دراسة خاصيتي الصدمة والصلادة لمواد مركبة من راتنج البولي أستر غير المشبع

* د. خالد حمدي رزيج ** د. بلقيس محمد ضياء *** عدنان رعد أحمد

*كلية التربية/جامعة تكريت
**قسم العلوم التطبيقية/الجامعة التكنولوجية
***كلية التربية/جامعة تكريت

الخلاصة:

تم تحضير المادة المتراكبة من إضافة القشور إلى راتنج البولي أستر غير المشبع، ودرست خواصها الميكانيكية بالاعتماد على مجموعة من المتغيرات تمثلت بنوع القشور المضافة وكسرها ألحجمي,إذ تم استخدام نوعين من القشور هي: دقيق الخشب، وقشور الرز، حيث تم إضافة كل من النوعين إلى راتنج البولي استر غير المشبع، كما تم دراسة الخواص الفيزيائية لمتراكب هجيني يتكون من قشور الرز والسليكا بعد مزجهما براتنج البولي استر غير المشبع لتكوين متراكب، وكان الكسر ألحجمي للقوالب التي تم أجراء الأختبارات عليها هو (V_f=60%) لجميع المواد المستخدمة ، و الاختبارات الميكانيكية التي تم دراستها هي (الصلادة، الصدمة)،وتبين من الدراسة ازدياد مقاومة الصدمة ونقصان قيم الصلادة بأرتفاع درجات الحرارة.

المقدمة:

سعى العالم نتيجة التطور الصناعي الذي شهده في كافة المجالات إلى إيجاد بدائل للمـــواد ذات الاستخدامات الصناعية المتعددة بحيث تكون تلك البدائل ذات مواصفات هندسية عاليـــة لايمكن توافرها في اية مادة طبيعية اخرى وذلك لاستخدامها في التطبيقات الصناعية المتعددة كالطائرات والرادارات والسفن والسيارات وغيرها[١].

وعلى الرغم من ان علم المواد المتراكبة يعد من العلوم الحديثة التي مازال الانسان يبحث فيها ويطورها، إلا إنها استخدمت منذ اكثر من (٥٠٠٠) سنة،إذ أن سكان وادي الرافدين هم أول من عرفها فقاموا بتسليح طبقات البناء بألياف القصب لبناء الزقورات وصناعة الأقواس [٢].

أما البابليون القدامى فقد استخدموا مادة الزفت والقش في تعبيد الطرق، ومادة القير في بناء الزوارق [٣] و استعمل السومريون القصب والبردي مع القار في بناء الزوارق [٤]. اما الاشوريون فقد بنوا الزقورات إذ قويت طبقات البناء الضخمة بألياف القصب [٥].

وتتميز المواد المركبة بما يأتي:

- انخفاض الكثافة.
- لاتحدث تفاعلا كيميائيا.
- لاتتاكل ولاتصدأ لهذا تستخدم في تصنيع أبدان السيارات.
- متانة عالية ووزن خفيف.
- كلفة التصنيع الواطئة[6].

الجانب العملي والنظري:

المواد المستخدمة في البحث تقسم الى قسمين:

١ . المادة الاساس: (Matrix Material)

تم استخدام راتنج البولي أسترغير المشبع (Up) كمادةة اساس في تحضيرالمادة المركبة ،وهو بشكل سائل شفاف متصلد حراريا قابل للمعالجة إلى الحالة الصلبة عند تصليده باضافة محلول مصلد (Hardener) شفاف اللون مع مادة محفزة على التفاعل كعامل مساعد ثانوي (Catalyst) وبعد فترة زمنية معينة بحدود(نصف ساعة) يبدأ التحول إلى مادة جيلاتينية (Gel) عند درجة حرارة الغرفة،علما ان المادة المصلدة المستخدمة هي عبارة عن مركب من بيروكسيد مثيل اثيل كيتون (MEKP) تضاف بنسبة (2 gm) لكل (100 gm) من الراتنج،اما المادة المعجلة لعملية التصلب فقد تم استخدام اوكتوات الكوبلت (Cobalt Octoate) تضاف بنسبة(0.5 gm) لكل(.100 gm) من الراتنج[٧].

٢. مواد التقوية: (Reinforcement Materials)

تم استخدام القشور(Flakes) كمادة تقوية للوسط الراتنجي(Up) وهي على نوعين:

- دقيق الخشب(Wood Flour)الناعم ذات الحجم الحبيبي الاكثر من (٢٠) والاقل من (٨٥٠) مايكرون،وتحديدا تم استخدام دقيق الخشب ذات الحجم الحبيبي(٥٠٠) مايكرون.

• قشور الرز(Rice Husk)الناعمة والذي ينقلب فيها(٢٥%)من وزن هذه القشور الى رماد(ash)خلال عملية الحرق والذي يعرف برماد قشرة الرز(Rice Husk Ash) والذي يحوي على(% ٩٠ – ٨٥) من السليكا غير المتبلورة.

وبالنسبة لعملية الصب وتحضير القوالب فقد تم استخدام الطريقة اليدوية(Hand – lay - up) في تحضير العينات،إذ تمت عملية الصب في قالب مصنوع من الحديد المغلون مكون من لوحين،اللوح الاول عبارة عن القاعدة بابعاد(30×30 cm2) والسمك يتراوح بين(3-2 mm)،إما اللوح الثاني فاستخدم كغطاء يوضع على اللوح الاول وبابعاد(29×29 cm2)،إما جوانب القالب فترتبط بالقاعدة بواسطة مثبتات ويعود السبب لاستخدام جوانب متحركة هو لسهولة رفع المصبوبة بعد جفافها،هذا ولابد من التاكد من نظافة القالب جيدا ووضع(الفابلون)على القاعدة العليا والسفلى لمنع التصاق المادة الراتنجية بالقالب،وعنددرجة حرارة الغرفة تترك المصبوبة لمدة(٤٨) ساعة لكي تجف وتتصلد بصورة نهائية وبعدها يتم تقطيع القالب على شكل عينات للاختبارات المراد اجراءها،حيث يتم تنعيم سطوح وحافات العينات قبل الاختبار للتخلص من العيوب السطحية بأستخدام ورق كاربيد الكالسيوم وبدرجات نعومة مختلفة وذلك بعد تثبيته في جهاز تنعيم دوار،اما عينات الاختبار (Test Specimens) فاشتملت على مايأتي:

عينات اختبار الصدمة (Impact Test Specimens)

تم تحضير عينات الصدمة بابعاد قياسية وهي(١٠×١٠mm) وبطول(55 mm) وهي عينات قياسية حسب المواصفات العالمية(ISO 179)،اما جهاز فحص الصدمة فكان من نوع جاربي(Charpy Impact Test) ،المصنع من قبل شركة (Testing Machines Inc. AMITYVILLE. New York)

عينات اختبار الصلادة (Hardness Test Specimens)

العينات التي تم استخدامها في هذا الاختبار ليست قياسية، فأي عينة من المادة المركبة تكون مناسبة لهذا الاختبار،اما جهاز فحص الصلادة المستخدم فكان المكبس الهيدروليكي من نوع (Ley Bold Harris No. 36110)

وفيما يخص نسب الاضافة(Addition Ratios)فقد تم تصنيع مركبات بكسر حجمي (Vf = 60%)

ولجميع النماذج المستخدمة،وذلك بالاعتماد على العلاقات الاتية[٨]:

$$\psi = \frac{W_f}{W_c} \times 100\% \quad \text{.....(1-1)}$$

$$W_c = W_f + W_m \quad \text{.....(1-2)}$$

$$\phi = \frac{1}{1 + \frac{1-\psi}{\psi}\frac{\rho_f}{\rho_m}} \quad \text{.....(1-3)}$$

إذ أن:

ψ: الكسر الوزني للقشور في المتراكب.

Wf، Wm، Wc: وزن القشور والمادة الأساس والمتراكب على التوالي.

ρ_m, ρ_f: كثافة القشور والمادة الأساس على التوالي.

ϕ: الكسر الحجمي للقشور في المتراكب.

وتحسب صلادة برنيل من المعادلة الأتية[٩]:

$$H.B = \frac{2F \times 0.102}{\pi D\left[D - \sqrt{D^2 - d^2}\right]} \quad \text{.....(1-4)}$$

حيث:

F: وحدة القوة المسلطة (KN)

d:وحدة قطر الاثر (mm)

D: وحدة قطر الكرة (mm)

D هو قطر الكرة الفولاذية المثبتة بحامل مناسب والمسلطة على عينة الأختبار ويقاس قطر الأثر الدائري (Circular Indentation) المتروك على السطح بعد إزالة الحمل بأستخدام عدسة مجهرية مدرجة [٩].

اما مقاومة الصدمة أو متانة المادة تعطى بالمعادلة الاتية [١٠]:

مقاومة الصدمة= طاقة الكسر/مساحة المقطع العرضي للعينة عند الكسر .....(1-5)

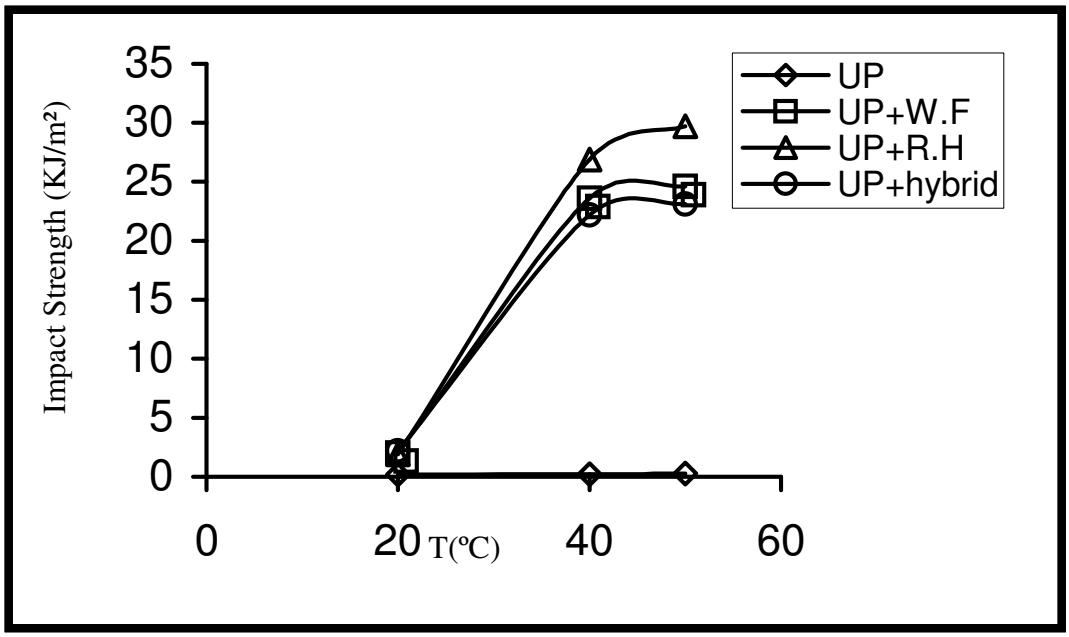
النتائج والمناقشة:

وفيما يأتي استعراض نتائج الأختبارات الميكانيكية (اختبارات الصدمة والصلادة) لعينات راتنج البولي أستر غير المشبع المدعم بالقشور وبدرجات حرارية مختلفة هي 20, (∓2 oC 40, 50)، مع الأخذ بنظر الاعتبار الكسر الحجمي (Vf) وحجم القشور التي تم أضافتها للقوالب الثلاث التي خضعت للاختبارات إبتداءاً بقالب دقيق الخشب (W.F) ومن ثم قالب قشور الرز (R.H) وأنتهاءاً بالقالب الثالث الهجين المكون من قشور الرز والسليكا ($R.H + SiO_2$) بالإضافة إلى ذلك فقد تم توضيح الأشكال البيانية الخاصة بكل أختبار من الأختبارات التي تم أجراءها مع عرض الجداول الخاصة بكل اختبار.

الجدول (١) يبين قيم متانة الصدمة لكافة النماذج عند درجات حرارية مختلفة.

نوع المادة	**Impact Strength** (Mpa)		
	$20 \mp 2^{o}C$	$40 \mp 2^{o}C$	$50 \mp 2^{o}C$
Up	0.16	0.23	0.28
Up+W.F	2.0	23.6	24.6
Up+R.H	1.9	26.9	29.7
Up+Hybrid	2.2	22.2	23.1

وبعد الاطلاع على النتائج نلاحظ أن الطاقة اللازمة لكسر مادة البولي أستر غير المشبع الغير المقوى تكون أقل مما هي عليه في حالة التدعيم بالقشور، وتعزى الزيادة في طاقة الكسر للمواد المركبة إلى تحمل القشور جزءاً من الإجهاد الصدمي وعمل هذه القشور كمعوقات لتقدم الكسر، وتعتمد هذه الإعاقة على مدى قوة السطح البيني بين القشور ومادة الوسط وذلك لأنتقال الكسر خلال السطح البيني (حول القشرة) في حالة عدم تمزق القشرة، وكذلك تعتمد هذه الإعاقة على النسبة الوزنية للقشور وطريقة توزيعها خلال المادة الأساس[١، ١١، ١٢].



الشكل(١) يوضح العلاقة بين مقاومة الصدمة (I.S) مع درجات الحرارة للمواد المستخدمة

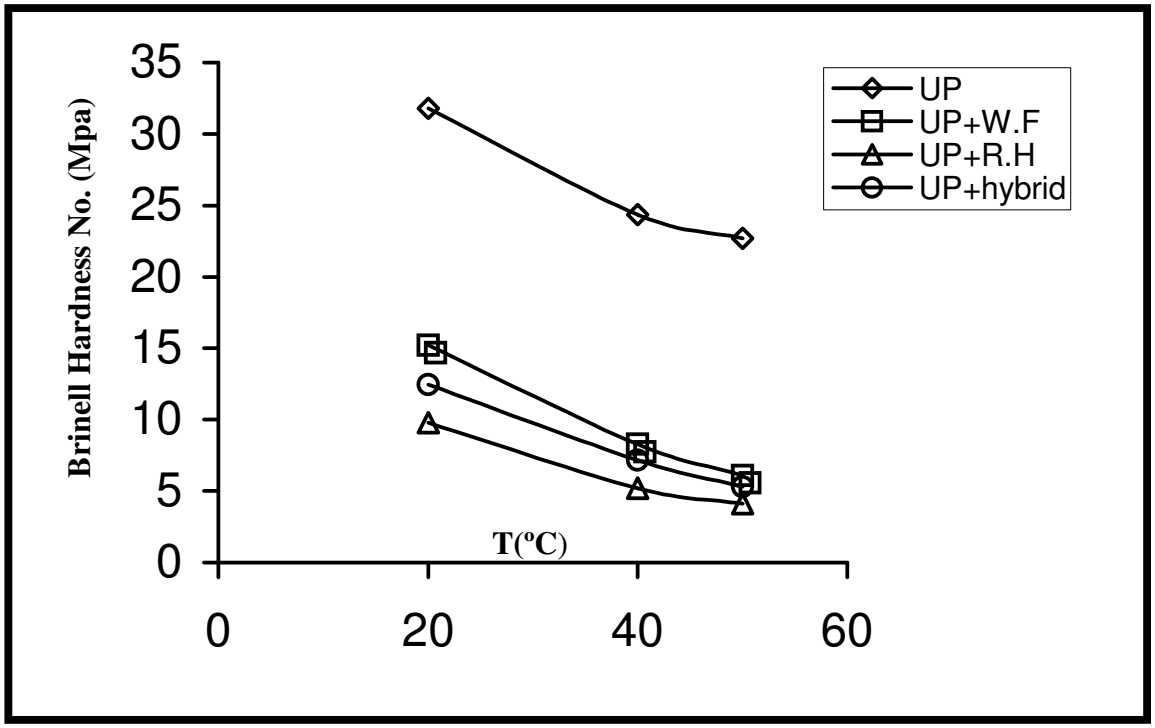
ويظهر لنا من الشكل (١) ازدياد مقاومة الصدمة بارتفاع درجات الحرارة وذلك نتيجة ارتخاء الأواصر بين جزيئات المادة وحركتها أنزلا قياً مما يعطيها إمكانية امتصاص جزء من الطاقة مما يؤدي إلى زيادة الطاقة اللازمة للكسر [١٢].

وكذلك تم استخدام طريقة برينل (Brinell) لإجراء اختبار الصلادة لجميع النماذج وعند درجات حرارية شملت^{o}C 2∓ (20, 40, 50).

الجدول (٢) يبين قيم صلادة برينل للنماذج التي تم استخدامها في درجات حرارية مختلفة.

نوع المادة	Brinell Hardness No. (Mpa)		
	$20\mp2^{o}C$	$40\mp2^{o}C$	$50\mp2^{o}C$
Up	31.80	24.36	22.71
Up+W.F	15.2	8.3	6.1
Up+R.H	9.78	5.19	4.1
Up+Hybrid	12.46	7.16	5.3

والشكل (٢) يوضح تغير قيم الصلادة للمواد المستخدمة.



الشكل (٢) يوضح تاثير اختلاف درجات الحرارة على قيم الصلادة للمواد المستخدمة.

تم التوصل الى أن قيم الصلادة للنماذج المستخدمة قلت بأرتفاع درجة الحرارة ويعزى ذلك إلى تحول راتنج البولي أستر غير المشبع من الشكل الهش الصلد إلى الشكل اللين، بسبب ارتخاء الأواصر وحركة الجزيئات المربوطة بها، وبالتالي ضعف مقاومتها للتخدش والفرز [١٢].

Abstract:

In this research composite materials were prepared from unsaturated polyester resin with different types of flakes (wood flour and rice husk), also a hybrid was prepared using the two kinds mentioned above and silica after mixed with unsaturated polyester resin for produsedcomposite , with the almost the same volume fraction($V_f = 60\%$).

Mechanical properties were studied including (Hardness, Impact strength), they study revaled that the(Impact strength) increased,and (Hardness No.) decreased in hiegh temperature degree.

References:

[1] Hull, D., "An Introduction to Composite Materials", First Published, Cambridge University Press, U.K., (1981).
[2] M.O.W. Richardson, "Polymer Engineering Composites"; (1987) Applied Science pub. London.
[3] P.A Thonton and V. Jcolangelo, "Fundamental of Engineering Materials", Prentic-Hall, Inc (1985).
[4] M.O.W Richardson, "Polymer Engineering Composites"; (1977) Applied Science pub LTD, London.
[5] United Nations Industrial Development Organization, advanced in Material Technology Monitor, Issue No. 5, December, (1985), pp.(59-61).
[6] Mare Andrew Meyers and Krisham Kumar Chawal, "Mechanical Behavior of Materials", Prentice Hall, Newjersy, (1999).
[٧] Ivor H. Updegraff, "Hand Book of Composites", Van Nostrand Reinhold Company Inc., Edited by George Kubin, (1982).
[٨] R. Kleinhdz & J. Molinir "Vetrotex Fiber Work", (1986), P. 13.
[9] د.ج. ديفيز، ل. ا. اويلمان، ترجمة د. جعفر طاهر الحيدري والسيد عدنان نعمة، "المعادن بنيتها وخواصها ومعاملاتها الحرارية" الجامعة التكنولوجية، (١٩٨٩).

[10] عارف أبو صفية، "الميتالوجية الفيزياوية الهندسية"، الجامعة التكنولوجية، قسم هندسة الانتاج والمعادن، (١٩٩٤).
[١1] J. S. Wu, K. Friedrich, and M. Grosso, "Composites", Vol. 20, No. 3, May, (1989), PP. (223-233).
[١2] R.J. Crawford "Plastic Engineering", 2nd Edition, Pergamon Press, New York, (1987).