

Abstract:

This study has been conducted to investigate a theme that has a crucial interest in most industrial applications, it is the discipline of composites in general and polymer blends in particular.

In this investigation, the development of composite materials was achieved in two steps. The first, by the hybridization of the resin matrix with different elastomers to prepare binary polymer blends, these blends have been synthesized by mixing either of (NBR, SBR and BR) with each of the (EP) and (UP). The second step is reinforcement of the blended matrices with 30% of two types of fibers. The first, was the E-glass fibers alone while the second was by utilizing a hybrid of E-glass fibers with Kevlar fibers (type-49).

Different weight percentages (5, 10, 15, ..., 50)% of those elastomers were mixed with each of EP and UP. The optimum mixing ratios (OMR) of those blends have been selected depending on achieving acceptable macro miscibility, best adhesion between two phases and highest impact strength (I.S) of the resulting blends. It was found that the values of (I.S) increased gradually with increasing of rubber content until its maximum value (OMR), and then it goes down as the percentage of the elastomer increases.

Based upon the above-mentioned criterion, five blends with (OMR) were prepared : EP/NBR(80/20)% , EP/BR(70/30)% , UP/NBR (90/10)% , UP/SBR (90/10)% , UP/BR (90/10)%, while (SBR-EP) was excluded due to the noticed phase separation at all ratios of mixing; then ,these blends were reinforced with single and hybrid fibers.

To give a complete description about the behavior of those blends and their composites under different stresses, some mechanical and physical tests were carried out. The group of mechanical tests included:

- impact behavior
- tensile and pull-out characteristics
- compressive strength
- rebound hardness
- bending properties and young's modulus
- flexural strength and shear stress
- creep behavior

On the other hand, the physical tests group comprised the determination of

- diffusion coefficient (D) of water, (0.5N HCl) and (0.5N NaOH)
- thermal conductivity (K)
- dielectric constant (ϵ_r)

تطوير ودراسة متراكبات بوليمرية ذات أسس ممزوجة

الخلاصة:

جاءت خطة الدراسة الحالية لتبحث في موضوع له من الأهمية في اغلب التطبيقات الصناعية ما يكفي للتركيز عليه والتوغل في محاوره الأ وهو موضوع المواد المتراكبة بشكل عام والخلانط البوليمرية بشكل خاص.

أذ استخدمت آليتان لتطوير المواد المتراكبة المحضرة تميزت الأولى بتهجين المادة الأساس وتحضير خلانط بوليمرية ثنائية (binary polymer blends) بخلط كل من راتنجي الايبوكسي (EP) والبولي استر غير المشبع (UP) مع مواد طرية مطاطية (elastomers) تمثلت بالأنواع الثلاثة (مطاط الأكريلونايترايل - بيوتاديين NBR ومطاط الستايرين- بيوتاديين SBR ومطاط البيوتاديين BR) ، في حين تضمنت الآلية الأخرى تهجين مادة التسليح باستخدام هجين من الياف الزجاج نوع (E) والكفلر نوع (49) ومقارنة النتائج المستحصلة منها مع حالة التدعيم المنفرد باللياف الزجاج فقط وبنفس الكسر الحجمي لللياف الذي قدره (30%).

وبعد خلط كل من الراتنجات اعلاه مع المواد المطاطية بنسب وزنية مختلفة شملت (5,10,15,...., 50%) لكل نوع على حدة، فحصلت حالة أمتراجيتها ومدى تجانسها عيانياً وبعد اجراء اختبار الصدمة على تلك الخلانط تم التوصل الى أفضل نسبة خلط سميت (Optimum Mixing Ratio, OMR) والتي أختيرت على أساس امتلاك الخليط عندها امتراجية مناسبة وخصائص مورفولوجية جيدة واعلى مقاومة للصدمة (I.S).

فقد لوحظ ان قيمة (I.S) تزداد تدريجياً مع زيادة المحتوى المطاطي لكل خليط حتى تصل الى قيمتها القصوى عند نسبة معينة من الخلط ومن ثم تبدأ بالتناقص تدريجياً مع زيادة حجم الطور المتشتت حيث يحدث الانفصال الطوري (phase separation) بين الطور المطاطي والطور الاساس الراتنجي ، و نتيجة لهذا تم التوصل الى خمسة خلانط بوليمرية ذات أفضل نسبة خلط (EP/NBR,80/20%)، (EP/BR,70/30%)، (UP/NBR,90/10%)، (UP/SBR,90/10%)، (UP/BR,90/10%) في حين حدثت حالة الانفصال الطوري عند جميع نسب الخلط لمطاط (SBR) مع راتنج الايبوكسي . وبعد تحديد الخلانط الخمس المذكورة اعلاه جرى تسليحها باللياف مفردة وهجينة فحضرت عشرة متراكبات صفائحية (laminates) جديدة ودرست خواصها وسلوكياتها المختلفة وقورنت النتائج .

ولاعطاء وصف متكامل عن سلوكية تلك الخلانط ومتراكباتها تحت تأثير اجهادات مختلفة، أجريت مجموعة من الاختبارات الميكانيكية وهي الصدمة والشد والانسحاب والانضغاط ومعامل المرونة ومقاومة الانحناء والصلادة والزحف ، كما أجريت عليها مجموعة من الاختبارات الفيزيائية تضمنت حساب معاملات الانتشار لبعض الاوساط كالماء والمحاليل (HCl, NaOH) بعيارية (0.5N) لكليهما الى داخل تلك المواد، كما شملت حساب معامل التوصيل الحراري وثابت العزل الكهربائي ، وقد تم تكرار بعض من هذه الاختبارات بعد غمر النماذج في الماء لازمان دورية لمدة ثلاثة أشهر لدراسة سلوكية تلك المواد بعد تعريضها للاوساط المائية.

وقد بينت نتائج هذه الدراسة ان مقاومة الصدمة تزداد بعدة مرات عن قيمتها للراتنجات النقية قبل عملية الخلط وهذا مما يوسع من مدى تطبيقاتها في مختلف المجالات. وقد لوحظ بالوقت الذي ازدادت فيه المتانة لتلك الخلانط ذات نسبة الخلط المثلى انها قد حافظت على الخواص العامة لاساساتها الراتنجية ولم تفقدها صلابتها وحساسيتها للتآكل (المقاومة للمياه المالحة) فقد تمكنت من كثافة

منخفضة ومتانة عالية بشكل عام وقد بينت المتراكبات الهجينة مقاومة صدمة وشد أعلى من تلك للمتراكبات المسلحة باللياف الزجاج بمفردها ولكنها أظهرت مقاومة انضغاط أوطأ بالمقارنة معها ، وقد أظهرت نتائج اختبار الانسحاب للالياف بان الياف الكفل تتطلب قوة اكبر من الياف الزجاج لسحبها من المادة الاساس، وبشكل عام فان قوة السحب لكلا نوعي الالياف من راتنج الايبوكسي وخلانطه اعلى من تلك لراتنج البولي استر وخلانطه مما يشير الى قوة الالتصاق الجيدة بين راتنج الايبوكسي وهذين النوعين من الالياف.

كما أبدت المتراكبات الهجينة معاملات مرونة أعلى ومقاومة أكبر للانحناء وفي نفس الوقت تميزت باجهادات قص اعلى (مقاومة القص للطبقات الداخلية) ولكنها ذات صلادة أقل نسبياً من تلك لقرينتها. أما معدلات الزحف وأزمان الاسترخاء فقد تأثرت بعدة عوامل منها نوع بوليمري الخليط وخصائصهما ومدى التصاقهما وطبيعة السطح البيني بين كلا الطورين للمادة الأساس نفسها من جانب وحالة الترابط بين مادة الوسط (الخليط) ومادة التسليح من جانب آخر.

اما فيما يتعلق بتأثيرات الغمر بالماء على السلوك الصدمي للخلانط ومتراكباتها وانعكاسه على قيم الصلادة ومعامل المرونة التي تمثل مقياساً لجسائتها (stiffness) فقد وجد ان مقاومتها للصدمة تزداد في المراحل الاولى من الغمر نتيجة تلدن المادة بعدها تعود الى التناقص قليلاً ، اما قيم الصلادة ومعامل المرونة فهي تتأثر سلباً بمقدار معين يختلف وفقاً لطبيعة الخليط او المادة المتراكبة.

وفيما يخص تأثيرات الغمر في الماء والمحلولين الحامضي والقاعدي فقد برز سلوك الماء كعامل ملدن (plasticizing agent) بشكل واضح على خواص الخلانط ومتراكباتها ، اما المحلول الحامضي HCl فلم يؤثر بمقدار واضح يمكن تمييزه على طبيعة تلك المواد بينما أدى المحلول القاعدي NaOH الى تدهور خلانط راتنج البولي استر وتحللها (degradation) بصورة ملحوظة في حين وجد ان خلانط راتنج الايبوكسي تستطيع مقاومته بصورة جيدة خلال هذه الفترة من الغمر.

أما نتائج اختباري معامل التوصيل الحراري (K) وثابت العزل الكهربائي (ϵ_r) فقد لوحظ ان قيم (K) تزداد بعد عمليتي الخلط والتسليح لكلا الراتجين ، اما قيم (ϵ_r) فانها تتناقص قليلاً بعد الخلط ولكنها تزداد بعد التسليح ويعود السبب في هذا الى وجود الطور البيني مابين مكونات المادة.

The results of this study proved that although the (I.S) of the blends has increased several times compared with that of EP and UP, the blends have maintained the general properties of their resin matrices. This investigation also shows that the single and hybrid composites are recognized by their low density and high toughness.

The hybrid composites have showed higher (impact, tensile, Young's modulus and flexural) strengths but lower hardness and compressive strength compared with that of the single composites.

Creep behavior tests were showed that the creep rates ($\dot{\epsilon}$) of blends will be dramatically decreased after the reinforcement with single and hybrid fibers.

The pull-out test results illustrate that both of the used fibers require more force to be pulled from EP compared with UP and also show Kevlar fibers have better adhesion to EP and UP compared with E-glass fibers.

The effect of water, HCl and NaOH on the blends and composites has been investigated in this study and it is shown that water acts as a plasticizing agent for these materials, but alkaline solution has led to the degradation and deterioration of the (UP) blend, while acidic solution has no notable effect on the blends and composites.

The test results of thermal conductivity (K) and dielectric constant (ϵ_r) show an increase in (K) for both blends and composites and slight decrease in (ϵ_r) for blends but increase for composites.