Adhesive) ويقاس بوحدة (m).

(w): عرض المنطقة التي تحتوي اللاصق ويقاس بوحدة (m).

فقد لوحظ من الشكل (4) أن زيادة نسبة مسحوق الكرافيت تؤدي إلى أضعاف مقاومة السحب.

كما تم أجراء اختبار مقاومة القص الشدي المتراكب (Tensile Lap Shear Strength) للسطح الملصق (Substrate) وفيه تتعرض العينة الخاضعة لهذا الفحص لقوة تشدها من الطرفين مولدة بذلك في المنطقة التي تحوي المادة اللاصقة نوعان من الاجهادات وبنفس الوقت تكون مسؤولة عن حدوث الفشل وهي:-

أ. متوسط إجهاد الشد (Mean Tensile Stress) ويعطي من المعادلة آلاتية (14):-

$$\text{Mean Tensile Stress} = \frac{P}{t} \quad \ldots [2]$$

حيث أن:-

(P): قوة التقشر الخارجية المسلطة (Peel Force) لوحدة عرض المادة اللاصقة (Width adhesive) والذي يعطى من المعادلة آلاتية (14)(15):

$$\text{P (N/m)} = \frac{F}{w} \quad \ldots [3]$$

ب. متوسط أجهاد القص (Mean Shear Stress) ويعطى من المعادلة آلاتية (14):-

$$\tau = \frac{P}{\ell} \quad \dots [4]$$

حيث أن (ℓ): طول المنطقة التي تحوي المادة اللاصقة(Lap Joint) وتقاس بوحدة (m).
فقد لوحظ من الجدول (1) والشكل (5)،(6)،(7)أن متوسط إجهاد الشد القصي يقل مع زيادة نسبة مسحوق الكرافيت.

جدول (1) يوضح تأثير نسبة مسحوق الكرافيت على قوة اللصق القصية.

نسبة الكرافيت %	0%	25%	30%	35%	40%
F_{Shear} (N)	175.42	90.56	78.4	63.7	58.8

بصورة عامة يحدث الفشل في المادة اللاصقة (CN) الغير المدعمة الخاضعة لفحص السحب (Tensile) وفحص القص ألشدي المتراكب(Tensile Lap Shear) بتحطيم الارتباطات أو القوى المسئولة عن ميكانيكية الالتصاق ومنها مايلي:-
قوى فاندرفال (Vander Wall) والتي تكون أكثر فعالية بين اللواصق (Adhesive) والمادة الملصوقة (Substrate)، قوى الترابط الكيمياوية (Chemical Bonding) والتي تعطي نوع من التقوية للالتصاق والذي يتحقق عندما تمتلك المادة المتأثرة (Substrate) مجاميع كيمياوية (Chemical groups) تتفاعل مع اللاصق (Adhesive) وقوى التشابك الميكانيكي
(Mechanical Inter locking) (16).
إلا إن لطبيعة المواد اللاصقة والمادة المتأثرة (الملصوقة) تأثير كبير على هذه القوى السابقة الذكر، فمع إضافة حبيبات الكرافيت إلى المادة اللاصقة (CN) فأن اجهادات داخلية تتولد تؤدي إلى ضعف قوى الترابط لأن لمتانة المادة الأساس (الرابطة) تأثيراً واضحاً على متانة المادة الأساس المدعمة بالدقائق (المادة المتراكبة) وذلك من خلال عدة ميكانيكيات مثل:
انحراف الشقوق (Crack Bowing)، الانفصال مابين الطور الأساس والطور المنتشر (Debonding) وحدوث الشقوق المايكروية (Microcrcking).
عموماً أن الاجهادات الخارجية المسلطة على المادة البوليمرية المدعمة بالدقائق تنتقل من الطور المستمر (الراتنج) إلى الطور الغير مستمر (الحشوة) لذلك فأن الخواص القصوى للمادة المتراكبة تعتمد على (17):-
مدى اتساع الترابط بين الطورين، المساحة السطحية للحشوة. وعامل التراص مابين دقائق الحشوة.
تم حساب التوصيلية الكهربائية (σ) (Electrical Conductivity) من المعادلة التالية (5):-

$$\sigma\ (\Omega\ cm)^{-1} = \frac{1}{\rho} \quad \dots [5]$$

حيث إن (ρ) المقاومية (Resistivity) والتي تعطى بالمعادلة التالية (5):-

$$\rho(\Omega cm) = R.\frac{A}{L} \quad \dots [6]$$

حيث إن (R): المقاومة المقاسة عملياً وتقاس بوحدة (Ω).
(A): مساحة المقطع العرضي للغشاء وتقاس بوحدة (m^2).
(L): المسافة بين الأقطاب وتقاس بوحدة (m).
أن المواد البوليمرية ك (راتنج النيتروسيليلوز) تعد من المواد التي صنفت كمواد عازلة (2) (18) وهذا ما أكدته المشاهدات العملية حيث أن جهاز (Electrometer Digital) لم يسجل أي قراءة تكون بمثابة مؤشر لقابلية هذه المادة (النيتروسيليلوز) على التوصيلية الكهربائية، ويمكن ملاحظة المواصفات الكهربائية لمادة راتنج النيتروسيليلوز (CN) من الجدول (2).

الجدول (2) يبين الخواص الكهربائية لغشاء (film) من مادة النتروسيليلوز(Cellulose Nitrate) (18).

Charge on Rubbing with silk	Negative	
Cycles at (25-30) °C	Dielectric Constant	Power Factor
60	7 - 7.5	3 - 5
1.000	7	3 - 6
1.000.000	6	–

ألا إن عند إضافة أنواع مختلفة من المعادن إلى مواد البوليمرية فأنها تعمل على زيادة التوصيلية الكهربائية للمادة المتراكبة بالاعتماد على خواص المواد المفردة من مادة أساس ومواد مدعمة فضلاً عن الحجم والشكل الهندسي لمواد التدعيم و كيفية ترتيبها داخل المادة الأساس (19) وكما هو مبين في الجدول (3) والشكل (8) و(9) أن إضافة مسحوق الكرافيت إلى راتنج (CN) و بنسب مختلفة يعمل على زيادة التوصيلية الكهربائية للمادة اللاصقة المحضرة ويعود ذلك إلى حقيقة أن البوليمرات تعتمد في التوصيل الكهربائي على وجود الايونات الحرة غير المرتبطة كيميائياً مع الجزيئات الكبيرة ولا تشارك هذه الجزيئات في عملية نقل الشحنات الكهربائية، لذا فان التوصيل الكهربائي في البوليمرات تعتمد بدرجة كبيرة على مصدر للايونات وذلك بإضافة شوائب ذات أوزان جزئية واطئة (20) وعليه فأن إضافة مسحوق الكرافيت والذي يعد من المواد الموصلة كهربائياً يكون مصدراً لحاملات الشحن وبذلك تعمل هذه المواد المالئة على السيطرة على الصفات الكهربائية للمادة

الرابطة (21) وهذا ما أيده الباحثان (Segui and Doukkali) (22).

جدول (3) يستعرض قيم المقاومة الكهربائي للمادة اللاصقة مع اختلاف نسبة مسحوق الكرافيت عن درجةحرارة ^{o}C (2 ± 17).

نسبة الكرافيت %	0%	25%	30%	35%	40%
R (k Ω)	- (Isolator)	14.3	5.50	2.8	0.815

المواد البوليمرية أيضا يمكن عدها مواد موصلة جزئياً (Partial Conductor)اعتماداً على التغير بدرجات الحرارة حيث أن التوصيلية الكهربائية تزداد أسياً مع الزيادة في درجة الحرارة وفقاً للمعادلة آلاتية(5)**:-**

$$\sigma = \sigma_0 \exp\left(-\frac{E_a}{K_B T}\right) \quad \dots [7]$$

(σ): التوصيلية الكهربائية عند درجة حرارة (T) وتقاس بوحدة $(\Omega cm)^{-1}$.

(σ_o) : التوصيلية الكهربائية عند درجة حرارة الصفر المطلق.

(K_B): ثابت بولتزمان.

(Ea): طاقة التنشيط وتقاس بوحدة (J).

نلاحظ من الاشكال (10)، (11)، (12) إن المادة اللاصقة المدعمة بدقائق الكرافيت ذات أشابة عالية جعلتها تسلك سلوكاً معدنياً (Ametallic Behavior) بأرتفاع درجة الحرارة حيث ازدادت كل من المقاومة والمقاومية بينما قلت التوصيلية الكهربائية ويعزى ذلك إلى حقيقة إن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى تهيج حاملات الشحن وزيادة حركيتها (Mobility) علاوة على ذلك فان تسخين المادة اللاصقة يؤدي إلى حدوث تمدد سريع ومفاجئ ينتج عنه كسر السلاسل البوليمرية للمادة المحضرة وهذا يتفق مع ما توصل إليه الباحث (Samiera).

وبرسم العلاقة بين (Lnσ) ضد (1000/T) كما هو مبين بألشكل (12) تم الحصول على طاقة التنشيط (Ea) التي تساوي ميل الخط المستقيم في ثابت بولتزمان لجميع النماذج المحضرة.

اظهرت الدراسة كما هو مبين بالشكل (13) أن طاقة التنشيط (Ea) للمادة الرابطة المدعمة بمسحوق الكرافيت تقل مع زيادة نسبة المواد المالئة حيث تراوحت قيمة (Ea) بين (0.4312ev - 7.97) خلال نسب وزنية من مسحوق الكرافيت من (25 – 40%).

تم حساب قابلية الاشتعال (Flammability) أو معدل الاحتراق باستعمال المعادلة(8)**:-**

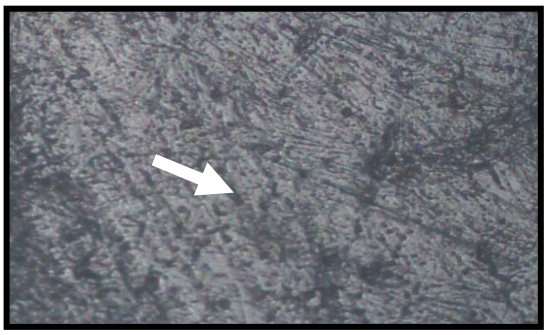
ا متدادالاحتراق (Extent of Burning)
ـــــــــ = معدل الاحتراق (Burning rate)
زمن الاحتراق(Time of Burning) (mm/sec)
… [8]

(الطول المتبقي بدون احتراق - 100mm)
ـــــــــ = معدل الاحتراق (Burning rate)
(t-30) sec (mm/sec)
… [9]

حيث أن (t): الزمن المستغرق لخمد التوهج المرئي المتولد بواسطة الحارق (Burner) في العينة التي طولها (100mm) (إطفاء ذاتي) قبل أن يصل التوهج إلى نهاية العينة الحرة البعيدة عن لهب الحارق ويقاس بـ (sec).

لوحظ من الشكل (14) أن تدعيم المادة اللاصقة بمسحوق الكرافيت يعمل على زيادة مقاومة الاشتعال أو تقليل معدل الاحتراق حيث أن نيتروسيليلوز (CN) تمتاز بقابليتها الشديدة للاحتراق (23) وبإضافة مسحوق الكرافيت ذو المقاومة العالية لدرجات الحرارة (21) سوف يكون المحلول اللاصق بمثابة حاجز يمنع تماس المادة المحترقة (الكارتون) مع الهواء، وبذلك تمنع انتشار شعلة الحريق المتولد بسبب الحارق (Burner) وتبطئ من عملية الحريق (14)، لكنها لا تمنع التحطم الحراري للمادة المحترقة كأضرار عيانية تم ملاحظتها.

تم استخدام الفحص ألمجهري الضوئي في دراسة طبيعة السطح الذي يحتوي المادة اللاصقة لعينة خاضعة لاختبار مقاومة القص الشدي المتراكب (Tensile Lap Shear Strength) فالشكل (15) يبين إن العديد من الشروخ الابتدائية غالباً ما تحدث في مركز المنطقة اللاصقة (Adhesive Layer) كما تعد منطقة السطح البيني (Interfacial regions) بيئة لنمو الشروخ بشكل كبير (16)، (24).



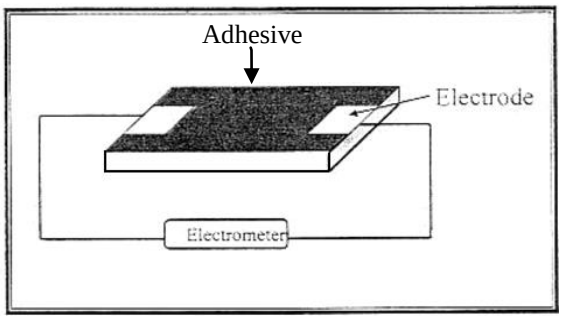
الاستنتاجات:

أن هذه الدراسة أظهرت بأن زيادة محتوى المواد الصلدة في المادة المحضرة (CN) بعد نسبة معينة تقدر بـ (32%) من مسحوق الكرافيت يؤدي إلى إخضاع تلك المادة (CN) إلى مفهوم التكور الحبيبي. وبهذا يمكن اعتبار الحدود العليا للمادة المالئة هي نسبة بـ (32%) بعدها تصبح المادة خارجة عن مفهوم اللاصق.

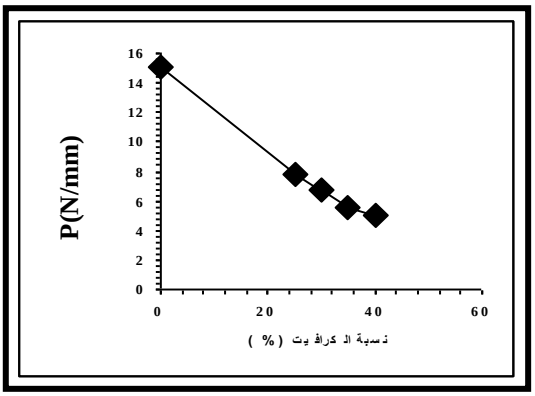
كما لوحظ أن معظم السلوكيات والخواص التي تتميز بها المادة اللاصقة الراتنجية (CN) بعد التدعيم تعتمد على نسبة مسحوق الكرافيت ودرجة الحرارة التي ينفذ عندها الاختبار و يضاف إلى ذلك تأثير أخر يتمثل بالفحص وطبيعته الهندسية وكمايلي:-

تقل مقاومة السحب (Tensile Strength) بزيادة نسبة مسحوق الكرافيت وأن متوسط إجهاد الشد والقص المتراكب يقل بزيادة نسبة مسحوق الكرافيت.

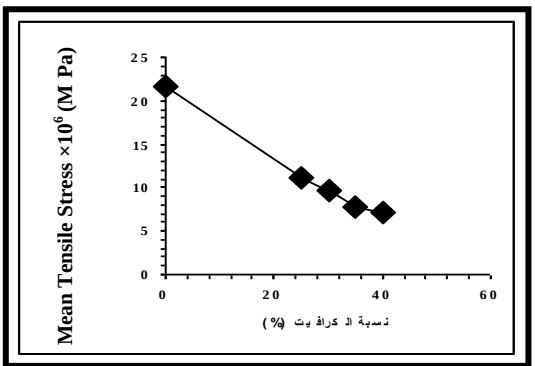
الشكل (1) يوضح صورة مجهريه بقوة تكبير (270X) لسطح عينة من خشب جام بعد تهيئتها لإجراء عليها اختبار القص المتراكب وأن خشونة السطح تقدر بـ (2.5µm).



الشكل (2) يبين مخطط توضيحي لدائرة قياس التوصيلية الكهربائية.



الشكل (5) يوضح تأثير اختلاف نسبة المواد المالئة على قوة التقشر القصية(Peel Force Shear) لوحدة العرض.

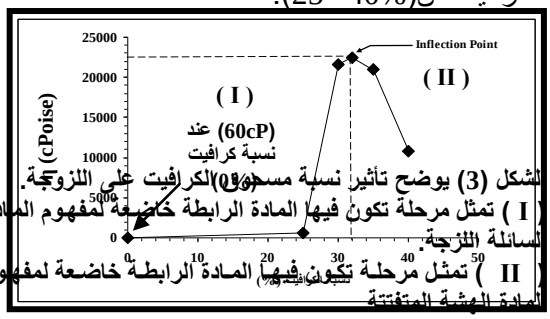


الشكل (6) يوضح تأثير اختلاف نسبة المواد المالئة على متوسط اجهاد الشد القصي.

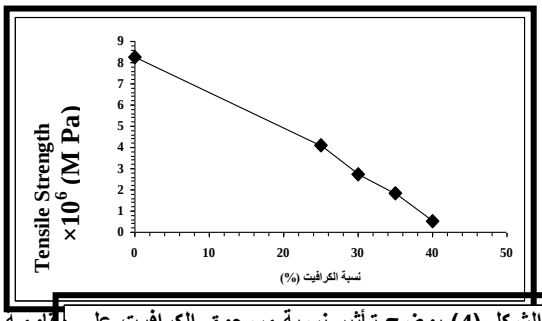
تقل كل من المقاومة والمقاومية الكهربائية للمادة اللاصقة مع زيادة نسبة المواد المالئة بينما تزداد الموصلية الكهربائية مع زيادة نسبة المواد المالئة.

إلا أن كل من المقاومة والمقاومية الكهربائية للمادة اللاصقة تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة.

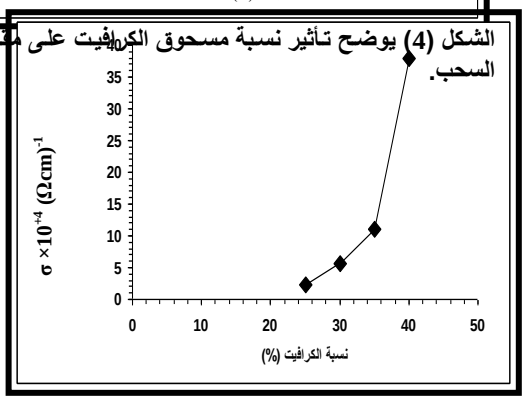
وأن طاقة التنشيط (E_a) للمادة اللاصقة تقل مع زيادة نسبة المواد المالئة حيث تراوحت بين (7.97-0.4312ev) خلال نسب وزنية من مسحوق الكرافيت من(40% –25).



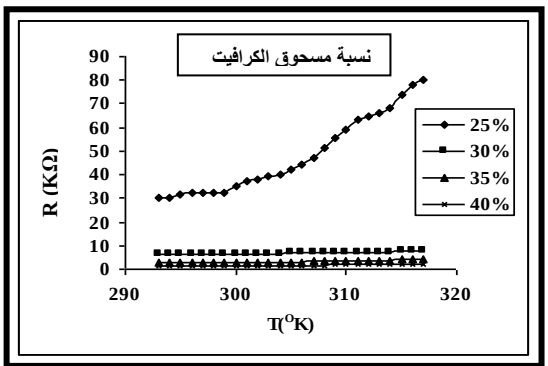
الشكل (3) يوضح تأثير نسبة مسحوق الكرافيت على اللزوجة.
(I) تمثل مرحلة تكون فيها المادة الرابطة خاضعة لمفهوم السائلة اللزجة.
(II) تمثل مرحلة تكون فيها المادة الرابطة خاضعة لمفهوم المادة الهشة المتفتتة



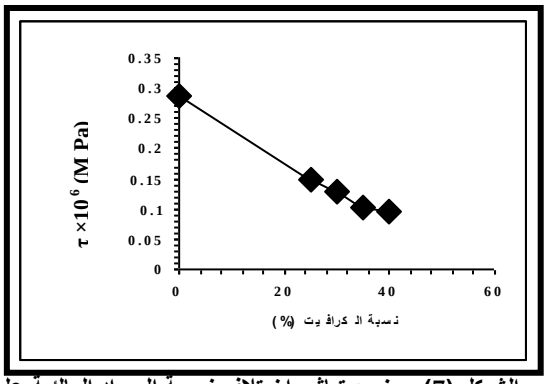
الشكل (4) يوضح تأثير نسبة مسحوق الكرافيت على مقاومة السحب.



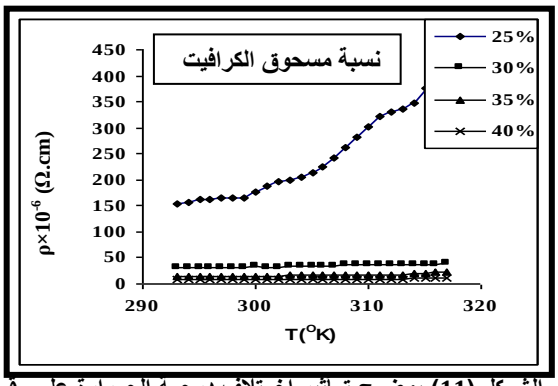
الشكل (9) تغير الموصلية الكهربائية مع نسبة المواد المالئة.



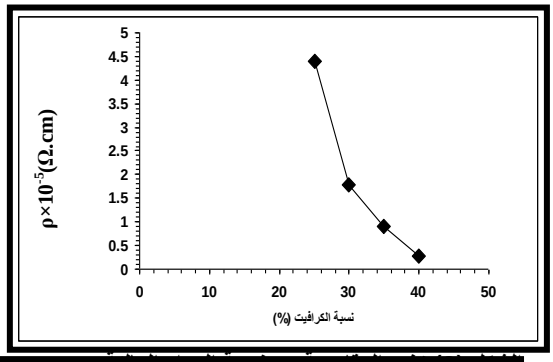
الشكل (10) يوضح تأثير اختلاف درجة الحرارة على قيم المقاومة الكهربائية (R) لنموذج اللاصق المحضرولجميع النسب من مسحوق الكرافيت.



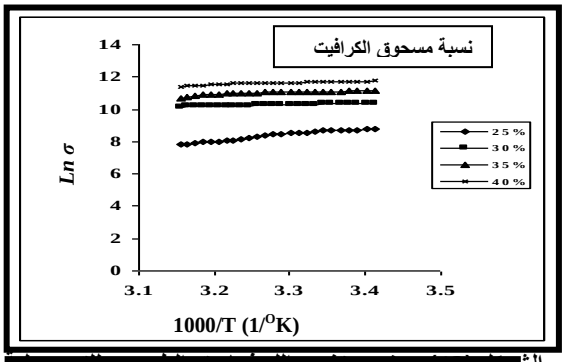
الشكل (7) يوضح تاثير اختلاف نسبة المواد المالئة على متوسط اجهاد القص (τ).



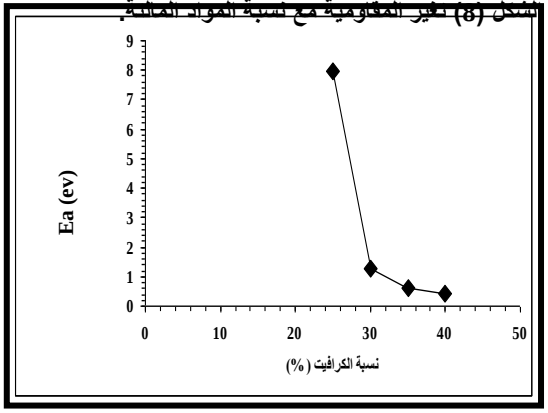
الشكل (11) يوضح تاثير اختلاف درجة الحرارة على قيم المقاومية الكهربائية (ρ) لنموذج اللاصق المحضر ولجميع النسب من مسحوق الكرافيت.



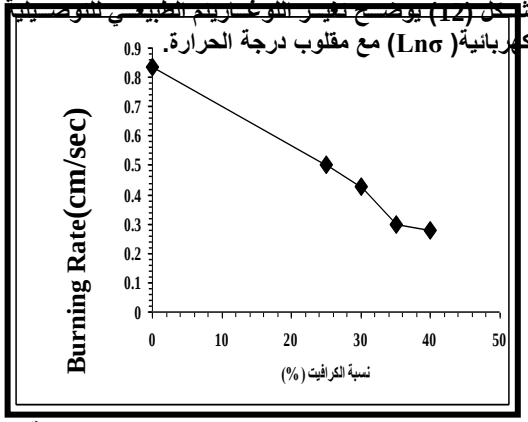
الشكل (8) تغير المقاومية مع نسبة المواد المالئة.



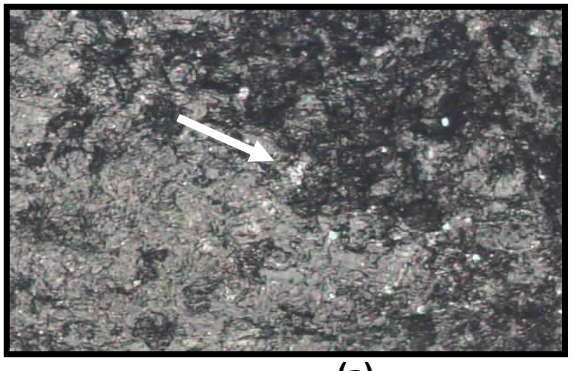
الشكل (12) يوضح تغير اللوغاريتم الطبيعي للتوصيلية الكهربائية(Lnσ) مع مقلوب درجة الحرارة.



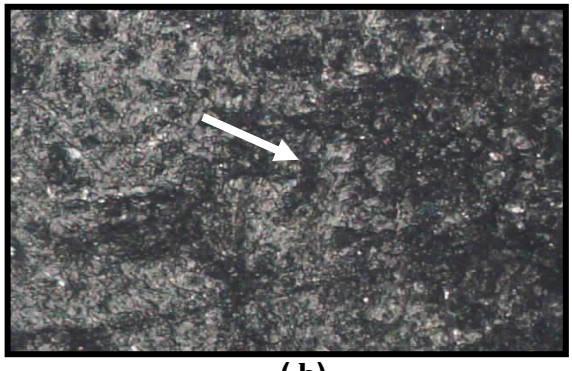
الشكل (13) يوضح تغير طاقة التنشيط (Ea) مع نسبة المواد المالئة.



الشكل (14) يوضح تغير معدل الاحتراق مع نسبة المواد المالئة.



(a)



(b)

الشكل (15) : (a) صورة مجهرية بقوة تكبير (270X) تشير إلى السطح الأول المغطى بالمادة اللاصقة بعد انفصال أجزاء عينة خشبية خاضعة لاختبار القص المتراكب.
(b) صورة مجهرية بقوة تكبير (270X) تشير إلى السطح الثاني المغطى بالمادة اللاصقة بعد انفصال أجزاء عينة خشبية خاضعة لاختبار القص المتراكب.

المصادر:

1- Shields, J. (1975). "Adhesive Bonding", Published for the design council British Standards Institution and the council of Engineering Institution by Oxford, University Press.

2- بيريادي، د. ذنون محمد عزيز (1990)." كيمياء اللواصق والأصباغ والاطلية البوليمرية"، مطبعة دار الحكمة، كلية العلوم. جامعة بغداد.

3- Gaylord, M.W. (1974). "Reinforced Plastics Theory and Practice", Cahiers Publishing Co.

4- Ajayi, J. and Hepburn, C. (1981). "Electrical Resistivity in Carbon Black Filled Silicon Rubber", Plastic Rubber Processing and Application, 1 (1): 317-326.

5- AL-Atrakchiyie, Samiera (2005).. "Preparation of Electrical Conducting Polymer Composites and Studying its Electrical Properties", M.Sc, Thesis. Physics Dept University of Technology.

6- Annual Book of ASTM Standards-D 390, (1988), 15.06 :285 -284.

7- Sandberg, L. Bogue and ALBers, Micha P. (1982). "Methodology for Determining the Durability of Sealants" J. of adhesion, 15 (1): 27-47.

8- Annual Book of ASTM Standards -D 635 – 81.

9- Shields, J. (1981). Adhesives Hand Book, MC Graw – Hill, U.K.

10- Annual Book of ASTM Standards-D 828 (1988). 15.06:284 -285.

11- Lee, B.Lin (1977). "Temperature Depending of Dynamic Mechanical properties of Filled Polymers", Journal of Polymer Science; Physics Edition, 15 (4): 683 -692.

12- Brandrup, J. and Immergut, (1975), "Polymer Handbook", John Wiley and Sons, New York.

13- Bernordo, J. and Burrell, H. (1972). "Polymer Science", Company, London, 1:559.

14- طاهر، رفل عزيز (1998). "استخدام سيليكات الصوديوم الذائبة للصق والحماية"، رسالة ماجستير، الهندسة الكيميائية الجامعة التكنولوجية : 130 قسم صفحة.

15- Annual Book of ASTM Standards– D1002 (1988). 15.06:45 -46.

16- Driver, W. E. (1982). "Plastics chemistry and Technology", Academic press, New York.

17- Evans, A. G., Williams, S. and Beaumont, P. W. R. (1985). "On Toughness of Particulate Filled Polymers" , Journal of Material Science. 20(10): 3668-36674.

18- Othmer- Kirk (1964). "Encyclopedia of Chemical Technology",P: 626.

19 Askeland, D. (1990). "The Science and Engineering of Materials," Second Edition, Chapman and Hall, London.

20- أوشاكر أنا، ترجمة د. اكرم محمد (1985). "الكيمياء الفيزيائية للبوليمرات"، جامعة الموصل.

21- Donnet, J. and Voet, A. (1976). "Carbon Black, Physics, Chemistry, and Elastomer Reinforcement ", Published by Prentice Marcel Deeker Inc.

22- Doukkali, K. and Segui, Y. (1990). "Effect of Moisture Sorption on Properties of Glass. Epoxy Composite", 41(7): 1533-1547.

23- جاويش، د.م.معتز و الحمصي، د.محمد زهير، "البلاستك تصميم وإنتاج"، دمشق، الطبعة الأولى(1991).

24- Kinloch. A.J (1984)."The Locus Environmental Crack Growth in Bonded Aluminum Alloy Joints", J. adhesion, 15(3):
165-178.

Preparation Adhesive Material Reinforced of Graphite Particles and Study Electrical and Mechanical and Thermal Properties

Roula Abdul Khudher Abbas*

*Technology University - Applied Science

Abstract:

The physical, mechanical, electrical and thermal properties containing (Viscosity, curing, adhesion force, Tensile strength, Lap shear strength, Resistively, Electrical conductivity and flammability) of adhesive material that prepared from Nitrocellulose reinforced with graphite particles and aluminum streat.

A comparison is made between the properties of adhesive material with varying percentage of graphite powder (0%, 25%, 30%, 35%, 40%) to find out the effect of reinforcement on the adhesive material.

The ability of property an electrical was studied through the measurement of conductivity a function of temperature varying.

The results of comparison have clearly shown that the increasing of content of the filler material (graphite weight) after limit ratio determined (32%) in material prepare lead to yielding the (CN) material to concept of granular agglomeration. The mechanical properties decrease when graphite weight ratio increases. Electrical conductivity and flammability increases with graphite weight percentage increases, while the electrical conductivity decreases with increases of temperature. The adherent topography of some physically tested Specimens was studied using optical microscopy.