جامعة البعث - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة التصميم والإنتاج– السنة الخامسة

سلم امتحان مقرر المواد المركبة

الفصل الثاني - العام الدراسي ٢٠٢٣-٢٠٢٤

==========

السؤال الأول (60 درجة)

١. عدد ميزات المواد المركبة ٦ درجات

- تبدي خواص مختلفة على المحاور الاحداثية
- سهولة الحصول على الأشكال المعقدة
- خفة الوزن
- مقاومة حرارية عالية في حالة المادة ذات الاساس السيراميكي
- مقاومة التعب والزحف
- مقاومة تشكل التشققات
- مقاومة كيميائية في حالة المواد ذات الاساس البوليميري

كما تقبل الاجابات المكافئة
١. امكانية تصنيع الاشكال المعقدة والاحجام الكبيرة
٢. ذات مردود اقتصادي
٣. ممتاز استخدام كجزء وقطع هندسية بخواص ميكانيكية وتكنولوجية جيدة بالاضافة
٤. يمكن ان تتم صناعتها لتحقق مواصفات معينة حسب الطلب

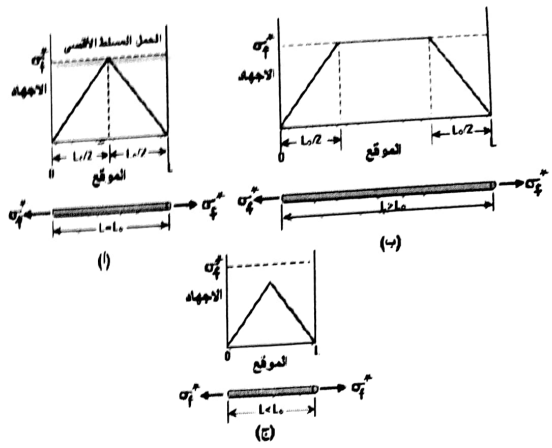
٢. عدد أنواع الفشل في المواد المركبة تحت تأثير حمولات الشد ٣ درجات

- انهيار الليف
- انهيار المادة الاساس
- انزلاق الليف من المادة المركبة

٣. عرف الطول الحرج لليف في المواد المركبة واكتب العلاقة التي يحسب وفقاً لها وارسم أشكالاً توضح تأثير طول الليف (يساوي أ اكبر أو أصغر من الطول الحرج) على قدرة المادة المركبة على تحمل الحمولات المطبقة ١٥ درجة ١٠ درجات

الطول الحرج هو الطول اللازم لتحمل أعلى اجهاد ممكن أن تتحمله المادة المركبة

$$l_c = \frac{\sigma_f \cdot d}{2 \cdot \tau_c}$$



شكل(12-5) العلاقة بين الإجهاد-الموقع عندما يكون طول الليفة l (أ) مساوياً الى الطول الحرج l_c، (ب) أكبر من الطول الحرج، (جـ) أقل من الطول الحرج في المواد المركبة المقواة بالألياف والمعرضة إلى إجهادات شد مساوية الى صلابة الشد للألياف σ_f^*.

٤. اذكر دلالات الاختصارات التالية المتعلقة بالمواد المركبة : ١٠ درجات

PMCs: مواد مركبة ذات أساس بوليميري polymer matrix composites

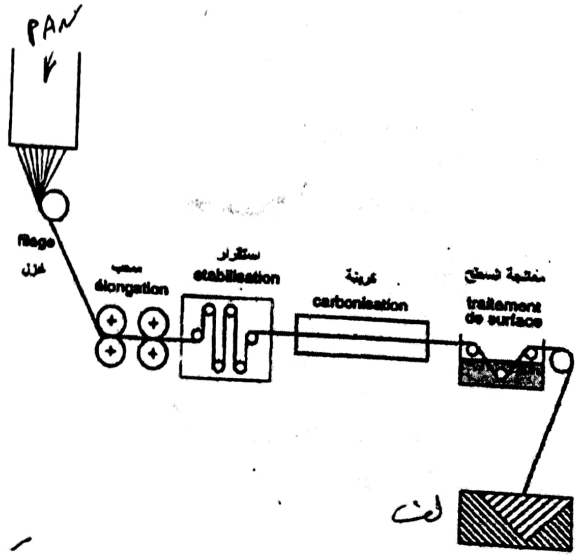
MMCs: مواد مركبة ذات أساس معدني metal matrix composites

CMCs: مواد مركبة ذات أساس سيراميكي ceramics matrix composites

IMCs: مواد مركبة متعددة المعادن intermetallic composites

ARALL: aramid reinforced aluminium laminat

٥. أوضح مع الرسم طريقة إنتاج ألياف الكربون. ١٠ درجات



المادة الأولية PAN

مرحلة غزل الالياف

مرحلة السحب

مرحلة الاستقرار وهي معالجة تمهيدية تحت تأثير الحرارة حيث يتم تسخين الألياف بالهواء الساخن 200-300 C° لمدة 12-13 min حيث تسمح عمليتي التسخين والابقاء هذه بأكسدة الألياف وتعديلها كيميائياً وإعادة ترتيب الروابط الذرية وتحويل الرابطة الذرية الخطية إلى رابطة أكثر استقراراً وقوة وهنا يجب التحكم بدرجة الحرارة مع الانتباه إلى أن هذه التحولات تولد حرارة يجب أن نتحكم بها لتجنب التسخين الزائد للألياف

مرحلة الكربنة بالتسخين التدرج حتى 1100C° في وسط خامل بدون أوكسجين حتى لا تحترق الألياف وفي حال أريد الحصول على ألياف ذات معامل يونغ أعلى فإنه تجري عملية التفحيم الغرافيتي بالتسخين حتى 2000 – 3000 C°

عملية المعالجة السطحية ضمن حمض الآزوت لإعطاء الألياف خواص أفضل من حيث الخشونة السطحية والخواص الميكانيكية

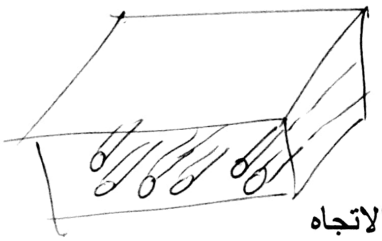
٦. عدد حسنات ألياف الزجاج ٥ درجات
- مقاومة عالية على الشد
- قساوة ومقاومة احتكاك عالية
- ثبات عالي لتغير الابعاد
- امكانية امتصاص الاجهادات
- الرجوعية العالية
- خفة الوزن
- مقاومة التآكل
- السعر المنخفض
- مقاومة الحريق
- مقاومة الكيماويات والأشعة

٧. تحدث عن أثر طبيعة التدعيم على خواص المادة المركبة ١٠ درجات

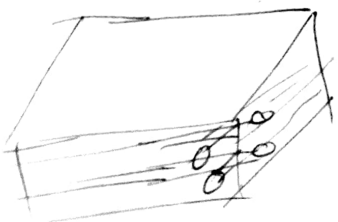
تعتمد خواص المادة المركبة على طبيعة توجيه وتوزيع الألياف وطول الألياف فيها وتوصف المادة عادة بأنها Anisotropic أي غير متجانسة الخواص في الاتجاهات المختلفة أو Isotropic أي متجانسة الخواص في الاتجاهات المختلفة

وتكون المادة المركبة المدعمة بالألياف

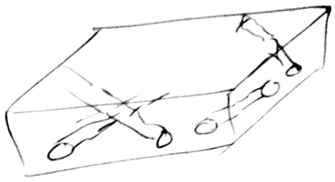
١. مادة غير متجانسة الخواص وحيدة الاتجاه



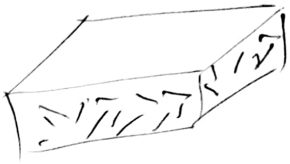
٢. مادة غير متجانسة الخواص ثنائية الاتجاه



٣. مادة مدعمة بالألياف الطويلة المبعثرة عشوائياً غير متجانسة الخواص



٤. مادة مدعمة بالألياف القصيرة المبعثرة عشوائيا متجانسة الخواص



٨. أوضح طريقة القولبة بالقوة النابذة لصناعة المادة المركبة ذات الأساس البوليميري ٦ درجات

١. يتم عادة استخدام مادة التدعيم على شكل ألياف قصيرة أو نسيج من ألياف طويلة والبولي استر كمادة رابطة
٢. إدخال تدريجي للمواد الأولية إلى القالب الاسطواني الدائر وتغلغل المادة الأساس ضمن الألياف الممددة داخل القالب تحت تأثير القوة النابذة التي تنتج عن دوران القالب بسرعة تصل إلى ١٥٠٠ دورة في الدقيقة
٣. يستمر الدوران والتغذية بالمادة الأساس حتى الوصول على السماكة المطلوبة
٤. ثم يستمر الدوران حتى نهاية التصلب
٥. يمكن التسخين لتسريع عملية التصلب عن طريق هواء ساخن أو أشعة
٦. بعد التصلب تنكمش القطعة مما يسهل إخراجها من القالب

السؤال الثاني: (٢٠ درجة):

علل

١. إضافة بعض الاكاسيد إلى المكون الاساسي لالياف الزجاج

لتعديل البنية الشبكية لاوكسيد السيليكون ولتحسين قابلية التشغيل

٢. المقاومة العالية على الشد للالياف

بسبب توجيه الجزيئات في الاتجاه الطولي للالياف

٣. الصفات والخواص العالية لالياف الكربون مقارنة بالياف الزجاج

بسبب أن طبقات الكربون تسعى لأن تكون موازية لمحور الالياف وتشكل ما يعرف بنسيج الكربون والذي ينتج عن طبيعة الرابطة المشتركة بين الذرات وتكون الرابطة بين الطبقات هي

رابطة فاندرفالس مما يمكن طبقات الكربون من الانزلاق بسهولة على بعضها البعض في حين يكون تماسك الذرات قوياً في الاتجاه المحوري

٤. إجراء عملية الاستقرار تحت تأثير الحرارة عند إنتاج ألياف الكربون

لأن عمليتي التسخين والإبقاء تسمحان بأكسدة الالياف وتعديلها كيميائيا وإعادة ترتيب الروابط الذرية وتحويل الرابطة الذرية الخطية إلى رابطة أكثر استقرارا وقوة.

٥. إجراء عملية المعالجة بحمض الآزوت لسطح ألياف الكربون عند تصنيعها

لإعطاء الالياف خواص أفضل من حيث الخشونة السطحية والخواص الميكانيكية لتجنب تشكل العيوب السطحية والتشققات المجهرية الصغيرة التي يمكن أن تسبب فشلاً في عمل الالياف ضمن المادة المركبة

٦. تغطى ألياف الكربون بطبقة زجاجية عند استخدامها مع المعادن

يجب عزلها كهربائيا لتجنب ظاهرة التآكل الغلفاني

٧. قوى المقاومة الفعلية للمادة المركبة أقل من تلك المحسوبة نظرياً

بسبب وجود تشققات أو صدع أو عيوب في المادة المركبة وخصوصاً في أماكن التلامس بين المادتين الأساس والمقوية

٨. عدم القدرة على ضمان أن تكون نسبة الالتصاق والتماسك بين الألياف والمادة الأساس ١٠٠%

وجود فقاعات هواء تفصل بينهما أو وجود تعرج بالليف أو سيولة منخفضة للمادة الأساس تمنع تغطية كامل مقطع الليف أو اختلاف التوتر السطحي بين المادتين وبالتالي عدم قدرة المادة الأساس على التبليل

٩. دهن القالب بمادة جيل-كوت في طريقة القولبة اليدوية

لإعطاء نعومة وجمالية لسطح المادة المركبة

١٠. تفضيل طريقة القولبة بالتفريغ على طريقة القولبة اليدوية

لأنها تضمن التوزيع المتجانس للمادة الرابطة على جميع أنحاء المادة المركبة وتضمن الالتصاق الجيد مع المادة المقوية والتخلص من جميع أشكال الفقاعات الغازية

==========

نهاية السلم

مع التمنيات القلبية بالنجاح والتخرج

مدرّس المقرر

د.م. ماهر الابراهيم