

دراسة متانة الكسر والصلادة لمتراكب بوليمر- سيراميك

خالد رشاد الراوي*

علي عباس بندر*

سمارة جاسم الجبوري*

استلام البحث 20، كانون الاول، 2012

قبول النشر 11، اذار، 2014

الخلاصة:

تم تحضير مادة متراكبة بوليمرية دقائقية عن طريق اضافة مسحوق مادة TiO_2 بحجم حبيبي (150-75) μm إلى راتنج الايبوكسي وبنسب وزنية تبلغ (10% , 20% , 30% , 40% , 50%) ولقد تمت دراسة بعض الاختبارات الميكانيكية المتمثلة باختبار متانة الكسر والصلادة. استخدمت طريقة الصب خلال هذه الدراسة لاعداد الواح ذات اشكال مربعة من المادة الاساس والمتراكبات ثم تم تقطيعها الى عينات قياسية وفقاً للموصفات العالمية لغرض استخدامها في الفحوصات. وبعد ذلك تمت معاملة العينات حرارياً لفترة ثلاث ساعات وست ساعات بدرجة حرارة $65\ C^0$.

عند إجراء اختبارات متانة الكسر (K_{Ic}) المتمثلة بايجاد معامل حساسية شدة الاجهاد عند مقدمة الشق فكانت النتائج على شكل منحني قيم (K_{Ic}) وسجلت المتراكبات المعاملة لمدة ثلاث ساعات اعلى قيم عن مثيلاتها بينما سجلت المادة الاساس والمعاملة لمدة ست ساعات اعلى متانة كسر. بينما كانت نتائج فحوصات الصلادة هي الزيادة بزيادة النسب الوزنية وسجلت العينات غير المعاملة حرارياً صلادة اعلى من غيرها. وتم أخذ صور مجهريه لسطوح الكسر ودراسة تركيبها باستعمال المجهز الضوئي.

الكلمات مفتاحية : متانة الكسر ، ، الصلادة ، المعاملة الحرارية ، مادة متراكبة

المقدمة:

يعتمد سلوك المواد المتراكبة وتصرفاتها على ثلاثة عناصر: المادة الاساس (*matrix*)، مواد التقوية (*Reinforcement -material*)، السطح البيني (*Interface*) وتعتبر دقائق TiO_2 من الدقائق الخاملة والتي لا تتفاعل مع الايبوكسي وتتوزع بشكل متساو داخل المادة [1]. ومن الخصائص التي يمكن تحسينها بوساطة التشكيل للمواد المتراكبة فهي: الخصائص الميكانيكية والسلوك المعتمد على درجة الحرارة، فقد أُجريت العديد من البحوث النظرية والعملية للمواد المتراكبة الدقائقية ذات الاساس البوليمري لتقويم خصائصها المختلفة [2]، ومنها ما يتعلق بمتانة الكسر (*Fracture Toughness*) *Tippur &* [6] بدراسة سلوك الكسر لمادة متراكبة من الايبوكسي وكريات زجاجية اذ استخدموا طريقة الاختبارات البطيئة لدراسة طبيعة الكسر الحاصل في العينة من خلال التصوير الفوتوغرافي السريع للشق ونموه كما اهتموا بسرعة الاختبار وتأثيره في القياسات كما درسوا العينات المتجانسة بصورة جيدة عن غيرها من العينات غير المتجانسة وقاموا بدراسة الشق عند الوجه الاصلب عن غيره. وبناءً على ماتقدم وجدنا من الضروري دراسة بعض الخصائص الميكانيكية كمتانة الكسر والصلادة اذ تم اختيار نوع من الأيبوكسي EPOXY ودقائق

(K_{Ic}) للمادة المتراكبة الدقائقية وكيفية تأثير نوع الدقائق المضافة وحجمها وطبيعة الربط بين الأطوار فقد تمت معالجتها من مجموعة من باحثين منهم *Maik & Krysztafkiewicz* [3][4] اذ قاموا بدراسة التقوية بالدقائق واستنتجوا ان تفاعل الدقائق مع المادة اللدائنية بأي شكل يؤدي إلى الحصول على نتائج أفضل، وصنفت الدقائق على هذا الأساس على دقائق خاملة ودقائق فعالة، وقد قام الباحث *kinloch* [4] وآخرون باختبار سلوك الكسر لمادة متراكبة مكونة من راتنج الايبوكسي مضاف اليها دقائق هجينية تحتوي على دقائق مطاطية وزجاجية صلبة مشتتة في المادة الأساس البوليمرية اذ تم حساب متانة الكسر (K_{Ic}). وقد

أثبتت النتائج أن كلا النوعين من الدقائق يساعدان على زيادة متانة الايبوكسي، فعند اضافة دقائق الزجاج إلى الايبوكسي مع المطاط فانه يؤدي إلى زيادة متانة الايبوكسي وكذلك زيادة مقاومة التشقق بينما دقائق المطاط تؤدي إلى زيادة المتانة فقط وقام *Grath* [5] وآخرون بدراسة متانة الكسر لمتراكبات الايبوكسي المدعمة بالالومينا وكذلك متراكبات PPO بولي بروبيلين او كسايد المدعمة بالالومينا وتأثير الوزن الجزيئي للبوليمر المستخدم وتأثير حجم الدقائق والكسر الحجمي في متانة الكسر اذ وجد ان المتانة تتناقص بزيادة الكسر الحجمي. وقام الباحثان *Kirugulige*

جهاز اختبار متانة الكسر Fracture Toughness Instrument

لقد تم استخدام جهاز نوع (Instron 1195 Bending Test Machine) لغرض اختبار متانة الكسر وكانت سرعة الجهاز خلال الاختبار (0.2mm/min) [7]. من خلال الاختبار الثلاثي النقطي فإن هذا الجهاز يستخدم لاجراء عدة اختبارات للمواد ضمن المواصفات القياسية ولقد تم الحصول على اعلى حمل P تتحملة النماذج مقاساً بوحدات النيوتن وبتطبيق المعادلة (1) التالية تم الحصول على قيم متانة الكسر K_{Ic} [7]. حيث ان طول العينة S (4cm) ، سمك العينة B (0.5cm) ، عرض العينة W (1cm) ، طول الشق a (0.4cm) ، نسبة طول الشق الى عرض العينة λ (0.4cm)

جهاز اختبار الصلادة: Hardness Test

Instrument

لقد تم استخدام جهاز (Durometer Hardness) نوع (Shore D) ، (TIME GROUP INC.) في اجراء اختبار الصلادة باستخدام اداة غرز نقطية اذ يتم تغلغل اداة الغرز النقطية داخل سطح المادة وذلك نتيجة الضغط على الجهاز بحيث يلامس سطح اداة التغلغل (Pressure foot) تماماً مع سطح العينة فتتم قراءة قيمة الصلادة

النتائج والمناقشة:

أن تأثير الحزوز في مقاومة المادة للحمل مؤثر مهم ، فأن وجود الحز يؤدي إلى تقليل مقاومة المادة لجميع المواد الخاضعة للاختبار ، وسبب ذلك هو أن الحز (Notch) سيعمل على خلق وتركيز إجهادات موضعية (Localized Stresses) تؤدي إلى نشوء شقوق تؤدي الى كسر الانموذج عند تعرضه إلى حمل اذ أنه في حالة العينة غير المحززة (Unnotched) ، فأن المادة تحتاج إلى طاقة لبدائية الشق (Crack) تسمى بطاقة نشوء الشق (Crack Initiation Energy) ، وإذا ما تجاوز الحمل المسلط هذه الطاقة ، فأن المادة تحتاج إلى طاقة إضافية لاستمرار الشق وتقدمه ، وهي طاقة تقدم الشق ، ففي حالة العينة المحززة فالطاقة الممتصة هي طاقة تقدم الشق فقط ، ولذلك تكون الطاقة الممتصة أقل و يحصل الكسر عندما تتجاوز طاقة الحمل المسلط قيمة طاقة تقدم الشق [8].

وكانت النتائج كما موضح بالجدول (1) ، (2) ، (3) ويلاحظ في الشكل (1) منحني لقيم متانة الكسر K_{Ic} مع النسب الوزنية يبدأ المنحني بالانخفاض في قيم متانة الكسر والصعود مرة اخرى وهذا يفسر ان الانخفاض عند النسب الوزنية القليلة من المادة السيراميكية المضافة سببه حالة

مادة سيراميكية TiO_2 لما يتمتعان به من مواصفات ميكانيكية عالية [2]. وسنحاول دراسة تغير تلك الخواص بتغير ظروف المعاملة الحرارية لفترات زمنية مختلفة.

المواد وطرائق العمل:

المادة الأساس: Matrix Material

استخدام راتنج الأيبوكسي المحتوي على مجاميع الأيبوكسايد Epoxide وهو احد انواع الراتجات المتصلدة بالحرارة (Thermosets Polymer) نوع (Quick mast 105) و أن مدة التصلب للراتنج المستعمل تستغرق أكثر من 3 ساعات عند درجة حرارة الغرفة ثم يترك لمدة اسبوعين لغرض

$$K_{Ic} = \frac{SP}{BW^{3/2}} \times \frac{3\lambda^{1/2} [1.99 - \lambda(1-\lambda)(2.15 - 3.93\lambda + 2.7\lambda^2)]}{2(1+2\lambda)(1-\lambda)^{3/2}} \dots (1)$$

اكمال المعالجة Full curing وكانت نسبة الخلط للمصلد (3.4 : 1).

مواد التدعيم: Reinforcing Materials

مسحوق اوكسيد التيتانيوم TiO_2 التجاري ألماني المنشأ من شركة (RIEDEL - DE HAEN AG) وهو احد الاكاسيد السيراميكية المهمة صناعياً [1]. لقد استخدم المسحوق بحجم حبيبي يتراوح ما بين (75-150) μm وذلك باستخدام نوعين من المناخل أُجريت عملية النخل (Sieving process) للحصول على الحجم الحبيبي المطلوب باستخدام جهاز (Retsch). وتم استخدام تقنية القوالب اليدوية (Up Molding) Hand Lay في عملية تحضير جميع المتراكبات والمادة الأساس. اذ تم خلط راتنج الأيبوكسي مع المصلد بنسبة (3.4 : 1) بالتدرج وذلك باستخدام قضيب زجاجي للخلط. بعد ذلك تمت إضافة المسحوق بالتدرج مع الخلط المستمر ثم صب المزيج في القالبين المهيأين مرة واحدة لنفس الخلطة، مع مراعاة أن نظام السمك للقالب وذلك من خلال ضبط أستواء السطح الموضوع فوقه القالب و بعد اكتمال عملية التصلب لجميع القوالب بعد مدة 24 ساعة تم استخراج المصبوبات من القوالب. اذ يعطي كل قالب مصبوبة تقطع الى (10) نماذج من عينات تحمل مواصفات قياسية وحسب محددات الجمعية الامريكية ASTM D5045-99 وتمت معاملة بعض العينات معاملة حرارية باستخدام الفرن الحراري لمدة ثلاث ساعات متوالية بدرجة حرارة $65^\circ C$ وعينات اخرى لمدة ست ساعات متوالية بنفس الدرجة وتم الحصول على عينات خاصة بكل اختبار معاملة حرارية فضلاً عن العينات غير المعاملة قبل اجراء الفحص والاختبار والتي عدت خاضعة للظروف المختبرية L.C. فقط.

الجدول (1) يوضح قيم متانة الكسر للمادة الاساس والمترابكات بالظروف المختبرية

Materials $\Delta\%TiO_2$	Peak load (p1)	Peak load (p2)	Pavr. N	$MPa.\sqrt{m}$ K1c
0	213	257	235±22	3.7±0.34
10%	120	138	129±9	2.03±0.14
20%	90	86	88±2	1.38±0.03
30%	126	119	122±4	1.92±0.06
40%	144	150	147±3	2.31±0.04
50%	105	115	110±5	1.73±0.07

الجدول (2) يوضح قيم متانة الكسر للمادة الاساس والمترابكات خلال المعاملة الحرارية لمدة 3 ساعات بدرجة 65 °C

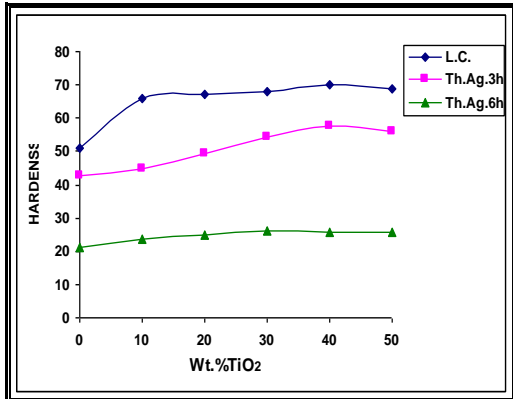
Materials $\Delta\%TiO_2$	Peak load (p1)	Peak load (p2)	Pavr. N	$MPa.\sqrt{m}$ K1c
0	298	304	301±3	4.74±0.04
10%	173	147	160±13	2.8 2±0.2
20%	113	141	127±14	1.95±0.22
30%	166	172	169±3	2.66±0.04
40%	243	217	230±13	3.62±0.2
50%	196	156	176±20	2.77±0.31

الجدول (3) يوضح قيم متانة الكسر للمادة الاساس والمترابكات خلال المعاملة الحرارية لمدة 6 ساعات بدرجة 65 °C

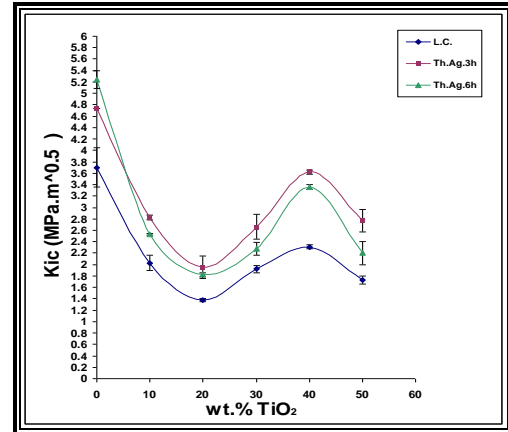
Materials $\Delta\%TiO_2$	Peak load (p1)	Peak load (p2)	Pavr. N	$MPa.\sqrt{m}$ K1c
0	343	323	333±10	5.24±0.15
10%	162	160	161±1	2.53±0.01
20%	114	118	116±2	1.82±0.03
30%	152	138	145±7	2.28±0.11
40%	223	217	220±3	3.30±0.04
50%	163	127	140±13	2.2±0.2

الربط الضعيف فالتقوية هنا ضعيفة بسبب ملاقة الشق للسطوح البينية الضعيفة وضياع وتحرر جزء من طاقته عندها اذ تعمل الدقائق بوصفها عيوباً نقطية [9]. ومن ثم تحسن قيم متانة الكسر بسبب زيادة نسبة الدقائق السيراميكية التي تعمل بوصفها مصدات امام الشق النامي خلال المادة المترابكة وبالتالي اعاقته لذا يغير الشق من شكله واتجاهه ويتحول الى شقوق ثانوية، هذا التغير في شكل واتجاه وزيادة المساحة السطحية للكسر والطاقة المصروفة من الشق لتجاوز الحواجز امامه عوامل ادت الى زيادة متانة المادة فان التحسن في قيم متانة الكسر سوف يكون واضحاً بزيادة الكسر الوزني وصولاً الى 40% ومن ثم تعود القيم بالانخفاض بزيادة النسب الوزنية للدقائق المضافة بسبب التكتل *Agglomeration* للمادة المضافة داخل المادة الاساس وهذا واضح عند النسب الوزنية العالية وهي 50% التي بدورها تؤدي الى نقصان في متانة الكسر وزيادة سرعة انتشار الشق . ان ما ذهبا اليه كله من نقصان وزيادة ومن ثم نقصان في قيم متانة الكسر مع التغير في النسب الوزنية يطابق نموذج قانون القوة *The power Law Model* وهو حصيلة تجارب ودراسات اجراها *L.E.Nielsen* وجماعته في حساباتهم النظرية والعملية [10] . كما نلاحظ تاثير المعاملة الحرارية لمدة ثلاث ساعات هي الزيادة في قيم متانة الكسر عن النماذج الاخرى وهي عوامل ادت الى تحسين متانة الكسر . اما في النماذج المعاملة لمدة ست ساعات فنلاحظ ان الزيادة في قيم متانة الكسر تعود لطاقة الكسر في حدود المرونة وبالتالي زيادة قابليتها على التشوه اللدن عند رأس الشق (Crack Tip)، وزيادة الطاقة الممتصة مع استمرار نمو الشق ، مما يكسب المادة متانة عالية، فضلاً عن المادة الاساس التي حصلت على اعلى قيمة لمتانة الكسر عند المعاملة لمدة ست ساعات وهنا اصبح تاثير المادة الاساس و طاقة الكسر مهماً وكبيراً . اذ ان تاثير المادة الاساس مهمٌ وكبيرٌ [11] ان تاثير درجة الحرارة في قيم المتانة يكون قليلاً نسبياً ، وسبب ذلك أن المتانة العالية للمواد المترابكة ناتجة بالدرجة الاساس من وجود (دقائق) بوصفها معوقات لانتشار الشقوق، ولأن الدقائق السيراميكية لا تتأثر بتغير درجة الحرارة وبذلك فان زيادة درجة الحرارة تؤدي الى زيادة قليلة نسبياً في قيم المتانة ويشذ عن هذا السلوك المادة المنفردة ، بسبب السلوك الغير مرن للمادة الاساس خلال المعاملة الحرارية اذ ان متانة الكسر تعني قابلية المادة على مقاومة نمو الشقوق (قابلية المادة على امتصاص أكبر مقدار من الطاقة قبل حدوث الكسر).

الوزنية المضافة فلا يوجد هناك تحسن كبير بزيادة تلك النسب .



الشكل (2) يوضح قيم الصلادة للمادة الاساس والمترابكات ولجميع الظروف



الشكل (1) يوضح قيم متانة الكسر للمادة الاساس والمترابكات ولجميع الظروف

نتائج اختبار الصلادة :

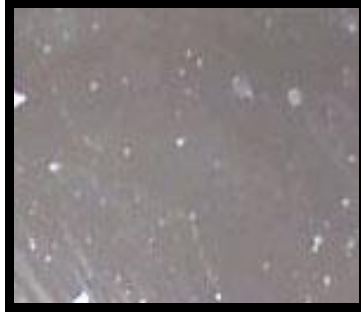
نتائج الفحص المجهر الضوئي ومناقشتها:

يبين الشكل (3) صور لسطوح الكسر للمواد جميعها وبقوة تكبير (16X × 10X) ويلاحظ من الشكلين انه عند زيادة الكسر الوزني تزداد كمية الدقائق مع المحافظة على التوزيع المنتظم للمادة السيراميكية داخل المادة الاساس من دون أن يحصل أي تكثف عدا النسبة 50% إذ يلاحظ وجود فقاعات وتكتلات مما يفسر لنا ضعف معظم الخواص التي اثبتتها الفحوصات. نلاحظ ان سطح الكسر لمادة EP ومن دون معاملة حرارية مادة ذات هشاشة اكثر إذ اظهرت الصور نسبة قليلة جداً من التشوه اللدن اما سطح الكسر لمادة الايبوكسي والمعامل حرارياً بدرجة ثلاث ساعات (3 h) EP والمعامل حرارياً بدرجة ست ساعات (6h) EP فان التغير اللدن يزداد بزيادة المعاملة الحرارية مما يعني زيادة المطيلية وذلك واضح بالصور التي توضح التشوه. كما نلاحظ عند النسب الوزنية القليلة 10% و 20% المعاملة وغير المعاملة حرارياً ان سطح الكسر عبارة عن سطح ناعم للكسر الهش وهو يحصل في المادة اللدانية الهشة جداً نتيجة تكسر قوة التاصر الداخلية وبالتالي يحدث الكسر وتوقع حدوث تقطع للاواصر بسبب نسب الدقائق القليلة التي تعمل على كسر التاصر الداخلي للبوليمر. ثم تزداد سطوح الكسر خشونة بزيادة الدقائق إذ تظهر الدقائق واضحة عند السطح كما نلاحظ عند نسبة 30% ان الكسر يحصل عبر السطوح البيئية بين طوري المادة المترابكة وكذلك تزداد الخشونة كما هو واضح عند النسبة 40% ان الشقوق تغير من شكلها واتجاهها نتيجة تفاعلها مع الدقائق الواقعة في طريق نمو هذه الشقوق إذ لا يظهر للمادة اللدانية اي وجود على سطح الكسر وتقوم بعملية ربط الدقائق

تم اختبار الايبوكسي EP قبل وبعد التقوية بالدقائق وقد تم اعتماد المعدل لسبع قراءات لكل حالة للحصول على دقة عالية بالنتائج. والشكل (2) يوضح تأثير النسب الوزنية للدقائق المضافة في قياسات الصلادة. يتضح بأن صلادة مادة الايبوكسي تزداد بإضافة دقائق أكسيد التيتانيوم [2] وتستمر الصلادة بالزيادة مع زيادة الكسر الوزني الى نسبة 40% وتثبت ، ومن مفهوم الصلادة يمكن عدها مقياساً للتشوه اللدن الذي يمكن أن تعاني فيه المادة تحت تأثير أجهاد خارجي وبما ان صلادة أكسيد التيتانيوم أعلى إذ أن هذه الدقائق هي دقائق سيراميكية والمواد السيراميكية تمتاز بالصلادة العالية فان إضافة الدقائق ترفع من صلادة المادة نتيجة لزيادة مقاومتها للتشوه اللدن [11]. وهذا يفسر زيادة الصلادة للمادة المترابكة مع زيادة النسب الوزنية لمادة التقوية ، كما نلاحظ ان المعاملة الحرارية ادت الى نقصان في الصلادة مقارنة بالمادة الاساس والمترابكات غير المعاملة حرارياً، ان التباين البسيط بين قيم الصلادة وبعض المواصفات الميكانيكية الاخرى سببه ان الصلادة هي صفة سطحية وان المعاملة الحرارية قد تؤثر في السطح اكثر من تأثيرها في التركيب الداخلي للبوليمر وبالتالي فان تكسر او تحلل الاواصر البوليمرية عند السطح قد يكون اكثر من الداخل لجميع العينات البوليمرية والمترابكة. ويبدو ان هذا الانخفاض عند المعاملة الحرارية يرجع الى انخفاض صلادة المادة الاساس والمعاملة حرارياً بالمدة نفسها اي ان صلادة المادة الاساس مؤثر مهم في صلادة مترابكاتها. فقد لاحظنا عند المعاملة لمدة ثلاث ساعات ظهور تحسن في الصلادة مع زيادة النسب الوزنية للدقائق المضافة تصل الى نسبة 40% وتثبت. اما عند المعاملة لمدة ست ساعات فنلاحظ تأثير المعاملة اكبر من تأثير زيادة النسب

السيراميكية ووجود الفقاعات الكثيرة عند نسبة 50% مما يؤدي الى نقصان وتدهور في المواصفات الميكانيكية وهذا ما يتطابق مع النتائج المستحصلة خلال هذا البحث.

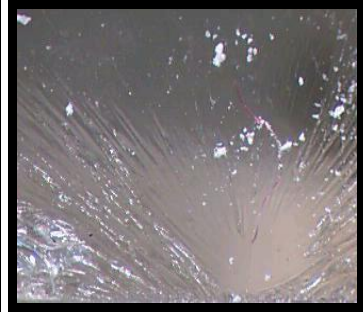
مع بعضها بشكل جيد ومتجانس وهذا التمازج العالي بين المادة السيراميكية والمادة اللدائنية نتوقع ان يزيد من متانة المادة لعدم وجود خلع في منطقة الشق [10]. كما نلاحظ التكتل وتجمع المادة



EP

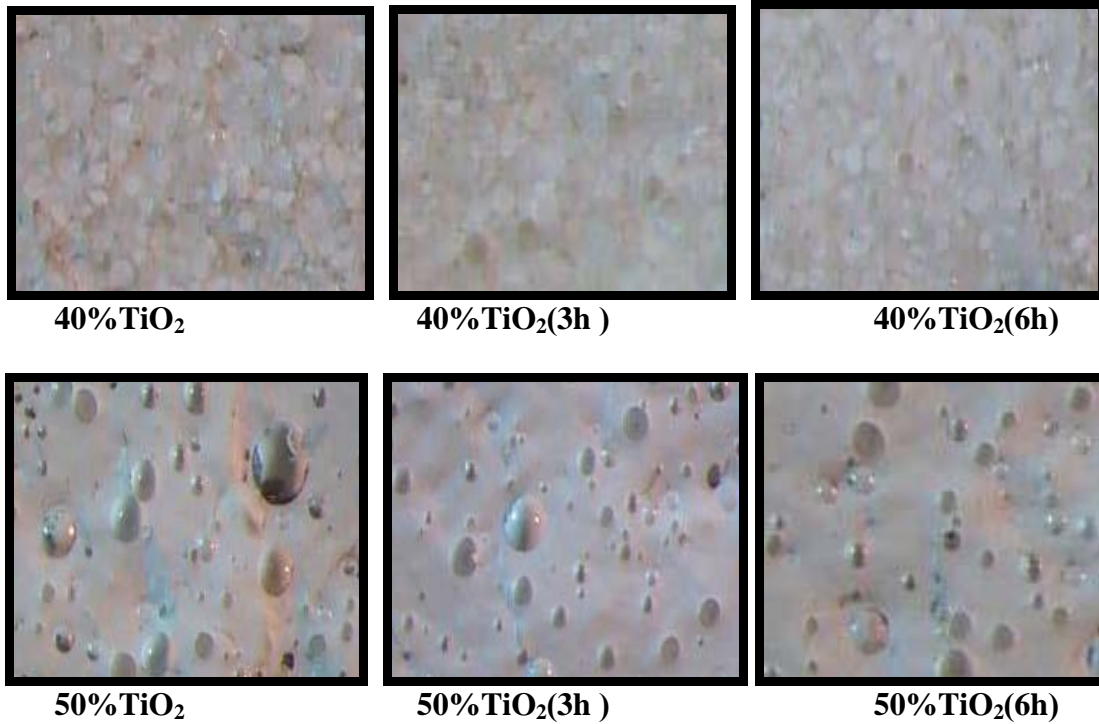


EP (3h)



EP (6h)

10%TiO₂10%TiO₂(3h)10%TiO₂(6h)20%Ti O₂20%TiO₂(3h)20%TiO₂(6h)30%TiO₂30%TiO₂(3h)30%TiO₂(6h)



الشكل (3) يبين سطوح الكسر لمادة الايبوكسي والمادة المترابطة بكسور وزنية مختلفة ولجميع الظروف

Glass-Filled Epoxy" Experimental Mechanics vol. 46 ,pp. (269–281)

[7] P.R. Marur, R.C. Batra, G. Garcia & A.C. loos, 2004 "Static & Dynamic fracture toughness of epoxy/alumina Composite with submicron inclusions", Journal of Materials Science, Vol.39, PP. (1437-1440),

[8] D.F. Bagddley, J. A. Cannon, 1988 "Progressive Engineering Materials", Hodder and Stoughton, First Published

[9] A.C.R. Moloney, 1989, "Fractography and failure Mechanisms of polymer and composite " Elsevier Applied Science ,London).

[10] مكي علي، احمد "دراسة الخواص الميكانيكية لمواد مركبة باستخدام مسحوق معدني" 2001، رسالة ماجستير، قسم هندسة المكاين والمعدات- الجامعة التكنولوجية).

[11] N. Amdouni , H. Sautereau , J. F. Gerard , F. Fernagut , G. Coulon & J. M. Lefebvre, 1990 " Coated Glass Beads Epoxy Composites: Influence of the Interlayer Thickness on Pre-Yielding & Fracture Properties", Journal of Materials Science, Vol.25.

المصادر:

[1]Huang, K,s ,nien,y. H.chen, J.S. Shieh, T.R.ANDCHEN,j. w 2006., Synthesis and properties of Epoxy/TiO₂ composite materials "polymer Composite, p(195-200),

[2]N.Goodarzian and S.Zamiriam, 2009" the effect of nano SiO₂ and TiO₂ on the mechanical properties and microstructure of epoxy nanocomposite", AIP CONF.PROC. 1276(9-11 Dec.,

[3] M. Maik & A. Krysztafkiewicz, 1981" Effect of Fillers on the Properties of Urethane Polymers", International Journal Polymer Science and Technology, Vol.8,

[4]A. J. kinloch, D. L. Maxwell & R. J. Young1985 "The Fracture of Hybrid - Particulate Composites ", Journal of Materials Science, Vol.20.,

[5] L.M. Grath, J.L.Lenhat, and R.Parnas 2005 " Composites " vol.1 November

[6] M.S. Kirugulige & H.V. Tippur2006 " Mixed-Mode Dynamic Crack Growth in Functionally Graded

Fracture Toughness and Hardness studying for Polymer-Ceramic Composite

*Khalid R. Al-Rawi**

*Ali A. bander**

*Samara J. Aljoboury**

*Baghdad University /Collage OF Science for Women / Physics Department

Abstract:

A particulate composite material was prepared by adding the Titanium dioxide (TiO_2) with a particle size of (75-150) μm to Epoxy resin at weight percentage of (10%,20%,30%,40%,50%).The following some mechanical properties were studied,fracture toughness, hardness.casting preparation methods were used in this study includes preparing plate of matrix and composites. specimens were prepared according to ASTM for the Mechanical properties tests. After that Another samples were heat treated for three and six hour at 65C° .

Fracture toughness (K_{Ic}) represent for stress intensity factor results were showed that the curve of three hours aging increases in fracture toughness (K_{Ic}) for composites but for six hours aging increases fracture toughness (K_{Ic}) for polymer matrix. Hardness tests was showed that hardness results increased with the increase in weight fraction while a samples that not treated thermally have higher hardness than the samples for treated thermally. Finally, fracture surfaces were showed morphology failure surfaces by using an optical Microscope.