

Study the Effect of UV Radiation on Polyester Reinforced By Titanium Oxide

Ibtisaam O. R. / Assistant lecture

Babylon University/ Science College / Physics Dep.

١- الخلاصة:

تم في هذا البحث، دراسة تأثير الأشعة فوق البنفسجية على بعض الخواص الميكانيكية لمتراكب البولي استر الغير مشبع المقوى بدقائق اوكسيد التيتانيوم . حيث تم دراسة الخواص الميكانيكية والتي تشمل (الكثافة الحقيقية للمتراكب ، الكثافة حسب قاعدة الخلط ، صلادة برينيل ، والمتانة النوعية للمتراكب) قبل وبعد التشعيع بأشعة ال-UV. أثبتت النتائج زيادة صلادة برينل مع زيادة النسبة الوزنية لأوكسيد التيتانيوم المضاف حتى نسبة (0.15%) بعدها تبدأ بالانخفاض ، كما أثبتت النتائج زيادة الكثافة بزيادة النسبة الوزنية للاوكسيد المضاف وانخفاض تلك القيم بعد تعريض العينات للأشعة فوق بنفسجية لمدة (٩٦) ساعة . اما قيم المتانة النوعية انخفضت بزيادة نسبة اوكسيد التيتانيوم وارتفاعها بالنسبة للعينات المشععة وذلك متوافق مع قيم الصلادة والكثافة .

Abstract:-

In this research, the effects of UV radiation on mechanical properties of polyester reinforced by titanium oxide particulates (TiO_2) are studied. These properties are [Brinell hardness (HB), true density (D) by Archimedes law , density (d) by rule of mixture , and specific strength (S.S)]. The results of (HB) refer to increase of (HB) with increasing the weight ratio of oxide to (0.15 w%), but it decreases after (0.15w%) In addition that, the density results refer to increasing of density by increasing weight ratio of TiO_2 correspond the rule of mixture in composites and Archimedes law, and it decreases after UV radiation to (96 hr) at the same ratio of TiO_2 . Further, the specific strength results refer to decreasing of this property by increasing the weight ratio of TiO_2 particulates which lead to increasing density of composites. But, it decreases after radiation at the same ratio of TiO_2 .

٢-المقدمة: Introduction:

لقد دخلت المواد المركبة في جميع مجالات الحياة تقريبا" المدنية والعسكرية ، وقد كان للتطور في مجال العلم والتكنولوجيا الاثر الكبير في تطور هذا العلم واعتبار هذه المواد البدائل الرئيسية لكثير من المواد المستخدمة في نفس تلك المجالات نظرا" للمميزات التي تمتاز بها هذه المواد من خفة الوزن وسهولة التصنيع والجوانب الامينة والصحية التي تتمتع بها [اشبي ١٩٨٥] . ولتصنيع مادة مركبة يجب توفر مادتين ، المادة الأساس وتكون أما مواد معدنية متكونة من المعادن وسبائكها وتمتاز بثقل وزنها ومتانتها العالية ، أو مواد سيراميكية وتمتاز بخفة وزنها ومقاومتها العالية لدرجات الحرارة ولكنها ضعيفة لمقاومة قوى الصدم [Aslan et al., 2002]، تعد البوليميرات المطاوعة للحرارة من اهم المواد التي تستخدم كمواد اساس لصناعة المواد المتراكبة [Neha 2002]، هناك طرائق عدة للتقوية منها التقوية بالدقائق التي تكون بقطر أكبر من ($1\mu m$) وبأشكال مختلفة منها الابرية والكروية والقشرية ، كذلك تتم التقوية بالتشتت ويكون قطر الدقائق أقل من ($0.1\mu m$) . أما أكثر أساليب التقوية شيوعا" فهي التقوية بالألياف نظرا" لما تتميز به من قوة كبيرة مقارنة بالمواد الراتنجية ، وتكون الألياف بأنواع وأشكال مختلفة فمنها ما يكون بشكل مستمر أو مقطع أو

بشكل ظفائر محاكاة [Abid – Al -raheem 2000] ، وتعد البولي أسترات غير المشبعة هي نواتج تكثيفية لحوامض أو كحولات ثنائية غير مشبعة وتحول إلى بوليمرات متشابكة بإضافة مونيمرات أو جزيئات لها القابلية على إحداث التشابك ، يستخدم حامضي المالك والفيوماريك بصيغتهما الاسترية غالبا في مثل هذه التفاعلات . [كوركيس وحسين ١٩٨٣] ويتم تحسين بعض الخواص الميكانيكية للبولي استر بإضافة بعض مواد التقوية مثل الاكاسيد او بعض انواع الالياف ، حيث تؤدي الى تحسين قيم المتانة ومقاومة الصدمة والمقاومة الكيميائية . [Kojy et., al. 2005] ومن مواد التقوية هي مادة اوكسيد التيتانيوم ، يعتبر هذا الاوكسيد مناسب للتطبيقات المعرضة للجو بسبب الخمول الكيميائي ، وثباته وعدم تغيير خواصه عند تعرضه للضوء ، ومقاومته للتآكل الكيميائي . عند إضافة اوكسيد التيتانيوم إلى البوليمر ونتيجة للخواص التي يتميز بها فإنه يكسبه مقاومة كيميائية ومقاومة للظروف الجوية من ضوء وحرارة كما يعتبر اوكسيد التيتانيوم من مواد الحشو Filler الاوكسيدي غير العضوي . بالإضافة إلى استخدامه كمثبت stabilizers فهو يستخدم أيضا كمادة ملونه colorant كونها تعطي اللون الأبيض للبوليمر المضاف له. واهم مميزاته مدرجة في الجدول التالي :

Properties of Tio ₂	Value
Specific gravity	3.8-3.9 4-4.2
Refractive Index	2.5 – 2.7
PH	6.5 – 8 7 – 8.2
Bulk density	0.7±0.2 1±0.2 [g/cm ³]
Water soluble matter	0.5% max
Oil absorption	20 – 25 g/100g

٣-الجزء النظري : Theoretical Part

تم حساب الكثافة الحقيقية للمترابك الناتج حسب قاعدة ارخميدس من المعادلة التالية [Jack et., al, 1978] :

$$\frac{W_1}{V_1} = \frac{W_2}{V_2} \quad \dots(1)$$

حيث يمثل W_1 و W_2 وزن المترابك الناتج ووزن الماء المزاح على التوالي ، V_1 ، V_2 تمثل حجم المترابك والماء المزاح على التوالي .

وتم حساب الكثافة حسب قاعدة الخلط من خلال العلاقة التالية [Shridhar 2000] :

$$\rho_c = \rho_r v_r + \rho_m v_m \quad \dots(2)$$

حيث ان ρ_r ، ρ_c ، ρ_m تمثل كثافة المترابك ومادة التقوية والمادة الاساس على التوالي ، v_r ، v_m تمثل الكسر الحجمي لمادة التقوية والمادة الاساس على التوالي وتم حسابه من المعادلة التالية [٢٠٠٧] :

$$v_r = \frac{\frac{w_r \%}{\rho_r}}{\frac{w_r \%}{\rho_r} + \frac{w_m \%}{\rho_m}} \quad \dots(3)$$

$$v_m = 1 - v_r \quad \dots(4)$$

اما المتانة النوعية للمترابك فتم حسابها من خلال المعادلة التالية [Valery et al.,2001] :

$$k_\sigma = \frac{\sigma}{\rho_c} \quad \dots(5)$$

حيث ان σ تمثل
للمترابك .

وتم حساب صلادة
: [١٩٨٥]

... (٦)

اجهاد الخضوع ، و K_c تمثل المتانة النوعية

برينيل من خلال المعادلة التالية [اشبي

$$H.B = \frac{F}{\frac{\pi}{2} D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

حيث تمثل F القوة المسلطة على النموذج ، D يمثل قطر كرة جهاز الصلادة ويساوي (10 mm) و d يمثل قطر الاثر .

٤- الجانب العملي :- Experimental Part

تم تحضير خمس عينات من البولي استر المسلح باوكسيد التيتانيوم وذلك باخذ اوزان محددة من اوكسيد التيتانيوم بمقادير (0.05 ، 0.1 ، 0.15 ، 0.2) gm و اضافتها الى 5ml من البولي استر ويصب في قالب الصب المستخدم وهو قالب من البلاستيك أبعاده (d=27mm) (h=10mm) ، ويخلط جيدا ويترك لفترة زمنية للتخلص من الفقاعات الناتجة عن تفاعل المادتين ، ثم إضافة كمية قليلة من المصلد (0.1 g/5ml) ويخلط جيدا ويترك ليتصلد . ثم يتم إخراج العينات من القوالب بعد إتمام تصليدها لاجراء الاختبارات عليها .

تم حساب اجهاد الخضوع من خلال منحنى الاجهاد الانفعال (stress – strain curve) ، اما بالنسبة لتشجيع العينات باشعة الـ (UV) فقد تم استخدام الاشعة ذات اللون الاخضر المزرق بطول موجي 500 μm ولمدة (٩٦) ساعة مستمرة .

٥- النتائج والمناقشة : Results and Discussion

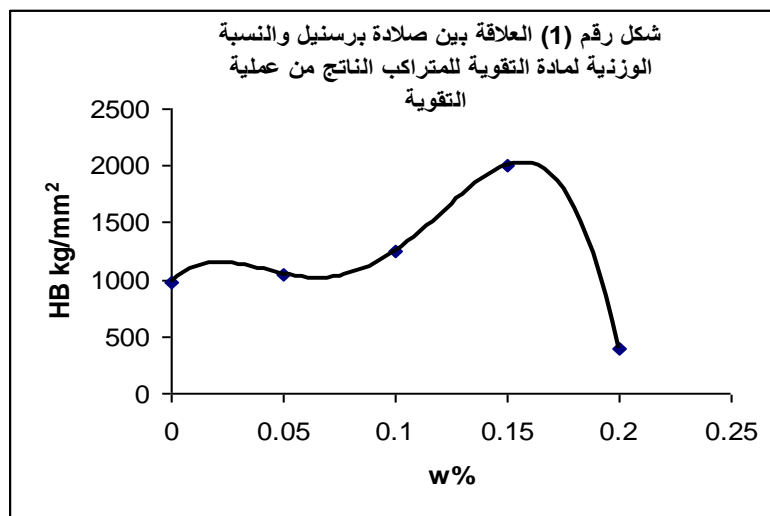
الشكل (1) يبين تأثير النسبة المئوية لاوكسيد التيتانيوم على صلادة البولي استر الغير مشبع اذ نلاحظ زيادة صلادة البوليمير مع زيادة نسبة اوكسيد التيتانيوم ويرجع ذلك الى طبيعة مادة اوكسيد التيتانيوم والذي يعتبر من المواد الصلدة المائلة وكما ان تغلغل دقائق الاوكسيد ما بين الجزيئات ايضا " يحد من حرية حركتها فيقلل من انسيابها تحت الاجهاد ولذا بزيادة نسبة الاوكسيد المضاف يقل قطر الاثر اثناء اختبار الصلادة ، كما نلاحظ انخفاض قيمة الصلادة عند زيادة نسبة اوكسيد التيتانيوم المضاف اعلى من (0.15%) يعود ذلك الى زيادة كمية الاوكسيد المتغلغل ما بين الجزيئات والذي يمنع من تكون الترابطات التشابكية اثناء التصلب (Curing) فتقل بذلك كثافة الترابطات التشابكية والتي تنعكس على قيمة الصلادة وتؤدي الى انخفاضها . [اشبي ١٩٨٥] والشكل رقم (2) يمثل تأثير النسبة المئوية لاوكسيد التيتانيوم على كثافة البولي استر حسب قاعدة ارخميدس [Jack 1978] ، والشكل رقم (٣) يمثل نفس التأثير على

كثافة البولي استر حسب قاعدة الخلط . اذ نلاحظ من الشكلين ارتفاع قيم الكثافة مع زيادة نسبة اوكسيد التيتانيوم المضافة وذلك يرجع الى كثافة الاوكسيد العالية والتي تتراوح بين ($3.8 - 4.2 \text{ g/cm}^3$) بالاضافة الى تغلغل الاوكسيد مابين الجزيئات مائلاً الفراغات البينية مما يؤدي الى زيادة كثافة البولي استر . كما نلاحظ من الشكلين (٢) و(٣) ان قيم الكثافة للعينات المشععة هي اقل من العينات الغير مشععة ويعود ذلك الى تأثير الاشعة فوق البنفسجية على الاواصر التي تؤدي الى كسرها نتيجة اثاره الاليكترونات وبالتالي تكوين جذور حرة وتحرر بعض الغازات . [كوركيس وحسين ١٩٨٣ & Cervenka et.,al 2002] . اما نتائج المتانة النوعية فيوضحها الشكل رقم (٤) ، حيث نلاحظ نقصان قيم المتانة النوعية بزيادة النسبة الوزنية للاوكسيد بسبب زيادة كثافة المتراكب ولنفس السبب السابق ذكره اما بالنسبة للمتانة النوعية بعد التشعيع فكانت زيادة المتانة النوعية للمتراكب بانخفاض قيم كثافة المتراكب ، حيث ان التشعيع يعمل على زيادة المتانة النوعية للمتراكب بسبب انخفاض قيم الكثافة بعد التشعيع [Valery et., al . 2001] .

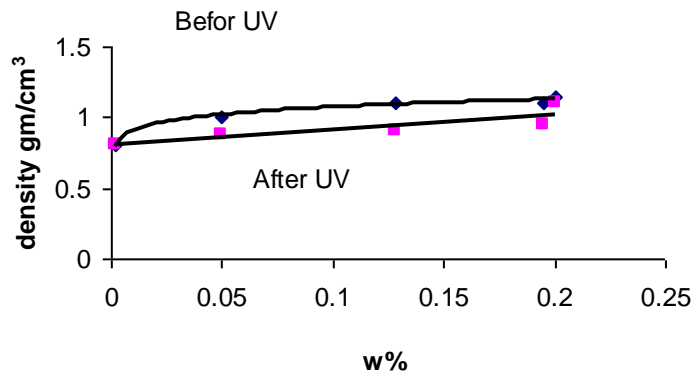
نستنتج من خلال الدراسة الحالية الحصول على متراكب بمتانة عالية يتم عن طريق زيادة النسبة الوزنية للمادة المائنة ، لكن بسبب ظهور بعض الصفات الغير مرغوب فيها في عمل المتراكب مثل ظهور الصلادة العالية والهشاشة العالية فيتم التقليل منها باضافة بعض الملدنات [كوركيس وحسين ١٩٨٣] . كما تم الحصول على اعلى قيمة للمتانة عند اعلى نسبة وزنية من اوكسيد التيتانيوم (0.2) والتي تمثل اقل قيمة صلادة . كما ان التشعيع مناسب لجعل مادة البولي استر تتأثر باشعة الـ UV حيث تعمل هذه الاشعة على زيادة المتانة النوعية للمتراكب الناتج عن طريق تقليل قيم الكثافة .

٦- الاستنتاجات **Conclusions** نستنتج من البحث الحالي ان :

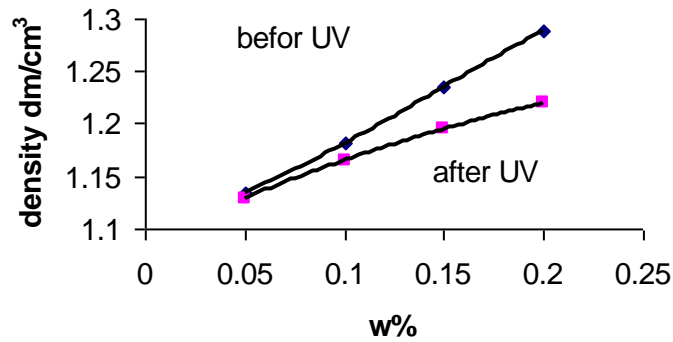
- ١- زيادة النسبة الوزنية للمادة المضافة يؤدي الى زيادة صلادة المتراكب.
- ٢- زيادة النسبة الوزنية للمادة المضافة يؤدي الى زيادة كثافة المتراكب ويمكن تقليل الكثافة لغرض زيادة المتانة النوعية للمتراكب بتأثير الاشعة فوق بنفسجية بثبوت اجهاد الخضوع .
- ٣- مادة اوكسيد التيتانيوم تعمل عمل المثبت والملدن لذلك فهي تعمل على زيادة متانة المتراكب ، وان اضافته بكميات قليلة جداً للمادة المركبة يضي عليها الكثير من الصفات المرغوب فيها كالتانة ومقاومة الظروف البيئية والمقاومة الكيميائية مما يجعله مهماً من الناحية الاقتصادية.



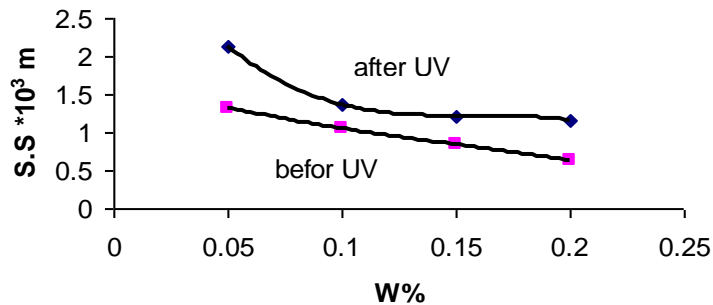
شكل رقم (2) العلاقة بين الكثافة والنسبة الوزنية لمادة التقوية حسب قاعدة ارخميدس للمترابك الناتج



شكل رقم (3) العلاقة بين الكثافة والنسبة الوزنية لأكسيد التيتانيوم للمترابك الناتج من عملية التقوية حسب قاعدة الخلط قبل وبعد التشعيع باشعة الـ UV



شكل رقم (4) العلاقة بين المتانة النوعية وكثافة المترابك الناتج من عملية التقوية



6- References:-

Aslan, Z.; Karakuzu, R. ; and Sayman,O;(2002),Dynamic Characteristics of Laminated Woven E-Glass-Epoxy Composite Plates Subjected to Low Velocity Heavy Mass Impact ,Journal of Composite Materials, No.1,36(21),pp.2421-2442.

Abid AL-Raheem K. (2000)"Stress Analysis of Laminate Fiber Reinforced Composite Cylinder" M.s.c. Thesis , Babylon University, College of Engineering,, Material Engineering Department.

Cervenka, A and Moore, D. R., (2002), "Future Requirements In The Characterization of Continuous Fiber- Reinforced Polymeric Composites", IUPAC Technical Report, Pure Appl. Chem., Vol. 74, No.4, pp.601-628.

Haneen Z. , (2002), "Micromechanics Analysis of Unidirectional Fiber Reinforced Material" , M. Sc. Thesis , Babylon University, College of Engineering,, Material Engineering Department.

Julio, F. Davalors, Pizhong Qiao and BRENT S. Trimble, (2001), "Conventional and Fracture Mechanics Tests for Evaluation of Wood- Fiber- Reinforced Plastic", Conference Proceeding Paper, pp.124-131.

Jack I., Stephen R., & Mechael E., (1978) , " Physical Chemistry Laboratory Principles and Experimental " , Mechanical Publishing CD., INC. New York.

Koji & Wataru & Kotoji (2005) " Particale/Sic Whisker Multi – Composite " Dep. of Energy & Safty Engineering Yokohama Nationa University.

Neha V. (2002) "The Manufacturing of Wet – Laid Hydro entangled Glass Fiber Composites for Industrial Applications " North Carolina University .

Shridhar Y., (2000), "Introduction to Composite, Center for Composite Materials", University of Delaware .

Valery V. and Evgeny V. , (2001) , "Mechanics and Analysis of Composite Materials", Amsterdam, London.

اشبي (١٩٨٥) "المواد الهندسية مدخل لخواصها وتطبيقاتها "

ال – ادم ، د.كوركيس عبد ، و كاشف الغطاء، د.حسين علي (١٩٨٣) " تكنولوجيا وكيمياء البوليميرات " جامعة البصرة.

الشمري ، هناء جواد (٢٠٠٧) " حسابات طاقة التصدع السطحية لبوليمير البولي اثيلين المدعم باللياف الزجاج والكاربون " ، رسالة ماجستير ، قسم علوم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة بابل .