

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد بوضياف - المسيلة

ميدان : علوم المادة
فرع: الكيمياء
تخصص: كيمياء البيئة

كلية : العلوم
قسم : الكيمياء
رقم:...../ 2019

مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر أكاديمي

إعداد الطالبة: بن شنيت جميلة

تحت عنوان

تحضير ودراسة خصائص مادة مركبة ذات مصفوفة
من الفينيل استر مقواة بنفايات معدنية
لمصنع أنابيب مغرب والياف نباتية (نبات لحفاء)

امام لجنة المناقشة :

رئيسا	جامعة المسيلة	دقفل نبيل
مشرفا ومقررا	جامعة المسيلة	بن يحي عز الدين
مناقشا	جامعة المسيلة	نوري العايب

السنة الجامعية: 2019/2018

فهرس المحتويات

شكر و عرفان

الفهرس

قائمة الجداول

قائمة الاشكال

1

المقدمة

الفصل الأول

المواد المركبة والألياف النباتية

3

I. 1. المواد المركبة

3

I. 2. الألياف

3

I. 1.2. أنواع الألياف وتصنيفها

4

I. 1.2. 1. الألياف الإصطناعية

5

I. 1.2. 1. 1. الألياف الزجاجية

5

I. 1.2. 1. 1. 2. أنواع الزجاج

5

I. 1.2. 3.1. نقاط الضعف في انتاج الزجاج

5

I. 1.2. 1. 1. 4. انواع الاحجام في تكوين منسوجة الزجاج

6

I. 1.2. 2. الألياف الطبيعية

6

I. 1.2. 1. 2. 1. ألياف طبيعية ذات أصل حيواني: (ألياف بروتينية)

6

I. 1.2. 2. 2. ألياف طبيعية من مصدر معدني

7

I. 3.1.2. الألياف النباتية

7

I. 3.1.2. 1. مميزات الألياف النباتية

7	I . 2. 3.1.2. الإيجابيات والسلبيات للألياف النباتية كمقويات للمواد المركبة
7	I . 3. 3.1.2. مكونات بعض الألياف النباتية
8	I . 3. نبات الحلفاء
8	I . 3.1. خصائص نبات الحلفاء
9	I . 4. المصفوفات
9	I . 4. 1. أنواع المصفوفات
9	I . 4. 1. 1. المصفوفات العضوية (<i>matrices organiques</i>)
9	I . 4. 1. 2. المصفوفات المعدنية (<i>Matrices Métalliques</i>)
10	I . 4. 1. 3. المصفوفات الخزفية (<i>Matrices céramiques</i>)
10	I . 5. مواد التقوية (Renfort)
10	I . 6. النفايات
11	I . 6. 1. أنواع النفايات
11	I . 6. 1. 1. النفايات الصناعية السائلة (المرتبطة بالماء)
11	I . 6. 1. 2. النفايات الصناعية الصلبة
11	I . 6. 1. 3. النفايات المشعة
12	I . 6. 2. تأثير النفايات الصناعية على البيئة
12	I . 7. تحضير المواد المركبة
13	I . 7. 1. طريقة تحضير المواد المركبة
13	I . 7. 2. مراحل القولبة
13	I . 7. 3. شروط تحضير المركبات لتحضير المركبات يجب مراعاة الشروط التالية
14	I . 7. 4. مجالات استعمال المركبات

14	8. I .راتنج الفينيل استر
14	1. 8. I .تعريف ومفاهيم
14	2. 1. 8. I .انتاج الفينيل استر vinylesters
15	3. 1. 8. I .المحفز
15	4. 1. 8. I .خصائص الفينيل استر

الفصل الثاني

الطرائق والاجهزة المستعملة

18	تمهيد
18	1. II .مصنع انابيب المغرب MPI
18	1. 1. II .الموقع
18	2. 1. II .التعريف بالمصنع MPI
18	3. 1. II .المواد الاولية المستعملة لدى مصنع انابيب المغرب MPI
18	1. 3. 1. II .الراتنجات
18	1. 1. 3. 1. II .انواع الراتنجات
19	2. 1. 3. 1. II- خصائص الراتنجات
19	2. 3. 1. II .ألياف الزجاج
19	1. 2. 3. 1. II .انواع الالياف الزجاجية
19	2. 2. 3. 1. II .استخدامات الالياف الزجاجية
19	3. 3. 1. II .رمل السيليكا
20	4. II .طريقة تحضير المواد المركبة
20	1. 4. II . تحضير القالب
21	2. 4. II . تحضير النفايات
21	3. 4. II . تحضير الحلفاء
21	4. 4. II .-تحضير الخليط

25	II. 8. الاجهزة المستعملة والاختبارات
25	II. 8. 1. جهاز اختبار الثني
26	II. 8. 2. جهاز الأشعة تحت الحمراء (FTIR)

الفصل الثالث

النتائج ومناقشتها

29	III. 1. التحليل بالأشعة تحت الحمراء
30	III. 2. 3. طيف الأشعة تحت حمراء لنبات الحلفاء الغير معالجة
31	III. 1. 2. طيف الأشعة تحت الحمراء لراتنج الفنيل استر الغير مقوى
31	III. 2. 3. طيف الأشعة تحت راتنج الفنيل استر مقوى بنفايات الزجاجية الرملية
31	III. 2. 4. طيف الأشعة تحت حمراء لراتنج الفنيل استر المقوى بمزيج من النفايات الزجاجية الرملية والياف (نبات الحلفاء الطبيعية)
32	III. 2. اختبار الثني
32	III. 1. 2. راتنج الفنيل استر (FVE)
33	III. 2. 1. راتنج الفنيل استر مقوى بنفايات الالياف الزجاجية (FVD)
34	III. 3. 1. راتنج الفنيل استر مقوى بنفايات الالياف الزجاجية الرملية (FVDS)
34	III. 1. 4. راتنج الفنيل استر مقوى بنفايات الالياف الزجاجية الرملية مع الياف نبات (الحلفاء الغير معالجة) (FVDSA)
38	خلاصة عامة

قائمة الأشكال

الصفحة	عنوان الشكل
3	الشكل (1) لبنية المادة المركبة
4	الشكل (2) انواع الالياف وتصنيفها
6	الشكل (3) يوضح صورة لانواع الالياف الزجاجية
7	الشكل (4) تصنيف الالياف النباتية حسب مصدرها
9	الشكل (5) نبات الحلفاء
13	الشكل (6) مراحل القولبة
15	الشكل (7) البلمرة المشتركة لراتنجات البوليستر القائمة على الستيرين
16	الشكل (8) دورة البلمرة لراتنج البوليستر
18	الشكل (9) موقع مصنع انابيب المغرب
19	الشكل (10) انواع الراتنجات المستعلة مع الالياف الزجاجية
20	الشكل (11) كيفية استخدام رمل السيليكا
21	الشكل (12) مراحل اعداد النفايات
21	الشكل (13) الياف نبات الحلفاء الطبيعية
23	الشكل (14) كيفية خلط المواد المركبة
23	الشكل (15) كيفية وضع الخليط على القالب
25	الشكل (16) العينات بعد نزعها من القالب وترميزها

25	الشكل(17) كيفية قياس العينات
25	الشكل(18) جهاز اختبار الثني
27	الشكل (19) جهاز الاشعة تحت حمراء FTIR
30	الشكل(20)يمثل منحني بياني للاشعة تحت الحمراء لالياف نبات الحلفاء الغير معالجة
30	الشكل (21)منحني بياني للاشعة تحت حمراء لراتنج الفنيل استر
31	الشكل(22)يمثل منحني بياني لطيف الاشعة تحت حمراء لنفايات الالياف الزجاجية الرملية
32	الشكل(23) منحني بياني لطيف الاشعة تحت حمراء لمزيج من انفايات الالياف الزجاجية الرملية والياف نبات (الحلفاء الطبيعية)
33	الشكل(24) (اجهاد-تشوه) للعيينة (FVE0)
33	الشكل(25) (اجهاد-تشوه) للعيينة FVD604
34	الشكل(26) (اجهاد-تشوه) للعيينة FVDS604
34	الشكل(27) (اجهاد-تشوه) للعيينة FVDSA501
35	FV/FVD الشكل(28)منحني للاعمدة البيانية للمركب
35	الشكل(29)منحني للاعمدة البيانية للمركبات FV/FVDS
36	لشكل(30)منحني للاعمدة البيانية للمركبات FV/FVDS A
37	الشكل(31)يمثل منحني، للاعمدة، البيانية، للمركبات المختلفة FV/FVD/FVDS/FVDSA

قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجدول
4	الجدول (1) أنواع الألياف الإصطناعية
7	الجدول(2) الإيجابيات والسلبيات للألياف النباتية
8	الجدول(3) المركبات الكيميائية لبعض الألياف النباتية
10	الجدول (4) انواع الراتينجات
15	الجدول (5) يوضح خصائص بعض الراتنجات البوليستر غير مشبعة السائلة
16	الجدول(6) الخصائص الميكانيكية لراتنجات الفينيل استر:
20	الجدول(7) قياس القالب للعينات الخاصة لاختبار الثني
22	الجدول(8) يوضح كتل مواد المحضرة.
24	الجدول(9) العينات للمركب(FVD)
24	الجدول(10) ترميز العينات للمركب(FVDS)
24	الجدول(11)ترميز العينات للمركب (FVDSA)
29	الجدول (12) اطياف التحليل بالاشعة تحت حمراء

قائمة الاختصارات

A:الحلفاء

ASTIM:اختبار الامريكي لتحليل المواد المركبة

CMO: مواد مركبة ذات مصفوفة عضوية

CMC: مواد مركبة ذات مصفوفة خزفية

CMM: مواد مركبة ذات مصفوفة معدنية

D:النفائات

F:اختبار الثني

FV:اختبار الثني لراتنج استر

FVD:اختبار الثني لراتنج الفينيل استر مع نفائات .

FVDS: اختبار الثني لراتنج الفينيل استر مع نفائات الرملية .

FVDSA: اختبار الثني لراتنج الفينيل استر مع مزيج من نفائات الرملية

FTIR: جهاز طيف الاشعة تحت الحمراء

GRP:انظمة انابيب المغرب

MPI:مصنع انابيب مغرب

PVC: راتنج بولي فينيل كلوريد

S:الرمل

TP: الراتنج المرنة حراريا

TD: الراتنج المتصلبة حراريا

UP: راتنج بولي استر غير مشبع

•
VE: راتنج الفينيل استر

الملخص :

هذا العمل يعتمد على تطوير مواد مركبة ذات أساس من الفينيل أستر مدعم بالنفايات الناتجة عن مصنع (أنابيب مغرب). تم تحضير ثلاث أنواع من العينات: العينة الأولى مصفوفة الفينيل مدعمة بنفايات الزجاج بنسب وزنية 10 ، 20 ، 30 ، 40 ، 50 % . الثانية مصفوفة الفينيل مدعم بنفايات زجاجية رملية بنفس النسب الوزنية المذكورة أعلاه الثالثة مصفوفة من الفينيل مقوى بمزيج من النفايات الزجاجية وألياف الحلفاء. من بين الاختبارات المستعملة، اختبار FTIR، اختبار الثني ذو ثلاث نقاط. الاختبارات الميكانيكية أظهرت تحسن كبير في الكفاءة الميكانيكية للعينات المدعمة بالنفايات مقارنة بالراتنج غير المدعم. حيث بلغت أقصى قيمة للإجهاد 81.8 MPa للعينة (FVDSA50) بزيادة تقدر ب 20,53 % مقارنة بعينة الراتنج غير المدعم. كذلك بالنسبة لمعامل يونغ للثني حيث بلغت قيمته 183.21 MPa بزيادة تقدر ب 89,52 % مقارنة بعينة الراتنج غير المدعم. وبالتالي يمكن القول أن هذا النهج يمكن أن يوفر قدرات تنبؤ جيدة ويفتح آفاقاً لتحسين هذه المواد.

الكلمات المفتاحية: النفايات، مواد مركبة، الثني، فينيل أستر، الإلتصاق.

Abstract :

Ce travail se basé sur le développement de matériaux composites à base de vinyl ester renforcés par les déchets générés par l'usine (ANABIB MEGHREB).

Trois types d'échantillons ont été préparés

Le premier échantillon est une matrice de vinyle renforcée par des déchets de verre de 10, 20, 30, 40 et 50%.

Le deuxième échantillon est une matrice de vinyle renforcée par des déchets de verre-sable.

Le troisième est une matrice de vinyle ester renforcé avec un mélange de déchets de verre et de fibres Alfa.

Les tests utilisés : IRTF, test de flexion en trois points.

Les résultats mécaniques ont montré une amélioration significative en comportement mécanique du matériau renforcé par les déchets par rapport à la résine neutre.

La valeur de contrainte maximale était 124 MPa pour l'échantillon avec une augmentation de 20%. Le module de Young était de 147 avec une augmentation de 45 par rapport à l'échantillon xxx. On peut donc affirmer que cette démarche peut fournir de bonnes capacités de prédiction et ouvre des perspectives d'amélioration de ce matériau.

Mots clés : déchets, composite, flexion, vinyl ester, adhésion.

المقدمة

تعتبر المواد المركبة من المواد الهامة المستعملة في المجال الصناعي (السيارات ، سفن، الطيران ، الفضاء وغيرها لأنها تتمتع بخصائص فيزيائية ، و ميكانيكية عالية ،صلابة قوية ،خفة في الوزن ، قلة التكلفة، صديقة للبيئة [1]

ونضرا ، لاهمية المواد المركبة وانتشارها ومع ما تتميز من ايجابيات الا ان لديها بعض السلبيات مثل عدم التوافق بين الخاصيتين الهيدروفيلية ،والهيدروفوبية الموجودة في المصفوفة البوليميرية ومواد التقوية حيث ان هذه الاخيرة محبة للماء بينما الراتنجات كارهة للماء ،مما يؤدي الى التصاق ضعيف بينهما وينعكس على الكفاءة الميكانيكية للمركب ،ومن اجل هذا نحتاج في بعض الحالات ، الى استعمال مواد مساعدة على الرابط بين الالياف والمصفوفة .

لقد اهتمت الجزائر في السنوات الاخيرة بالمواد المركبة بغية التوسيع من مجالات استعمالها، حيث ظهرت العديد من المصانع التي تستعمل لهذا الغرض، ومن بينها، مصنع انابيب المغرب المتواجد في مدينة المسيلة .

يهدف هذا البحث الى تطوير المواد المركبة ، ذات الاساس من الالياف النباتية (نبات الحلفاء غير معالجة) والمصفوفة المتصلبة حراريا (فينيل أستر)، وكذلك الى تثمين النفايات الخاصة بمصنع انابيب المغرب الناتجة عن التصنيع.

ينقسم هذا البحث الى ثلاثة فصول

الفصل الاول المواد المركبة ،والالياف النباتية ،

الفصل الثاني المواد والاجهزة المستعملة،

الفصل الثالث يتناول النتائج ومناقشتها،

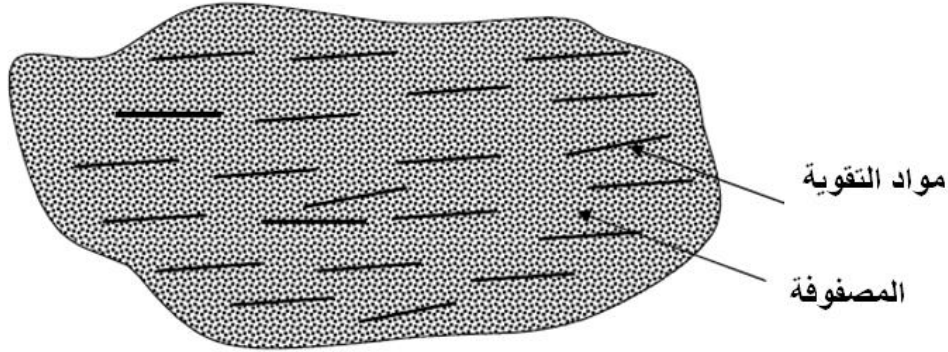
وفي الأخير خلاصة عامة.

الفصل الأول

المواد المركبة والألياف النباتية

1.I. المواد المركبة

المواد المركبة هي مواد تتكون من مواد التقوية ،(الألياف) التي تتحكم في الخصائص الميكانيكية ومن المواد الرابطة (المصفوفات) التي يتمثل دورها في ضمان الالتصاق بين مكونات مواد التقوية الاندماج (الشكل 1). والالتصاق الجيد بين المصفوفة وألياف التقوية يتطلب وجود مواد إضافية كما تسمح هذه الأخيرة أيضا بتغيير مظهر وخصائص المواد المركبة (اللون ,العزل الحراري أو الصوتي).
تملك المواد المركبة العديد من المميزات: خفة الوزن, المقاومة الميكانيكية والكيميائية , العزل الحراري والكهربائي , مرونة في التصميم وغيرها [2].



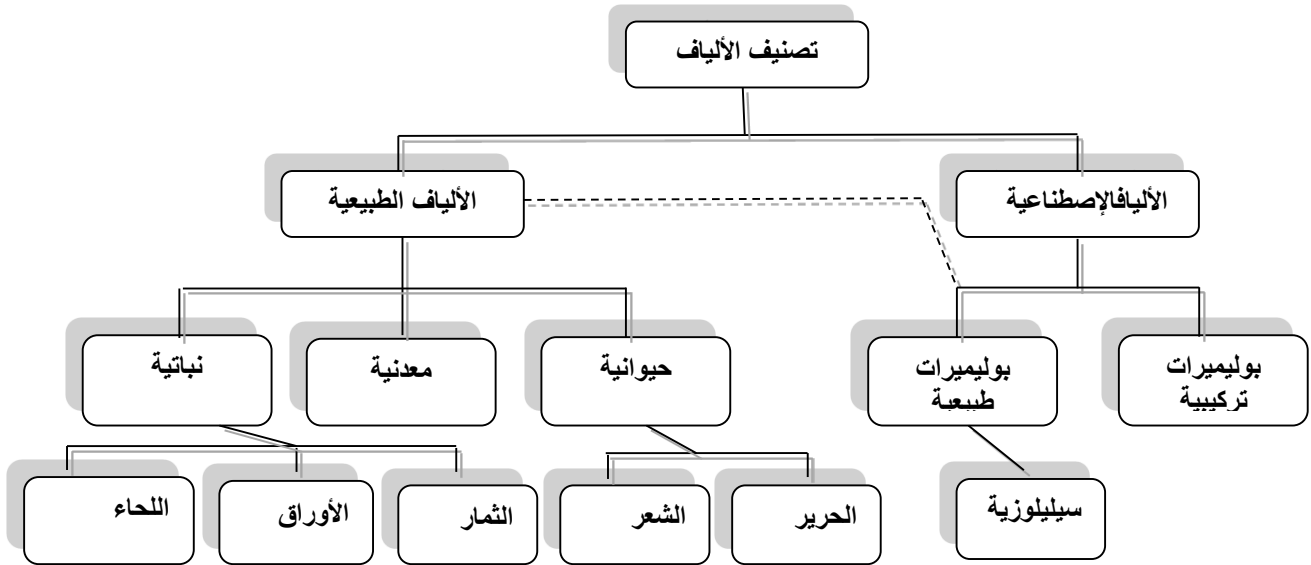
الشكل.(1) بنية المادة المركبة ومكوناتها[3]

2. I. الألياف:

الألياف هو مصطلح يطلق على المواد التي تكون على شكل حبال أو خيوط طويلة ذات أقطار صغيرة جدا تتراوح من (3μm - 10μm) [4]، وهي تستعمل في تقوية المركبات البوليميرية ، ومن أهمها نجد الألياف النباتية ،الألياف المعدنية ،الألياف الحيوانية ، والألياف الاصطناعية، و لها خواص ميكانيكية متميزة مثل مقاومة الإجهادات ،الصلابة وخاصة العزل ضد الصوت والحرارة.

1.2.I. أنواع الألياف وتصنيفها:

تنقسم الألياف بشكل أساسي إلى ألياف طبيعية، وألياف اصطناعية كما هو موضح في الشكل (2)، تتميز الألياف الطبيعية بشكل عام بخواص معينة، فهي تتفكك بيولوجيا ، ويمكن الحصول عليها من مصادر متجددة ، بينما تتميز الألياف الاصطناعية بقوتها، متانتها، قلة تكلفتها، وإمكانية أكبر لتعديل خواصها وتركيبها الكيميائي. إن بنية الألياف الطبيعية والاصطناعية مختلفة تمامًا، لكن بالإمكان أن نقوم بهندسة الألياف الاصطناعية بحيث تصبح تشبه الألياف الطبيعية [5].



الشكل (2) انواع الاللياف وتصنيفها[5]

I.1.2.1. الألياف الاصطناعية:

وهي تعتمد على مصادر بتر وكيميائية وذلك بتشكيل البوليمرات على شكل خيوط تمتاز بمقاومة شديدة للتشوه قوة شد عالية، ضعف إمتصاصها للرطوبة ولها درجة تبلور ، عالية، من أمثلة هذه الألياف البولي أستر مع العلم أنه توجد عدة أصناف من الألياف الاصطناعية [6]، ومن بينها الأصناف الموضحة في،

الجدول (1) أنواع الألياف الاصطناعية

الألياف الاصطناعية	
ألياف تركيبية: synthétique	ألياف طبيعية: synthétique naturels
<ul style="list-style-type: none"> • بولي أميد • بولي إستر • بولي فينيل • بولي أوليفين Polyolefin 	<p>ألياف سيليلوزية :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ألياف الفيسكوز • ألياف الحرير الصناعي • ألياف أكسيد النحاس النشاردي
	<p>ألياف بروتينية تركيبية :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ألياف الكازين • ألياف الفول السوداني • ألياف الصويا
	<p>ألياف بروتينية أخرى :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ألياف المطاط الطبيعي • ألياف السيليكات • ألياف السيليكا

- تدخل الألياف الاصطناعية في تكوين معظم البوليميرات المستعملة في الصناعات الحديثة ولذلك يجب الحرص على أنها تتمتع بصفات فيزيائية وكيميائية معينة [7] مثل:
- وجود قوى جزيئية عالية بين سلاسل البوليميرات .
 - درجة الانصهار والتلين عالية نسبيا.
 - يجب أن تكون الألياف مقاومة للاشتعال ، غير سامة وغير مسببة للحساسية.

I. 1.2. 1.1 . الألياف الزجاجية

الألياف الزجاجية هي الياف مصنوعة ، يتم الحصول عليها من الرمل (السيليكا) والمواد المضافة (الألومينا ، كربونات الجير ، المغنيسيا ، أكسيد البورون)، يذوب خليط رمل السيليكا عند 1200 درجة مئوية ويمكن الحصول على أنواع مختلفة من الزجاج، لتطبيقات ميكانيكية ذات كفاءة عالية [26]

I. 1.2. 1.1 . 2. أنواع الزجاج:

زجاج C لـ التطبيقات الكيميائية .

الزجاج D للتطبيقات العازلة.

يتشكل الزجاج لتعزيز رئيسي للمنتجات المركبة الكبيرة

ويستخدم في أكثر من 95 ٪ من المواد المركبة.

يتم اعداد الزجاج بسرعة عالية لتشكيل مستمر يتراوح، قطره من 10 إلى 50 μ .

I. 1.2. 3.1 . نقاط الضعف في إنتاج الزجاج:

حساسية عالية للتآكل ، الشحنات الكهربائية وسوء التوافق مع الراتنج ، الطريقة الاسهل لتفادي نقاط الضعف هي في تكوين منسوجة.

. 1.2. 4. 1.1 . أنواع الاحجام في تكوين منسوجة الزجاج :

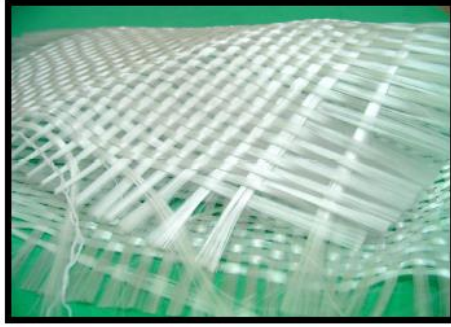
- حجم النسيج للسماح للنسيج، أنها تنطوي على لزوجة .

شعيرات ، تلبين أو الاستاتيكية..

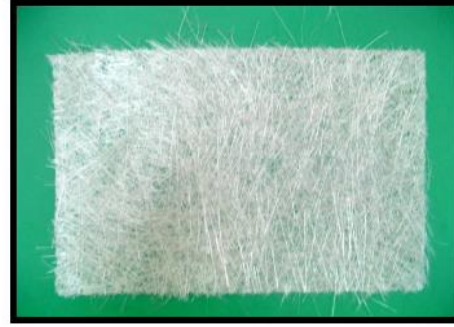
- حجم البلاستيك أو نيش الذي يتكون من إيداع عامل الجسور .



a – Roving de verre



b – Tissu de verre



c – Mat de verre

الشكل (3) انواع الالياف الزجاجية

I. 1.2.2. الألياف الطبيعية:

هي أقدم الألياف استعمالا وأوسعها انتشارا، تعتبر المصدر الثابت والمتجدد للألياف و تتوفر من مصادر طبيعية ، ويمكن تصنيفها إلى ألياف حيوانية ، معدنية ونباتية.

I. 1.2.2.1. ألياف طبيعية ذات أصل حيواني (ألياف بروتينية):

هي الألياف التي يكون مصدرها حيواني وأساس هذه الألياف عبارة عن بروتينات وأهم هذه الألياف الحيوانية :صوف شعر الجمل، شعر الماعز، ألياف الفرو، الحرير، حرير العنكبوت.

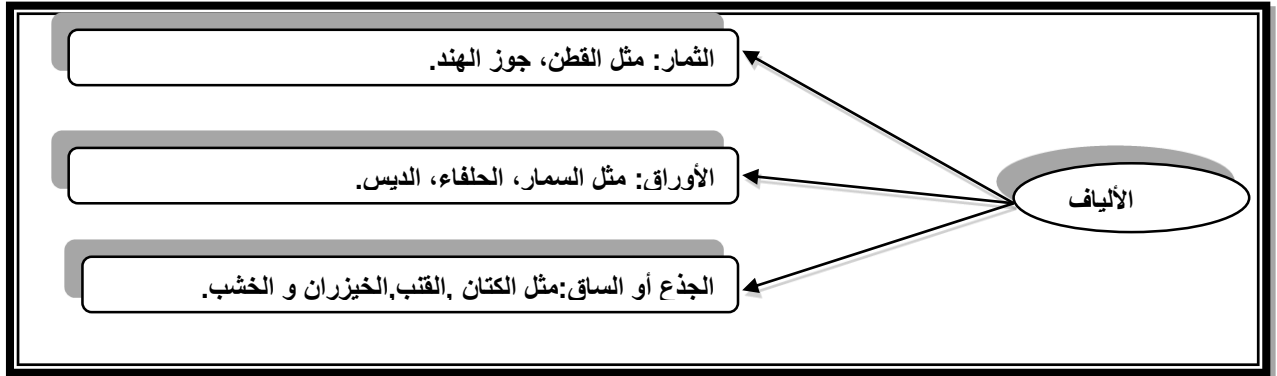
I. 1.2.2.2. ألياف طبيعية من مصدر معدني :

وهذه المجموعة محدودة الأهمية و يعتبر الأسبستوس (Asbestos) أهم هذه الألياف والذي يؤخذ من صخور

طبيعية.

3.1.2.I الألياف النباتية .:

يمكن للألياف النباتية أن تندرج من أقسام مختلفة من النباتات: الثمار، الأوراق، الساق أو من الجذور



الشكل(4) تصنيف الاليف النباتية حسب مصدرها [7].

I . 3.1.2. 1. مميزات الألياف النباتية:

تمتلك الألياف النباتية العديد من المميزات منها:

- القدرة على التجديد (recyclable)
- القدرة على التخزين
- كثافتها الضعيفة تعتبر ورقة رابحة في خفة وزن المواد المقواة بها خصوصا في مجالات النقل (السيارات، السفن، الطائرات...).
- قابلية التحلل تجعلها مفيدة للبيئة [8].

I . 3.1.2. 2. الإيجابيات والسلبيات للألياف النباتية كمقويات للمواد المركبة:

هناك دراسات أثبتت أن المواد المركبة المقواة بالألياف الطبيعية أكثر توافق مع البيئة منها بالنسبة المقواة بالألياف التركيبية كما أنها تستهلك طاقة أقل، بالإضافة إلى خفة وزن الألياف مما يسمح باستهلاك أقل للوقود وبالتالي أقل تلوث وهو ما يميز هذا النوع من الألياف النباتية .

الجدول (2) الإيجابيات والسلبيات للألياف النباتية [9-10].

الإيجابيات	السلبيات
✓ تكلفة ضعيفة.	✓ امتصاص الماء.
✓ تحلل حيوي.	✓ ألياف غير ثابتة الأبعاد.
✓ لا إثارة جلدية أثناء التعامل مع الألياف.	✓ تغير النوعية والخواص بناء على بيئة النشأة والمناخ.
✓ لا يشكل رماد عند الحرق.	✓ ألياف متباينة الخواص.
✓ مصادر قابلة للتجديد.	✓ طريقة التخزين (بعيدا عن الحرارة وأشعة الشمس وطريقة توضعها)
✓ مقاومة وصلابة.	
✓ العزل الجيد للحرارة والصوت.	

I. 3.1.2. 3. مكونات بعض الألياف النباتية:

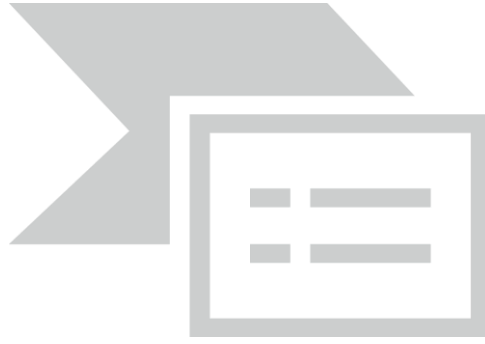
إن مكونات الألياف النباتية ونسبها تلعب دور مهم في تغيير خصائصها ، وتعتبر أهم مكونات ألياف السيليلوز الذي يعتبر المكون الغالب والرئيسي في جميع الألياف حيث تتراوح نسبته من 28% إلى 85% يأتي بعد ذلك اللجنين (20%-45%) والهيميسيليلوز (0.15%-38%) اللذان يلعبان دور الرابط بين ليفات السيليلوز ونظرا لأهمية هاته المكونات قام العديد من الباحثين بدراسة وتحديد المركبات الكيميائية للألياف النباتية الجدول (3) يوضح المركبات الكيميائية لبعض الألياف النباتية.

الجدول (3) المركبات الكيميائية لبعض الألياف النباتية [11].

نوع الليف	السيليلوز (%)	اللجنين (%)	الهيميسيليلوز (%)	البكتين (%)	رماد (%)	السيليس (%)
<i>fibres de pailles</i> ألياف التين						
القمح	35-29	21-16	27(26-32)	-	9-4.5	7-3
الشعير	34-31	15-14	(29-24)	-	7-5	6-3
<i>periliberiennes</i> ألياف بيرليبيريان						
الحلفاء	38-33	19-17	32-27	-	8-6	-
ألياف القصب	44.75	22.8	20	-	3	2
<i>fibres de centrales</i> ألياف مركزية						
الكتان	47-43	23-21	16(26-24)	2.3	5	-
جوز الهند	43-36	45-41	0.25-0.15	1.9	10.2-2.7	-
<i>fibres de feuilles</i> ألياف الورق						
الاناناس	82-70	12-5	18	-	0.9-0.7	-
الموز	65-60	10-5	8-6	-	4.7	-
<i>fibres de graines</i> ألياف الحَب						
نسالة الفطن	85-80	-	3-1	-	2-0.8	-

I.3. نبات الحلفاء

تعرف هذه النبتة باسم (Stipa Tenacissima) وأيضاً معروفة باسم الحلفاء ومن مميزاتا أن سيقانها طويلة تصل إلى حوالي متر. وتعتبر الحلفاء من النباتات الشوكية السهبية المقاومة للحرارة والجفاف حيث تساعد أوراقها الشوكية في التقليل من عملية النتح لأن مساحة سطح هذه الأخيرة صغيرة جداً وهذه الخاصية تساعد على تخزين الماء بكميات معتبرة مما ساعدها في النمو في المناطق الحارة، وتأخذ مساحة 04 ملايين هكتار من إجمالي السهوب ، تنمو نبتة الحلفاء تلقائياً في المناطق الجافة والقاحلة وتتكاثر خاصة في فصل الربيع ونجدها في أفريقيا الوسطى وأيضاً في بعض المناطق الأخرى مثل إسبانيا وجنوب الجزائر عين الملح ، بوسعادة ، المسيلة ، المعاصيد ، الجلفة ...



الشكل (5) نبات الحلفاء الطبيعية

I.3.1. خصائص نبات الحلفاء :

- سهولة الحصول عليها ونزعها بوسائل بسيطة .
- شكل سيقانها وأوراقها الذي جعل الإنسان يستعملها في صناعات تقليدية وغيرها. مثل صناعة الورق، الدكياس....الخ.
- خصائصها الميكانيكية الممتازة منها مقومة القطع ومقاومة الشد .
- وزنها خفيف

I . 4. المصفوفات:

المصفوفة هي الرابط الذي يسمح بتثبيت الألياف ويضمن الارتباط الميكانيكي بينها وتقسّم إلى ثلاثة أقسام: عضوية، خزفية ومعدنية. كما أن للمصفوفة وظائف متعددة حيث تضمن الارتباط بين الألياف، تحفظها بداخلها ، كما أنها تضمن حماية للألياف ضد التأثيرات الخارجية للمركب (فيزيائية، كيميائية) [12].

I . 4. 1. أنواع المصفوفات:

هناك نوعين أساسيين من الراتنجات المستعملة حاليا وكل منها يحمل خصائص مختلفة تماما عن الآخر: المرنة حراريا والمتصلبة حراريا [13].

I . 4. 1. 1. المصفوفات العضوية: (*matrices organiques*)

أ/ المصفوفة المرنة حراريا (*TP*):

هذا النوع من المصفوفات تتكون من جزيئات خطية كبيرة والتي يمكنها أن تتحرك فيما بينها عندما نرفع من درجة الحرارة في وجود طاقة حرارية تتحول المصفوفة من حالة صلبة إلى حالة مرنة، مثال على ذلك متعدد كلوريد الفينيل (PVC) ومتعدد الإثيلين، وهذا التحول عكوس [14].

ب/ المصفوفة المتصلبة حراريا (*TD*) :

تستعمل مع الراتنجات المتصلبة حراريا (*TD*) عموما الألياف الطويلة، يتصلب هذا النوع من الراتنجات مرة واحدة أثناء التسخين وفق الشكل المرغوب فيه ، هذا التحول لاعكوس [15].

الراتنجات المتصلبة حراريا الأكثر استعمالا هي :

➡ راتنج بولي أستر (*UP*):

الراتنج المتعدد الأستر غير مشبعة وهومن بين الراتنجات الأكثر استعمالا في المركبات ذات الانتشار العالي ، الذي يتصلب تحت تأثير المحفزات وفعل الحرارة ، سلبياته إنبعث بخار الستيرين أثناء البلمرة وصعوبة التخزين [16].

➤ راتنج إبوكسيد:

يعتبر الأكثر استعمالاً في مجال الفضاء, وهو من أحسن المواد إلتصاقاً مع غالبية الدعامات الليفية كما أن طريقة معالجته بسيطة ، إلا أن سلبته الوحيدة هي ارتفاع ثمنه [17].

➤ الراتنجات لفينولي (فينول بلاست) :

تتحصل على الراتنجات الفينولية بواسطة التكاثر المتعدد للفينول والفورمول, وهي هشّة , تتأثر بالرطوبة و صعوبة الاستعمال, وهي جد اقتصادية [18,19].

➤ راتنج فينيل استر: *Résine vinylester*

الفينيل استر هي عبارة عن مشتقات عديد الاستر وحمض الأكريليك, وهي تتحمل التآكل لكنها قابلة للاحتراق [20].

أخصائص الميكانيكية لأهم المصفوفات العضوية ملخصة في الجدول (4) وهي خصائص المصفوفات المتصلبة حراري [12].

الراتنج	الكتلة الحجمية (Kg /m ³)	معامل المرونة E(MPa)	معامل الشد (Mpa)	معامل الاستطالة القطع (%)	تأثير درجة الحرارة (°C)
راتنج متعدد الاستر	1.1	3.1- 1.9	60-50	3-1	110
راتنج الإيبوكسيد	1.4-1.1	3	110-50	8-3	100-150
راتنج فينيل استر	1.1	3.5-3.4	85-70	5-1	140-100
راتنج متعدد الأמיד	1.5-1.4	10-4	40-30	1>	300-150
راتنج فينولي	1.3	7-3.8	50	1.5-1	150-110

I. 4. 1. 2 المصفوفات المعدنية: *Matrices Métalliques*

هذا النوع من المصفوفات أخذ حيز كبير في مرحلة ما قبل التصنيع في العديد من المواد المركبة مثل الألمنيوم وخلائطه , النيكل, التيتان تعطي ناقلية جيدة للكهرباء وللحرارة فضلا عن ذلك فهي تملك خصائص ميكانيكية جيدة, لكن تكلفتها جد مرتفعة [21].

I. 4. 1. 3 المصفوفات الخزفية: *Matrices céramiques*

المواد المستعملة هي الكربون السيليسيوم, وتستعمل لصناعة قطع تتحمل الحرارة العالية [22].

I. 5. مواد التقوية (Renfort)

تعرف مواد التقوية بمثابة الهيكل أو الإطار الذي يضمن الخاصية الميكانيكية (مقاومة القطع والصلابة). ويكون غالبا ذو طبيعة ليفية، سواء كان مادة عضوية أو غير عضوية وتتكون من مئات أو آلاف الخيوط والتي أقطارها تتراوح ما بين 5 إلى 15µm [23]. إن مواد التقوية المتكونة من الألياف تكون ممثلة بالأشكال التالية: خيطية (خيوط، فتائل)، أنسجة سطحية (نسيج، حصيرة)، متعددة الاتجاهات (جديلة Tresse ، نسيج معقد، نسيج ثلاثي الاتجاه أو أكثر) [24] كما لديها أنواع عديدة بعضها اصطناعية ، مثل الكيفلار وألياف الكربون أو الزجاج ، والبعض الآخر هي من أصل عضوي ، مثل الكتان والجوت والقنب أو اللجنين (الخشب) .

I. 6. النفايات

تعتبر النفايات من المواد التي تنتج ، عن ممارسة الكائنات الحية للأنشطة المختلفة في النظام البيئي الطبيعي حيث يعيد النظام استخدامها ضمن دورات طبيعية، وتمثل ، أيضاً بقايا المواد ، الناتجة عن ممارسة الإنسان لأنشطته اليومية ضمن دورة حياته، حيث تشمل هذه المواد الورق، والكرتون، وأكياس النايلون، والزجاج، والمواد المعدنية المختلفة، إضافة إلى المخلفات الغذائية والمخلفات الناتجة عن الأنشطة الصناعية.

I. 6. 1. أنواع النفايات

تنقسم النفايات من حيث خطورتها إلى نفايات حميدة ونفايات خطرة .

أ/ نفايات الحميدة

ويقصد بالنفايات الحميدة: هي "مجموعة المواد التي لا يصاحب وجودها مشكلات بيئية خطيرة، ويسهل في الوقت ذاته التخلص منها بطريقة آمنة بيئياً"، وهي تشمل نفايات المصانع غير الخطرة .

ب/ نفايات الخطرة :

النفايات الخطرة هي "النفايات التي تشتمل مكوناتها على مركبات معدنية ثقيلة أو إشعاعية أو مركبات فسفورية عضوية أو مركبات السيانيد العضوية أو الفينولا و غيرها". ويتولد معظم النفايات الخطرة من الصناعة، إضافة إلى محطات توليد الكهرباء بالطاقة النووية التي تعتبر من أكثر مصادر المخلفات النووية . وتنقسم أيضاً حسب الحالة إلى النفايات الصناعية السائلة، النفايات الصناعية الصلبة، النفايات الصناعية الغازية .

I. 6. 1. 1. النفايات الصناعية السائلة (المرتبطة بالماء)

هي نواتج سائلة تتكون من خلال استخدام المياه في عمليات المختلفة للتصنيع أو بقايا مواد مصنعة مثل: الزيوت، مياه الصرف الصناعية وتلقى في المصبات المائية سواء على الأنهار أو البحار أو المحيطات.

I. 6. 1. 2. النفايات الصناعية الصلبة:

هي المواد التي تنتج أثناء مراحل التصنيع وفق حلقة تهدف إلى تحويل المواد الأولية إلى مواد جاهزة كلما زادت مراحل التحويل اتسعت الحلقة وزادت كمية النفايات وتختلف كمية تركيز هذه النفايات حسب نوعية الصناعة المعنية . أو هي المواد القابلة للنقل والتي يرغب مالكيها بالتخلص منها أهم النفايات الناتجة عن الصناعة هي الأوحال الزيتية من عمليات إنتاج البترول .

النفايات الصناعية الغازية المرتبطة بالهواء:

هي الغازات أو الأبخرة الناتجة عن حلقات التصنيع والتي انتشرت في الهواء لجوى من خلال المداخن الخاصة بالمصانع ومن بين تلك الغازات : أول أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكبريت، والأكسيد النيتروجينية، والجسيمات الصلبة العالقة في الهواء كالأتربة وبعض ذرات المعادن المختلفة .

I .6. 1. 3. النفايات المشعة :

هي المواد التي تحتوي على بعض النظائر المشعة الناتجة عن استخدام الطاقة النووية .

I .6. 2. تأثير النفايات الصناعية على البيئة :

وتظهر تأثيرات هذه المواد على البيئة بشكل واضح يتمثل في :

يقوم الإنسان برمي النفايات الصناعية بشكل عشوائي فيعمل بذلك على تشويه المظهر الحضري وانتشار الروائح الكريهة وتساعد هذه النفايات على تكاثر الحشرات والقوارض التي تنقل الامراض المتعددة و خطيرة.

أ/تلوث الهواء :

تستخدم الصناعات كميات كبيرة جدا من الوقود مثل الفحم وبعض الزيوت مثل : زيت البترول والغاز الطبيعي، وعند إحراق هذا الوقود ينتج عنه كميات هائلة من الغازات على هيئة دخان محمل بالرماد وبكثير من الشوائب، وتنتشر هذه الغازات في جو المدن وفي جو المناطق المحيطة بالمصانع مسببة ظواهر خطيرة من بينها الامطار الحمضية توقيف ظاهرة التركيب الضوئي وامتصاص بعض الأملاح المعدنية الضرورية للنبات و الانحباس الحراري و ظهور الامراض الخطيرة

ب /تلوث المياه:

تعمل الصناعة على تلويث المجاري المائية بما تلقىه فيها من مخلفاتها ونواتجها الثانوية، سواء من السفن أو المصانع أو المياه الساخنة (التلوث الحراري)، وتؤدي بذلك إلى القضاء على الحياة في المسطحات المائية

ج/ تلوث التربة:

يتم التخلص من النفايات الصناعية الغير قابلة للتدوير إما بالحرق أو الدفن ويترتب عن ذلك تلوث، التربة ومن أهم مظاهره مايلى: عدم صلاحية التربة للزراعة، تلوث مياه الجوفية وبالتالي تهدد الغطاء النباتي خلا في السلسلة الغذائية وزوال الغطاء النباتي يعني ظاهرة التصحر والانجراف وكذا تدهور الإنتاج والمستوى الاقتصادي .

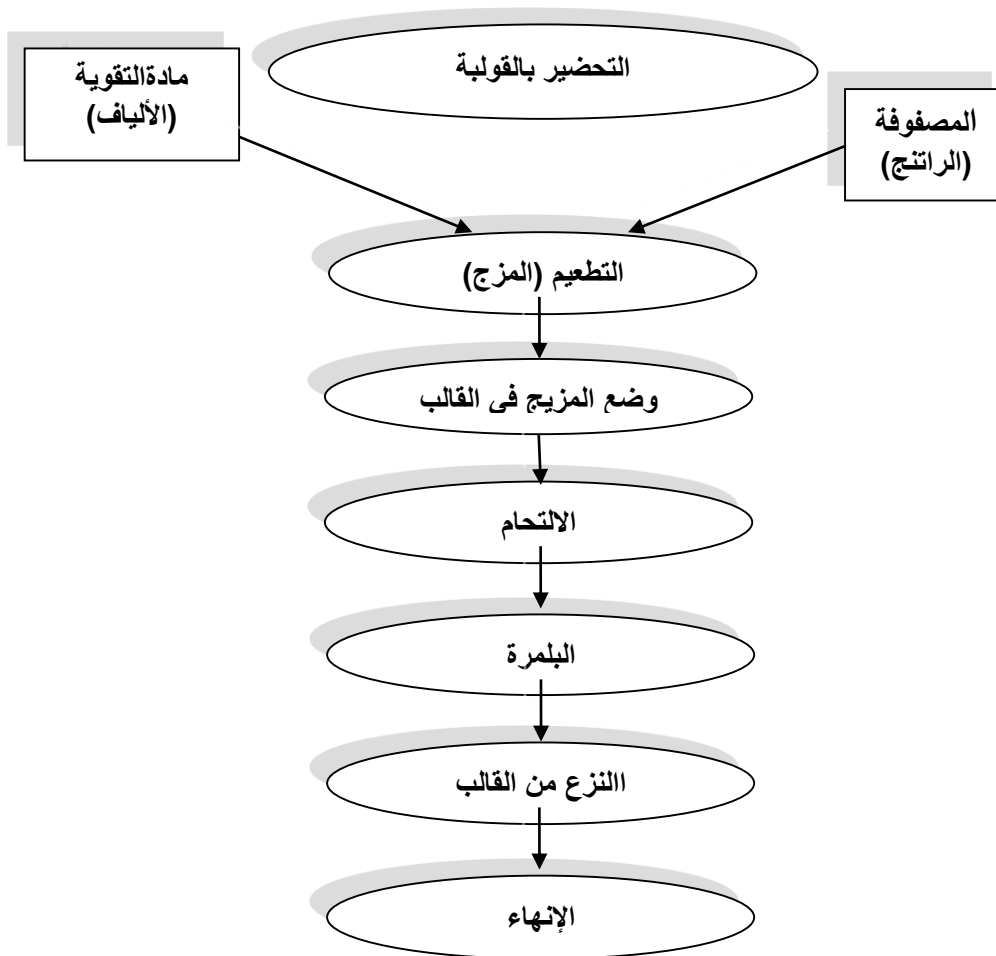
I.7. تحضير المواد المركبة:

I .7. 1 . طريقة تحضير المواد المركبة:

توجد العديد من الطرائق لتحضير المواد المركبة لكن الطريقة الأكثر استعمالا هي القولية .

I .7. 2 مراحل القولية :

نضع المزيج (المصفوفة - الألياف) في قالب ثم نقوم بعملية الضغط لإخراج الهواء المتبقي لزيادة التحام و التصاق المادتين المزيج لايمكن أن يشكل مادة مركبة إلا بعد مرحلة تجمد (تشابك) المصفوفة التي تمر من الطور السائل إلى الطور الصلب , السلوك الحراري للمصفوفات المتلدنة حراريا يضاهاي المعادن على العكس من المصفوفات المتصلبة حراريا , عند درجة حرارة حقنها (التطعيم) داخل القالب تصبح المصفوفة على شكل عجينة من ثم تخضع لتحول كيميائي داخلي غير عكوس الذي يسمح بتصلب نهائي للمصفوفة [25].



الشكل (6). مراحل القولية [25]

I .7. 3 شروط تحضير المركبات: لتحضير المركبات يجب مراعاة الشروط التالية:

✚ مقدار التقوية.

✚ طبيعة الصماغ والإضافات أو المواد المضافة.

✚ هندسة القطعة المراد تحقيقها.

✚ الطريقة المستعملة.

✚ توجيه المقويات بشكل أفضل.

I. 7. 4. مجالات استعمال المركبات

تستعمل المركبات بشكل كبير في مجال الصناعة، نظرا لما تمثل من خصائص جيدة مثل الصلابة، الخفة، ومقاومة الاجهادات ذات المصدر الميكانيكي، والحراري. ومن بين المجالات التي تستعمل فيها المركبات [26]:

صناعة الطائرات

صناعة السيارات

I. 8. 1. راتنج الفينيل استر:

I. 8. 1. 1. تعريف ومفاهيم:

هو راتنج ينتج عن طريق استنباط الالبوكسي مع احماض الاكريليك او الميثاكريليك. [27] تشير مجموعات الفينيل استر إلى بدائل الإستر هذه ، والتي تكون عرضة للبلمرة، ثم يتم إذابة منتج الفينيل الإستر في مذيب تفاعلي ، من خلال صياغة ، راتنجات الفينيل ، الايبوكسيد يتم تصنيع البوليمر السابق للفينيل إستر في المرة الاولى بتفاعل الحمض او Methacrylic (الاكريليك) على راتنجات الايبوكسي بين [80-150] درجة مئوية في وجود مواد محفزة على أساس أمين ثلاثي بروم [27].

اما المثبطات (هيدروكينون على سبيل المثال) يتم إدخالها لتقليل التفاعل والسماح في تخزين الراتنج. ثم ، يذوب الفينيل استر في المونومر الذي سيكون بمثابة عامل تشابك، وغالبا ما يستخدم الستايرين مونومر ولكن منخفضة نسبيا بين [45% 50 %] من الكتلة.

الأكثر استخداما من راتنجات الفينيل هو البيس فينول 1000 لأنها توفر حلا جيدا للغاية بين الخواص الميكانيكية ، والمقاومة الكيميائية والتكلفة.

I. 8. 1. 2. انتاج الفينيل استر vinylesters :

ينتج الراتنج الفينيل استر في شكل سائل وهذا على مستوى الماكروسكوبي اما بالنسبة للميكروسكوبي فهو شبكي البنية المقاومة الميكانيكية قوية جدا.

يجب ان تتصلب الراتنجات بالحرارة و في نفس الوقت تنتج اجزائها.

الراتنج ناتج عن التسبب في البلمرة المشتركة للمونومر (الستايرين) مع مضاعفة الروابط البوليمر (الغير مشبع)

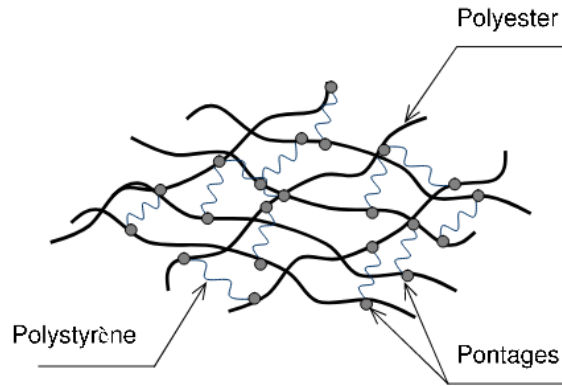
عن طريق سد سلاسل البوليمر مع سلاسل البوليمر الصغيرة يحدث عنه تشابك

يتم تنشيط تفاعل البلمرة بواسطة النظام الحفاز المختار وفقا لعملية التحول ودرجة ، حرارة العمل

لفعل طارد للحرارة ويرافقه انسحاب يمكن أن يكون مهما في هذه الحالة.

I. 8. 1. 3. المحفز :

النظام الحفاز يجعل من الممكن ضبط أوقات ، البلمرة حسب حجم وسمك الجزء ودرجة حرارة الصب المطلوب



الشكل (7) البلمرة المشتركة لراتنجات البوليستر القائمة على الستيرين [28]

4.1.8.I. خصائص الفينيل استر:

بلمرة سريعة ، والعزل جيد.

تعتبر الراتنج (SIRESTER VE 45-M-90) (ذو الاساس من الايبوكسي بيفينيل) و VE 64-M-140 يعتبر الفينيل الاساس من النوفولاك) مجموعة من راتنجات الفينيل ، وهي مناسبة لعدد كبير من التطبيقات وشروط المعالجة. صُممت هذه الراتنجات خصيصاً لإنتاج السلع المصنعة التي تتميز بالخواص الميكانيكية الممتازة والمقاومة المثلى للحرارة والمرونة العالية والمصممة لتستخدم في البيئات القابلة للتحلل كيميائياً. في هذه الظروف ، فإنها تمثل بديلاً أكثر فعالية.

الجدول رقم(5) يوضح خصائص بعض الراتنجات البوليستر غير مشبعة السائلة عند 25°C

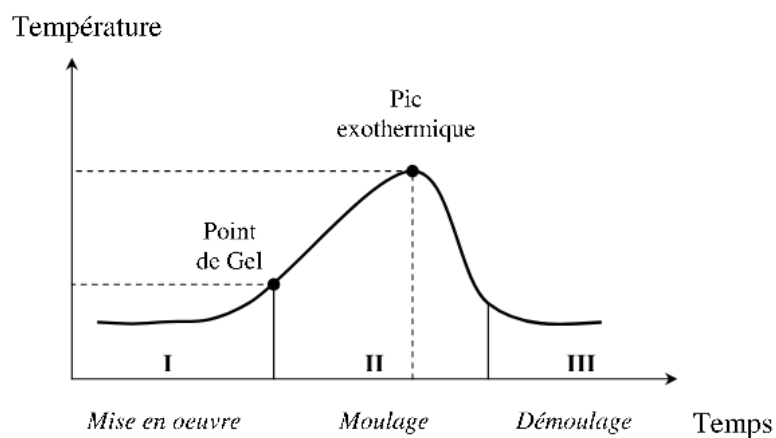
SIRESTER	خصائص عامة	اللزوجة [mPa s]	زمن الهلام [min]	المذيب [%]	الاستقرارية [months]
VE 45-M-90	النوع القياسي	500 - 600	14 ⁽¹⁾	38	6
VE 45-M-90/A	المسرّع	500 - 600	14 ⁽²⁾	38	6
VE 45-M-90/M	انخفاض الفعالية	500 - 600	30 ⁽³⁾	38	6
VE 45-M-90/MB	انخفاض الفعالية	450 - 550	45 ⁽⁴⁾	40	6
VE 45-M-90/AT	المسرّع، متغير الاتساقية	800 - 2000 (20-2 rpm)	23 ⁽²⁾	48	3 ⁽⁵⁾
VE 45-M-90/R	انخفاض اللزوجة	250 - 300	14 ⁽¹⁾	45	6

الجدول(6)الخصائص الميكانيكية لراتنجات الفينيل استر

الخصائص	القيمة	الطريقة
الصلابة	85Mpa	EN59
الشّد	3300Mpa	EN63
معامل الشّد	5%	EN61
الاستطالة%	150Mpa	EN61

الثني	3800Mpa	EN61
معامل الثني	102C ⁰	ENISO75N
Tg	150C ⁰	END-3418

الشكل يوضح (8) دورة البلمرة لراتنج البولي



الشكل (8) دورة البلمرة لراتنج البولي

استر.

الفصل الثاني

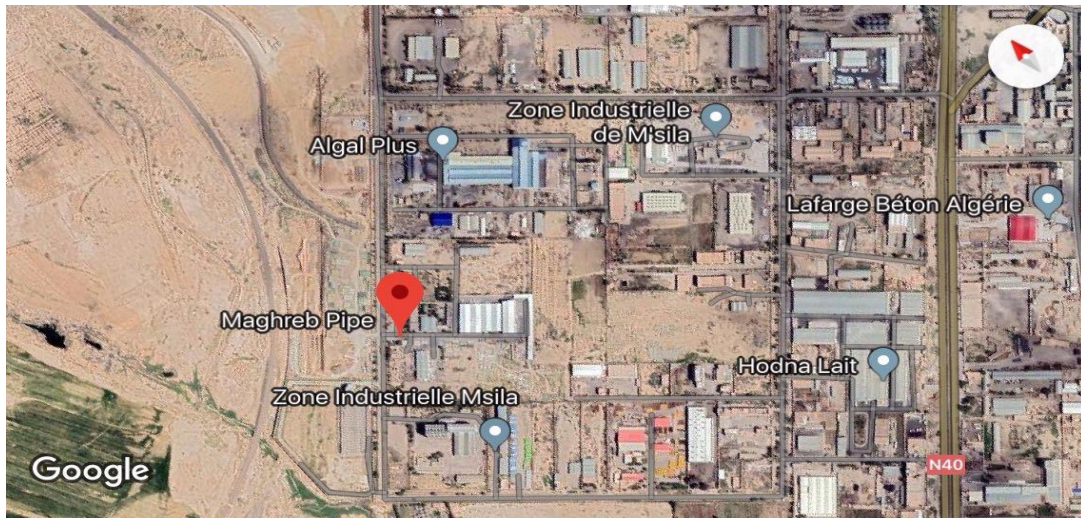
الطرائق والاجهزة المستعملة

تمهيد:

إن استعمال المواد المركبة يتم من خلالها دراسة الخصائص الكيميائية، والميكانيكية، والبنوية و المورفولوجية لهاته المواد ، تم التطرق في هذا الفصل إلى تشكيل المواد المركبة المكونة من النفايات و الراتنج الفينيل استر، الخاصة بمصنع انابيب مغرب ونبات الياف الحلفاء اضافة الى الاجهزة المستعملة ، جهاز الثني، وجهاز الاشعة تحت الحمراء.

II 1.1.1. مصنع انابيب المغرب MPI

II 1.1.1. الموقع:



الشكل (9) موقع مصنع انابيب المغرب

II 1.1.2. التعريف بالمصنع انابيب المغرب MPI:

للمستخدمين في GRP تم انشاء مصنع انابيب المغرب منذ عام 2004 م حيث تقود الخبرة في تصنيع أنظمة الأنابيب مجال كبير، فضلا عن تطبيقات في أنظمة الصرف الصحي، الري ومياه الشرب والمياه الصناعية

لقد سمحت الخبرة التي تم تطويرها حتى الآن بالتحكم الكامل في التكنولوجيا الجديدة لإنتاج خطوط الأنابيب

مما يمنح المنتج ذا جودة عالية من المعايير الدولية [29].

II 1.1.3. المواد الاولية المستعملة في مصنع انابيب المغرب MPI:

II 1.1.3.1. الراتنجات:

هناك عدد راتنجات تستعمل في المصنع

II 1.1.3.1.1. انواع الراتنجات :

يستخدم مصنع انابيب ثلاثة انواع من الراتنجات بولي أستر إيزوفثاليك ، بولي استر إيثوفثاليك ، الفينيل استر

II- 1.1.3.1.2. خصائص الراتنجات :

معالجة في درجة حرارة الغرفة

خواص ميكانيكية عالية
عدم التأثير بالمواد الكيميائية.
ايزو فتاليك رابطة قوية للغاية مع ألياف الزجاج حيث يكون لراتنج اورتو فتاليك وراتنج ايزو فتاليك درجة حرارة تشغيل قصوى تبلغ حوالي 50 درجة مئوية . فينيل إستر (فينستر) بين الخمول الكيميائي الجيد للغاية والخصائص الميكانيكية العالية في الرقائق
يتم قياس خصائص الراتنجات كلما كان ذلك ضرورياً لمجموعة بسيطة وفقاً لخطة فحص الجودة الداخلية للصناعات والتفتيش.



الشكل(10) انواع الراتنجات المستعملة مع الالياف الزجاجية

II 1. 3. 2. ألياف الزجاج

تستعمل الالياف الزجاجية كتعزيزات

II 1. 3. 1. انواع الالياف الزجاجية

يوجد نوعين مختلفين من التعزيزات المصنوعة في تكوين الزجاج زجاج من نوع "C" :

الذي يضمن خصائص خمول ممتازة ضد التآكل الكيميائي

زجاج من نوع "E" :

لديه قوة ميكانيكية عالية جدا

II 1. 3. 2. استخدامات الالياف الزجاجية

، تُستخدم الالياف الزجاجية كتعزيز للبطقة الأولى من الرقائق "C" أشرعة تسطيح زجاجية - مستمرة يتم في "E" شرائح زجاجية ، وتستخدم لعمليات التشكيل في مثل تصنيع "E" سجانر من خيوط القطع الزجاجية - جرحها ، وتستخدم في عمليات اللف للحصول على هياكل متباين الخواص حيث يعتمد توزيع القوة الميكانيكية على اتجاه الألياف المستمرة

الرقائق المنسوجة ، تستخدم في عمليات تشكيل اليد عن طريق تناوب طبقات من الطبقات المنسوجة مع طبقات من - الحصير لتحسين القوة الميكانيكية للصفح

مستمرة يتم جرحها ، وتستخدم في عمليات اللف للحصول على هياكل متباين الخواص حيث يعتمد "E" شرائح زجاجية توزيع القوة الميكانيكية على اتجاه الألياف المستمرة

الرفائق المنسوجة ، تستخدم في عمليات تشكيل اليد عن طريق تناوب طبقات من الطبقات المنسوجة مع طبقات من -
الحصير لتحسين القوة الميكانيكية للصفح

II. 1. 3. 3. رمل السيليكا

يحتوي خليط راتنجات السيليكا على خواص ميكانيكية عالية جدًا بالإضافة إلى توافق جيد مع المكونات الأخرى
أساسًا إلى الصفح الإنشائي لزيادة السمك وبالتالي صلابة الأنابيب (SiO₂) ، وذلك يضاف رمل السيليكا:

II. 4. طريقة تحضير المواد المركبة :

تتم عملية تحضير المركبات على مراحل هي كالتالي:

II. 4. 1. تحضير القالب: القالب المستعمل في تحضير عينات المدروسة مصنوع من الخشب مستطيل الشكل.

الجدول (7) يوضح قياس القالب للعينات الخاصة لاختبار الثني:

	اسم المعيار	Largeur (mm)	Epaisseur (mm)	Longueur (mm)
اختبار الثني	ASTMD790	20	4	110

ثم نقوم بدهن القالب بمادة التشحيم لتفادي التصاق المواد المركبة مع القالب.



الشكل (11) خطوات تحضير القالب

II. 4. 2. تحضير النفايات :

يوجد نوعان ، من النفايات في مصنع انابيب المغرب ، مصدر هذه النفايات هو قطع الأنابيب ، حيث في كل ورشة هناك ، نفايات مختلفة

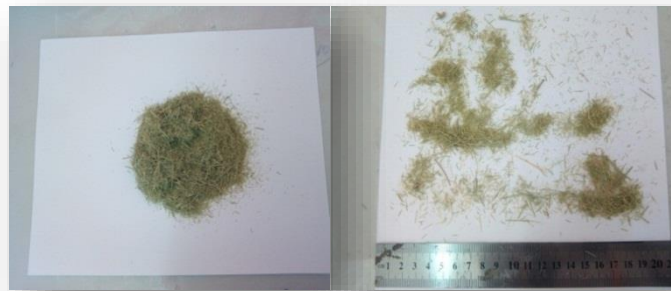
- خطوط الإنتاج غير المستمرة: تعطي النفايات دون الرمل (الراتنج + الألياف الزجاجية).
 - خط الإنتاج المستمر: إعطاء النفايات مع الرمل (الراتنج + الرمل + الألياف الزجاجية).
- في هذه المرحلة، عملنا على كلا النوعين من النفايات ، قمنا بإعداده وفقاً للخطوات ،التالية:
إحضار كمية من النفايات ،حيث قمنا بغربلتها، لتخلص من المخلفات المختلفة



الشكل (12) مراحل اعداد النفايات

II. 4. 3. تحضير الحلفاء :

طريقة العمل: قمنا بقطف الياف الحلفاء ثم قمنا بغسلها بالماء وتجفيفها ثم بعد ذلك قمنا بسحق الاللياف بواسطة آلة سحق القهوة.
الحلفاء المستعملة حلفاء غير معالجة حيث لها طول مقد ر بمجال [0.5- 2] Cm الشكل النهائي للحلفاء المستعملة موضحة في الشكل(14).



الشكل (13) الياف نبات الحلفاء الطبيعية

II. 4. 4. تحضير الخليط:

نثبت كتلة من نفايات الاللياف الزجاجية على القالب حتى نقوم بملئه و ،كتلة الياف الحلفاء قمنا ايضا بنتثبيتها وذلك بعد القيام العديد من التجارب حيث ،اخترنا تقنية صب التلامس ، ومبدأ هذه العملية هو تحقيق مختلف (النفايات، وراتنج الفينيل استر) في درجة الحرارة المحيط لبلمرت راتنج الفينيل استر بإضافة المحفز (المقاس) والمواد المخففة، مع اضافة ،مادة

مصلبة تحمل النهايات الكيميائية التي تتفاعل مع النهايات، الايبوكسي من المكونات الأخرى لتشكيل ، في نهاية دورة البلورة.

و قمنا باضافة ،المادة الصلبة هي سائلة أو صلبة (مسحوق ، رقائق ، كتل قابلة للذوبان أو الصمامات) في النسب معينة، وفقاً للاحتياجات.

• 80.8 ٪ كحد أدنى (متوسط وقت العمل).

• 2 ٪ كحد أقصى (وقت العمل القصير).

ايضا قمنا باستعمال ،مادة مخففة ستيرين،(سائل يتمثل دوره في تقليل لزوجة النظام عند إجرا الخلط ،وهي مادة تفاعلية ذات نهايات إيبوكسية بشكل عام) أو غير تفاعلية وتعتبر ايضاً(مذيبات عضوية بشكل عام).

الجدول(8) يوضح كتل المواد المحضرة:

النسبة المئوية للمصفوفة (%)	راتنج (الفنيل استر) (g)	النفائات (الزجاجية والزجاجية (الرملية) (g)	الالياف + النباتية (g)	Durcisseur (المسرع) (g)	Diluant (g) ستيرين
50	75	150	65+ 10	0.97	2.25
60	90	150	65+ 10	1.17	2.7
70	105	150	65+ 10	1.36	3.15
80	120	150	65+ 10	1.56	3.6
90	135	150	65+ 10	1.75	4.05

يتم تحضير المواد وفقاً لتطبيق القاعدة الثلاثية التالية :

$$\begin{array}{l} 100 \longrightarrow m_1 \\ X \longrightarrow m_2 \end{array}$$

إذا:

$$m_2 = \frac{m_1 \times X}{100}$$

حيث:

m_1 : كتلة النفائات المثبة المقاسة بالغرام (g)

m_2 : كتلة الراتنج المقاسة بالغرام (g)

X : النسبة المئوية المتغيرة (%)



الشكل (14) كيفية خلط المواد المركبة

يوضع الخليط في قالب ، ثم يتم ضغط عليه، من أجل طرد الهواء المتبقي، يصبح خليط مادة مركبة فقط بعد مرحلة المعالجة (التشابك) للمصفوفة، والتي تنتقل من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة.



الشكل (15) كيفية وضع الخليط على القالب

ملاحظة: -يجب مراقبة السطح جيدا لتجنب ظهور أي ليف على السطح، ونترك القالب يتصلب في درجة حرارة عادية لمدة كافية.

- الزمن المستغرق لعملية تحضير المركبات يختلف باختلاف نوع الألياف، وكتلة الراتنج.

بعد تصلب العينات جيدا نقوم بنزعها

في هذه المرحلة قمنا بترميز ثلاث انواع من المركبات قصد التحضير لاختبار الثني:

1- راتنج الفنيل استر مقوى بنفايات الزجاجية (FVD) (الجدول(9) يوضح ترميز لكل العينات

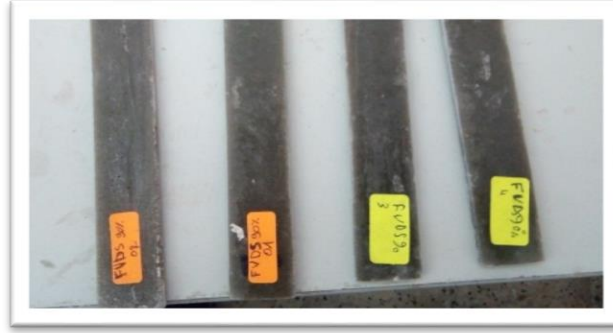
رمز المركب	العينات
FV	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر 01
FVD50	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع نفايات الالياف الزجاجية بنسبة 50%
FVD60	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع نفايات الالياف الزجاجية بنسبة 60%
FVD70	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع نفايات الالياف الزجاجية بنسبة 70%
FVD80	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع نفايات الالياف الزجاجية بنسبة 80%
FVD90	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع نفايات الالياف الزجاجية بنسبة 90%

2- راتنج الفنيل استر مقوى بنفايات الزجاجية الرملية (IFVDS) (الجدول(10) يوضح ترميز لكل العينات

رمز العينة	العينات
FV01	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر 01
FVDS50	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع نفايات الالياف الزجاجية الرملية بنسبة 50%
FVDS60	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع نفايات الالياف الزجاجية الرملية بنسبة 60%
FVDS70	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع نفايات الالياف الزجاجية الرملية بنسبة 70%
FVDS802	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع نفايات الالياف الزجاجية الرملية بنسبة 80%
FVDS901	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع نفايات الالياف الزجاجية الرملية بنسبة 90%

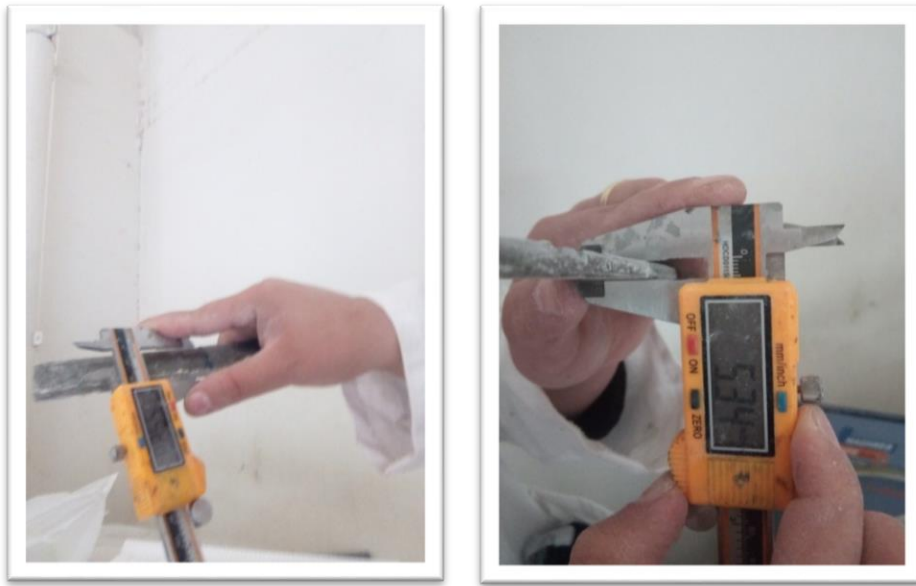
3- راتنج الفنيل استر بمزيج مقوى بنفايات الزجاجية الرملية والياف النباتية (حلفاء غير معالجة) (الجدول(11) ترميز لكل العينات

رمز العينة	العينات
FV01	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر 01
FVDSA502	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع مزيج نفايات الالياف الزجاجية الرملية والالياف نبات الحلفاء بنسبة 50%
FVDSA603	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع مزيج نفايات الالياف الزجاجية الرملية والالياف نبات الحلفاء بنسبة 60%
FVDSA703	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع مزيج نفايات الالياف الزجاجية الرملية والالياف نبات الحلفاء بنسبة 70%
FVDAS802	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع مزيج نفايات الالياف الزجاجية الرملية والالياف نبات الحلفاء بنسبة 80%
FVDSA901	عينة لاختبار الثني لراتنج الفنيل استر مع مزيج نفايات الالياف الزجاجية الرملية والالياف نبات الحلفاء بنسبة 90%



الشكل(16) العينات بعد نزعها من القالب وترميزها

بعد ترميز العينات قمنا بقياسها بواسطة مسطرة إلكترونية يرتكز القياس على عرض العينة L و السمك العينة e



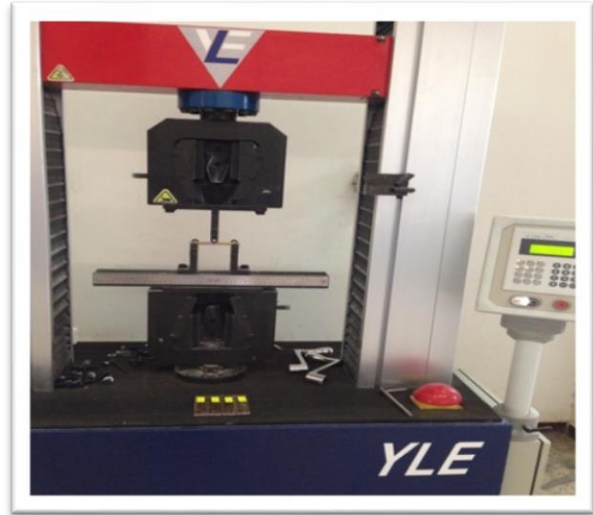
الشكل(17) يوضح كيفية قياس العينات

II .8. الاجهزة المستعملة والاختبارات :

II .8.1. جهاز اختبار الثني:

يقيس اختبار الثني بثلاث نقاط لقوة الانكسار للمادة. يتم وضع قضيب من المواد المراد اختبارها على دعمين ويتم تطبيقه على وسط الشريط قوة متنامية للفشل.

لدينا قطع اختبار الثني $(110 \times 20 \times 4) \text{ mm}^3$ لاختبار الانحناء ثلاثي النقاط ، يتم تطبيق الحمل في منتصف المسافة من الدعامات ، والمسافة بين الدعامات هي 90 mm مع سرعة ثابتة تبلغ 2 min/mm وقوة 5 kN . الاختبارات المطبقة على مستوى مخبر مصنع أنابيب المغرب ، على جهاز من سلسلة "YL-25- على الآلة" الرقم 12417 في عام 2008 من ألمانيا ، تحمل قدرة $250 \text{ كيلو نيوتن (KN)}$.



الشكل (18) جهاز اختبار الشبي

• معايير الدراسة:

في هذا الاختبار درسنا الإجهاد والانحناء و معامل الانحناء باستخدام العلاقات الثلاثة التالية:

$$\sigma \max = \frac{3 \times F \times L}{2 \times b \times h^2} \quad (1)$$

حيث:

$\sigma \max$: هو أقصى ضغط في (N / mm²) ؛

F: هي قوة الانكسار لقطعة الاختبار في (N) ؛

b: عرض العينة في (mm) ؛

h: سمك عينة الاختبار بـ (mm) ؛

L: هي المسافة بين الدعامات في (mm).

2.8.II. جهاز الأشعة تحت الحمراء (FTIR):

مطيافية الأشعة تحت الحمراء أو علم الأطياف ما تحت الحمراء: هو أحد فروع علم الأطياف الذي يتعامل مع المنطقة تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي. ويشمل مجموعة من التقنيات، وأشهرها مطيافية الامتصاص. وتستعمل هذه المطيافية في تحديد المجاميع الفعالة في المركبات قيد الدراسة، تستخدم الموجات الكهرومغناطيسية ذات شدة النبض بين الحدود المرئية للضوء وهي بحدود 800 نانومتر حتى أقصر الموجات الدقيقة حوالي 1 ميليمتر. (التذبذبات في السنتمتر، تقرأ بمقلوب السنتمتر

وقد تم استعمال جهاز الأشعة تحت الحمراء في هذا العمل من FTIR 8300 fourier transformed SHIMADZY

.HUDE DH



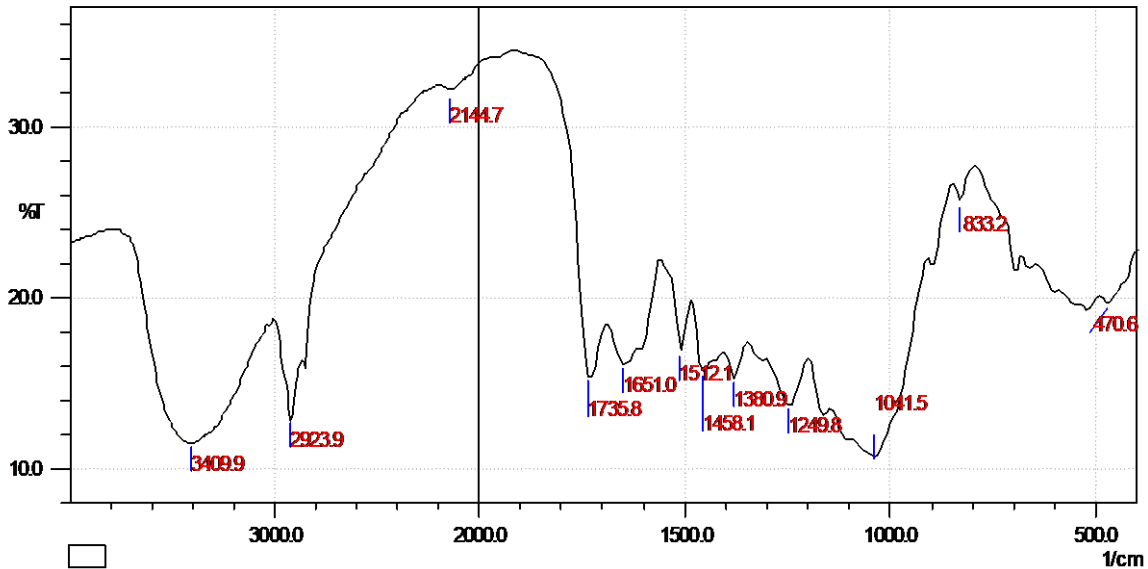
الشكل (19) جهاز الاشعة تحت حمراء FTIR

الفصل الثالث
النتائج ومناقشتها

1.III. التحليل بالأشعة تحت الحمراء

III. 2. 3. طيف الأشعة تحت حمراء لنبات الحلفاء الغير معالجة بالاعتماد على الجدول(12):

التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء (FTIR) لبنية ألياف الحلفاء غير المعالجة، من خلال الشكل (21). لوحظ وجود نبض عريض عند 3499 cm^{-1} يتوافق مع مجموعات الهيدروكسيل (-OH)،. نلاحظ أيضاً وجود شريط حول 2923.9 cm^{-1} يتوافق مع اهتزازات الاستطالة غير المتماثلة للمجموعات (-CH₂). هناك أيضاً ذروة عند 1735 cm^{-1} والتي ترتبط مع اهتزاز الاستطالة لمجموعات الكربونيل (C=O) من استرات أو مجموعات الأسيتيل من المواد هيميسيلولوز - يمثل الشريط الذي يبلغ ارتفاعه 1651 cm^{-1} المياه الماصة [30]،. تعكس القمم عند 1509 cm^{-1} و 1458 cm^{-1} الاستطالة المتماثلة للروابط (C=C) الحلقة العطرية [31]، في حين تم تعيين الذروة عند 1241 cm^{-1} لاستطالة مجموعات الأثير (COC) من. وأخيراً، لوحظ ظهور حزمة مميزة في 1035 cm^{-1} والتي تترجم اهتزازات الاستطالة لمجموعات (C-O) من السليلوز، والكحولات واللجنين والشمع [32]



الشكل(20) يمثل منحنى بياني للأشعة تحت الحمراء للياف نبات الحلفاء الغير معالجة

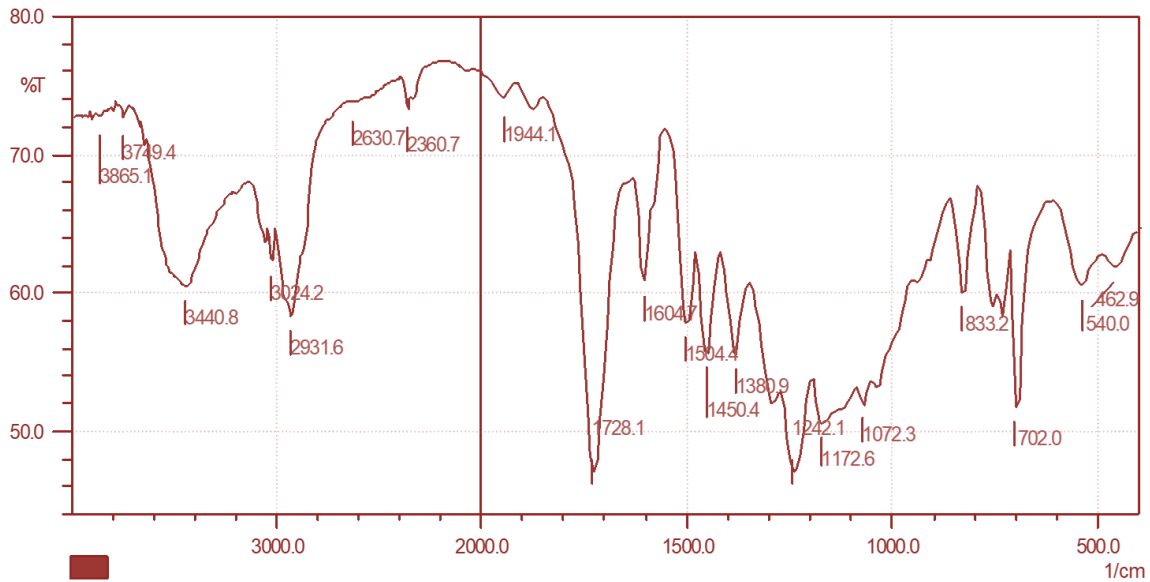
الجدول رقم(12)أطياف التحليل لأشعة تحت الحمراء للعينات :

المجموعة	العدد الموجي (cm^{-1})
رابطة O-H	3600-3125
C-H (مط تناظري)	2885
CH ₂ (مط تناظري)	2850
مجموعة أستر C=O (مط تناظري)	1760-1730
اهتزاز المط لمجموعة كربونيل C=O	1735
حلقات عطرية	1600
C=C حلقة عطرية (مط تناظري)	1505
تشوه في مستوى المجموعات C-H واهتزاز في المجموعات العطرية	1425
تشوه في مستوى المجموعة CH ₂	1375
C-O حلقة أليفاتية	1335

تشوه لمجموعات أسيتيل (كزيلانات)	1240
C-O-C (مط لا تناظري)	1162
اهتزاز الروابط الجليكوسيدية	895
C-OH التشوه	670

III 2. 1. طيف الأشعة تحت الحمراء لراتنج الفينيل استر الغير مقوى:

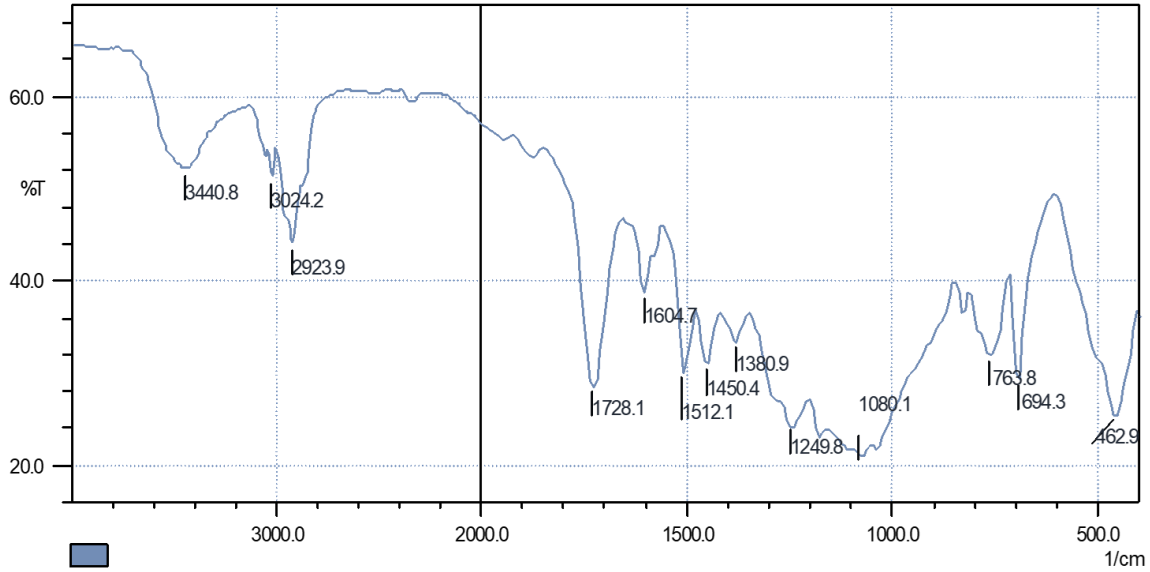
التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء (FTIR) لراتنج الفينيل استر من خلال الشكل (22)، لوحظ وجود نبض عريض عند $3440,8 \text{ cm}^{-1}$ يتوافق مع مجموعات الهيدروكسيل (-OH)،. نلاحظ أيضًا وجود شريط حول 2923 cm^{-1} يتوافق مع اهتزازات الاستطالة غير المتماثلة للمجموعات (-CH₂). هناك أيضًا ذروة عند 1735 cm^{-1} والتي ترتبط مع اهتزاز الاستطالة لمجموعات الكربونيل (C = O) تعكس القمم عند 1509 cm^{-1} و 1458 cm^{-1} الاستطالة المتماثلة للروابط = (C = C) الحلقة العطرية [31]، في حين تم تعيين الذروة عند 1241 cm^{-1} لاستطالة مجموعات الأثير (COC).



الشكل (21) منحنى بياني للأشعة تحت حمراء لراتنج الفينيل استر

III 2.3. طيف الأشعة تحت راتنج الفينيل استر مقوى بنفايات الزجاجية الرملية:

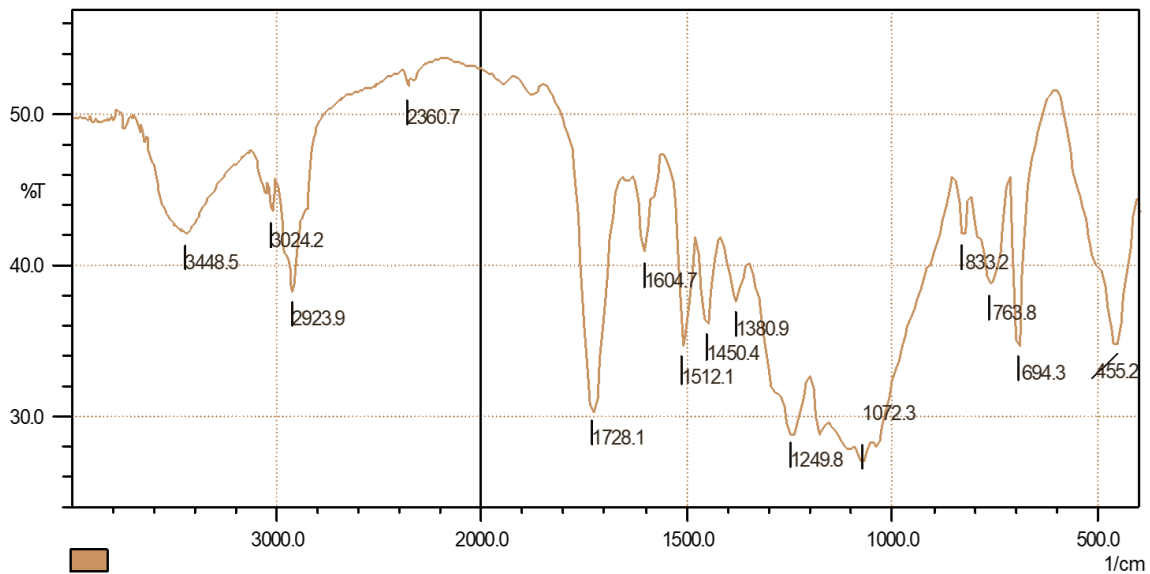
من خلال الشكل (23)، لوحظ وجود نبض عريض عند $3440,8 \text{ cm}^{-1}$ يتوافق مع مجموعات الهيدروكسيل (-OH)، وجود شريط حول $2923,9 \text{ cm}^{-1}$ يتوافق مع اهتزازات الاستطالة غير المتماثلة للمجموعات (-CH₂), هناك أيضًا ذروة عند 1732 cm^{-1} والتي ترتبط مع اهتزاز الاستطالة لمجموعات الكربونيل (C = O)، الحلفاء - يمثل الشريط الذي يبلغ ارتفاعه 1641 cm^{-1} المياه الماصة [30] في حين تم تعيين الذروة عند 1241 cm^{-1} لاستطالة مجموعات الأثير (COC)



الشكل(22) يمثل منحني بياني لطيف الاشعة تحت حمراء لنفايات الاليف الزجاجية الرملية

III. 2.4. طيف الاشعة تحت حمراء لراتنج الفينيل استرالمقوى بمزيج من النفايات الزجاجية الرملية والياف) نبات الحلفاء الطبيعية):

التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء (FTIR) ، من خلال الشكل(24)، لوحظ وجود نبض عريض عند $3448,8 \text{ cm}^{-1}$ يتوافق مع مجموعات الهيدروكسيل (-OH) ، نلاحظ أيضاً وجود شريط حول 2923 cm^{-1} يتوافق مع اهتزازات الاستطالة غير المتماثلة للمجموعات (-CH₂) . هناك أيضاً ذروة عند 1735 cm^{-1} والتي ترتبط مع اهتزاز الاستطالة لمجموعات الكربونيل (C = O) تعكس القمم عند 1509 cm^{-1} و 1458 cm^{-1} الاستطالة المتماثلة للروابط (C = C) الحلقة العطرية [31] ، في حين تم تعيين الذروة عند 1241 cm^{-1} لاستطالة مجموعات الأثير (COC)



الشكل (23) منحنى بياني لطيف الاشعة تحت حمراء لمزيج من انفايات الالياف الزجاجية الرملية والياف نبات (الحلفاء الطبيعية)

III.2. اختبار الثني:

من بين الاجتبارات التي تحدد قيمة الخواص الميكانيكية للمواد المركبة المحضرة بالراتنج الفينيل استر المقوى:

1 -بنفايات الالياف الزجاجية

2 -بنفايات الالياف الزجاجية الرملية

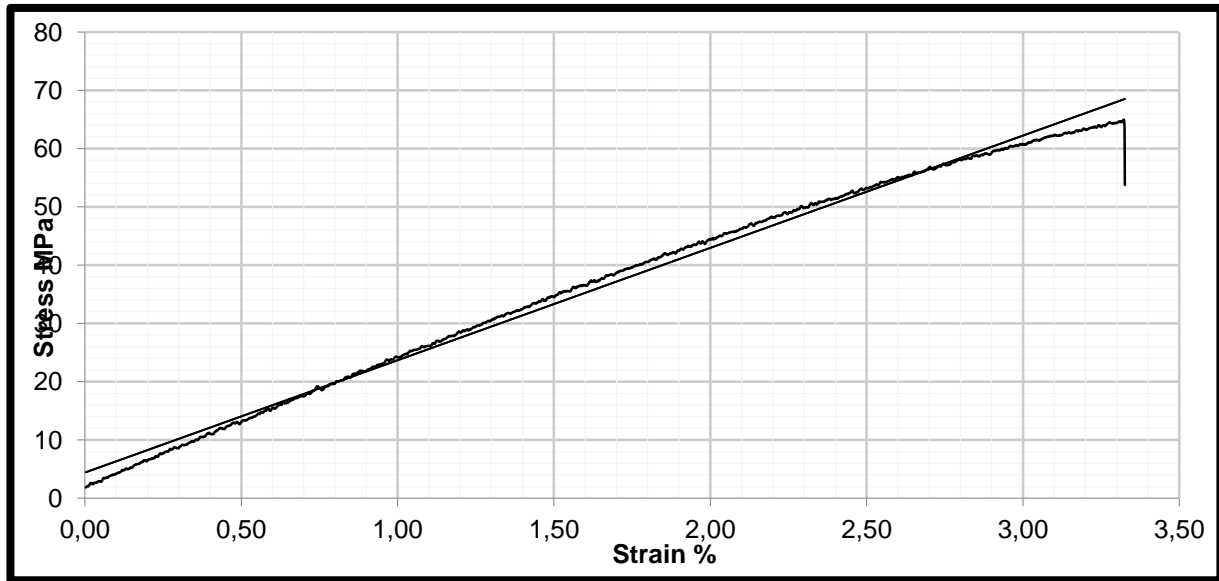
3-مزيج من النفايات الالياف الزجاجية الرملية والياف نبات (الحلفاء غير المعالجة)

منحنى (الجهاد -التشوه) يسمح بتقدير بعض الخواص الميكانيكية للمركبات ،قوة الثني ومعامل يونغ E_f

1-بالنسبة (للاجهاد-تشوه):

III.1.2. راتنج الفينيل استر FVE:

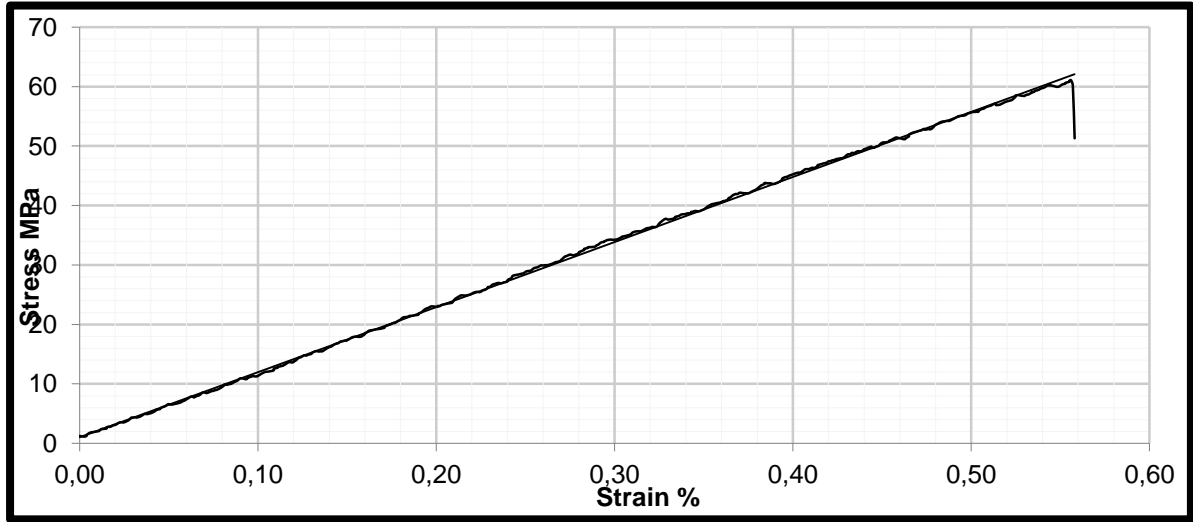
من خلال الشكل (24) لاختبار الثني (اجهاد-تشوه) نلاحظ ان اقصى قيمة بالنسبة للعيونة FV كان عند: $(\sigma_{ma} = 65 \text{ Mpa})$



الشكل (25) (اجهاد-تشوه) للعيونة FV0

III.2.1. راتنج الفينيل استر مقوى بنفايات الالياف الزجاجية FVD:

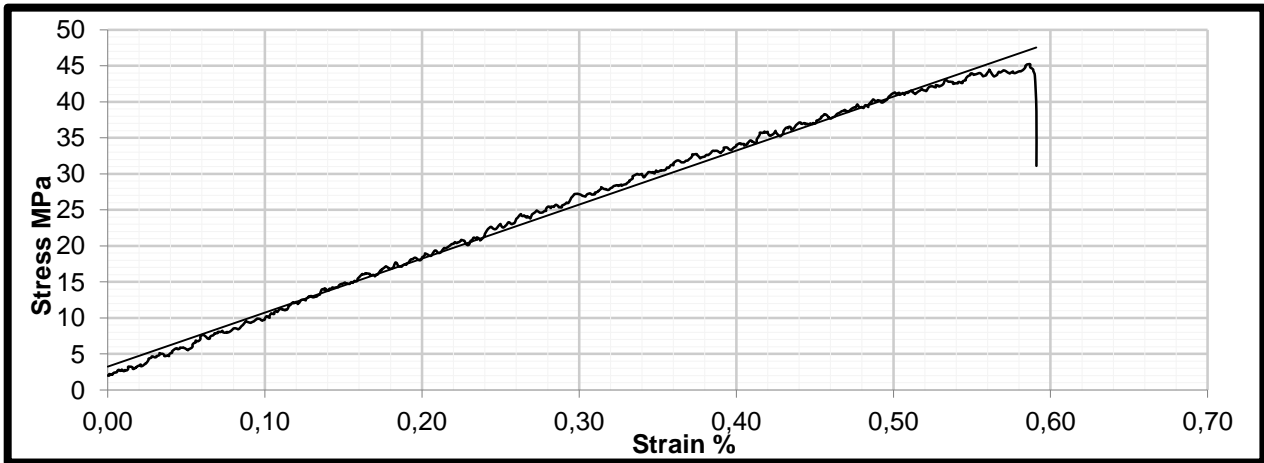
من خلال الشكل (25) لاختبار الثني (اجهاد-تشوه) نلاحظ ان اقصى قيمة بالنسبة للعيونة FVD 604 كان عند: $\sigma_{max} = 61 \text{ (Mpa)}$



الشكل (25) (اجهاد-تشوه) للعيينة FVD604

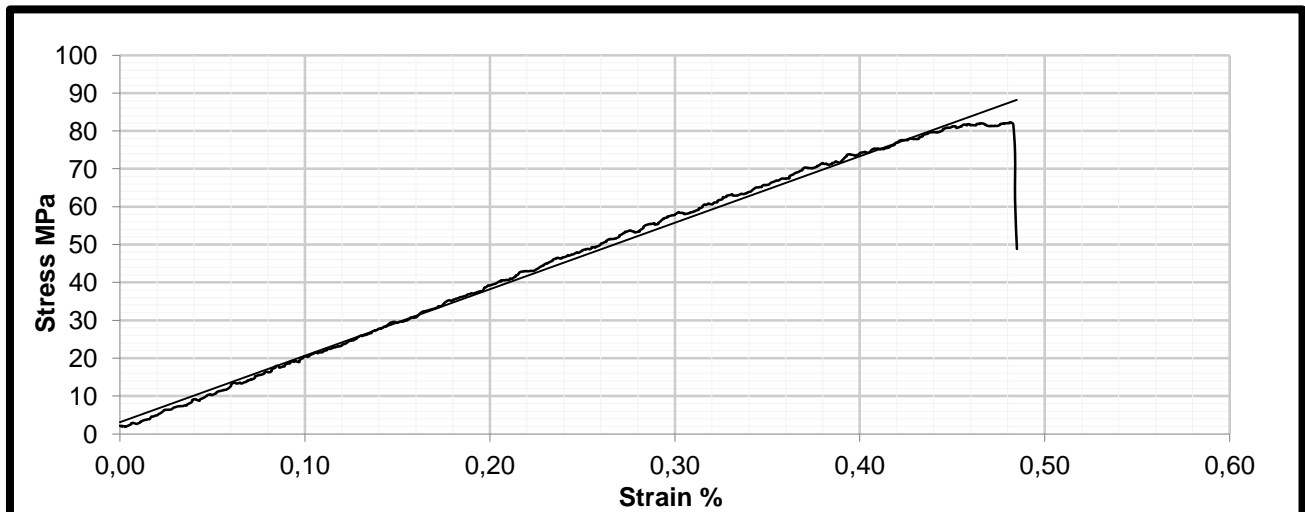
3.1III..راتنج الفينيل استر مقوى بنفايات الالياف الزجاجية الرملية:

اما بالنسبة للشكل (26) نلاحظ ان اقصى قيمة (للاجهاد-تشوه) بالنسبة للعيينة FVDS 6 04 كان عند: $\sigma_{max} = 45,3 \text{ Mpa}$



الشكل (26) (اجهاد-تشوه) للعيينة 604 FVDS

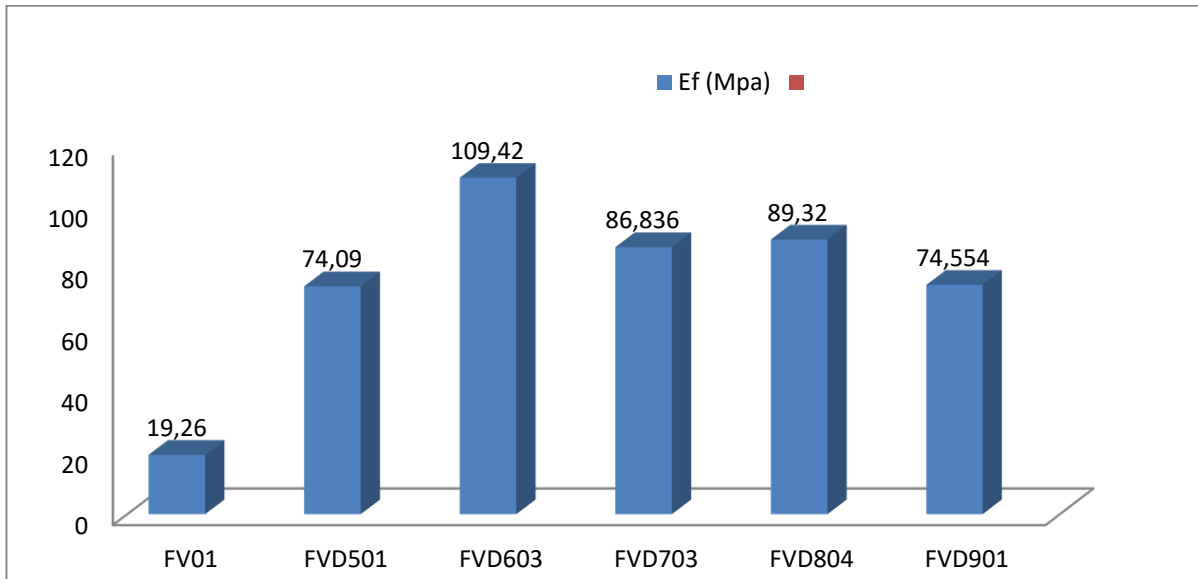
من خلال الشكل (27) (اجهاد-تشوه) نلاحظ ان اقصى قيمة بالنسبة للعيينة FVDSA 501 كان عند: $\sigma_{max} = 81,8 \text{ (Mpa)}$



الشكل(27) (اجهاد-تشوه) للعينة FVDSA501

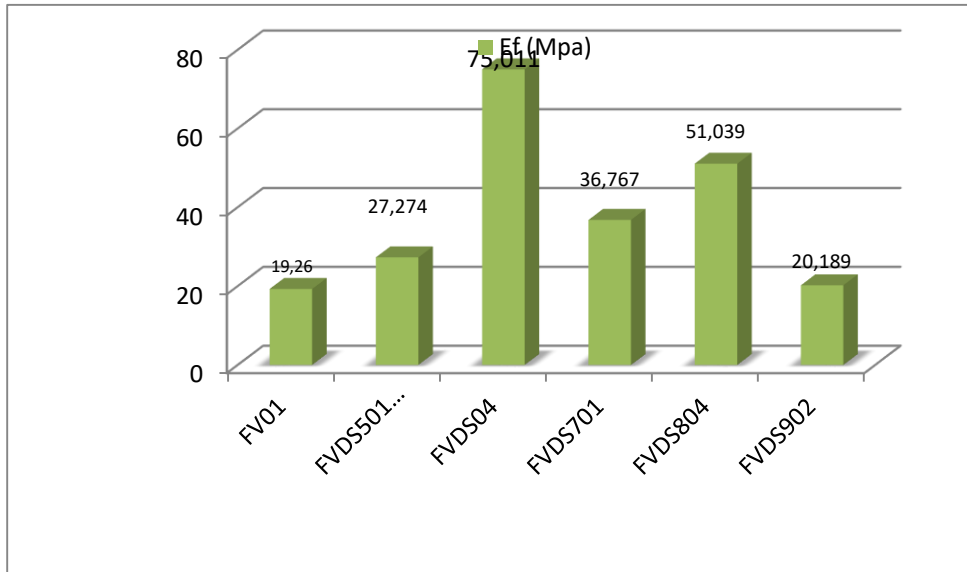
2-في المرحلة الثانية قمنا بحساب معامل يونغ للمواد المركبة المدروسة:

من خلال الشكل(28) قيم معامل يونغ للمركبات محضرة بنسب مئوية مختلفة وزنية (10% 20% 30% 40% 50) من راتنج الفينيل استر مقوى بنفايات الالياف الزجاجية ،حيث لاحظنا ان اقصى قيمة لمعامل يونغ قدرها 109.42 Mpa عند العينة (FVD) مقارنة براتنج الفينيل استر الغير مقوى 19.26 Mpa ومن خلال هذا يمكن ان نستنتج ان مقدار الزيادة في معامل يونغ مقارنة بالراتنج الغير مقوى هي حوالي: 82% وهذا يدل على الدور الايجابي لنفايات الزجاجية في زيادة الكفاءة الميكانيكية للمركبات .



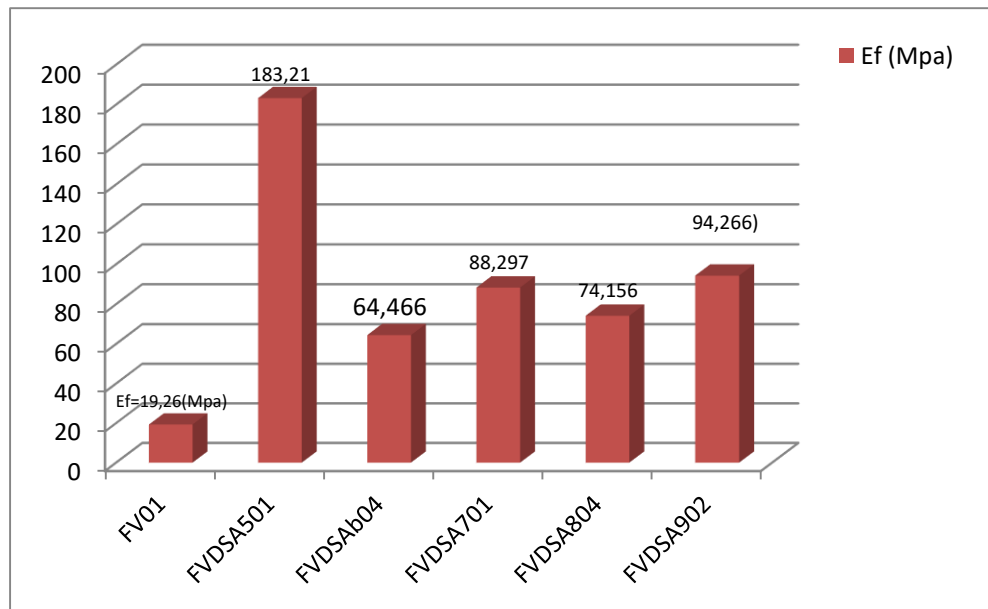
الشكل(28) منحنى للاعمدة البيانية للمركب FV/FVD

اما من خلال الشكل(29) قيم معامل يونغ للمركبات محضرة بنسب مئوية مختلفة وزنية (10% 20% 30% 40% 50%) من نفايات الالياف الزجاجية الرملية،لاحظنا معامل يونغ يزداد كلما زادت نسبة النفايات ليصل الى اقصى قيمة قدرها 75.01 Mpa عند العينة (FVDS60) ثم يتناقص ليصل القيمة الى 20,1189 Mpa عند عينة (FVDS 90) ومن خلال هذا يمكن ان نستنتج ان مقدار الزيادة في معامل يونغ مقارنة بالراتنج الغير مقوى هي حوالي: 74,40%



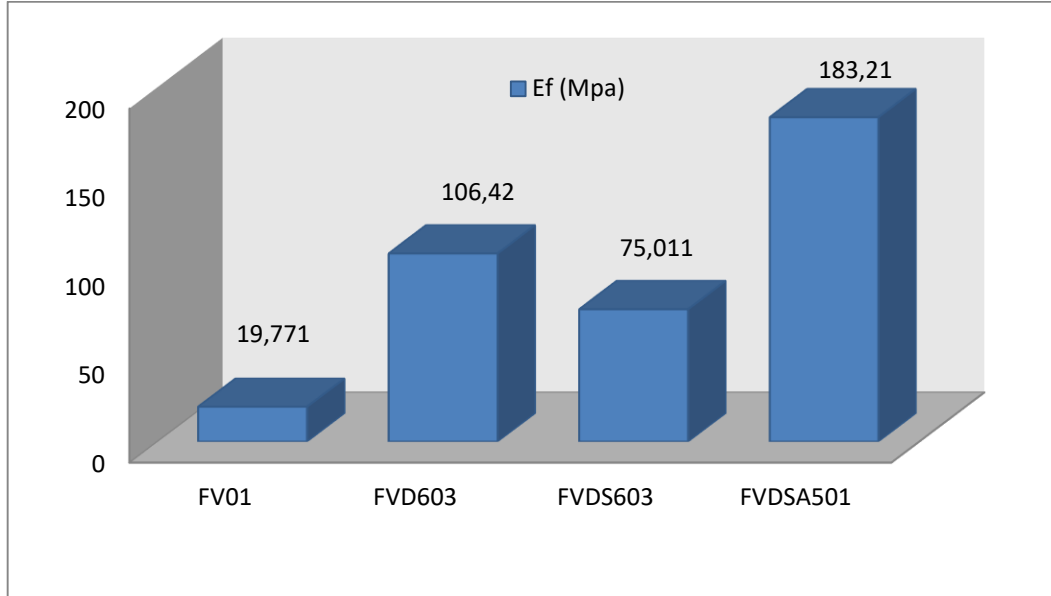
الشكل(29) منحنى للاعمدة البيانية للمركبات: FV/FVDS

الشكل(30) يوضح قيم معامل يونغ للمركبات محضرة بنسب مئوية مختلفة (10% 20% 30% 40% 50%) من مزيج نفايات الاليف الزجاجية الرملية والياف النباتية (نبات الحلفاء) لاحظنا اكير قيمة لمعامل يونغ $E_f=183.21$ Mpa هو للعينة (FVDSA 50) ، ماقارنة مع قيمة معامل يونغ $E_f= 19.26$ Mpa للراتنج V الغير مقوى وهذا يدل على الدور الايجابي لنفايات الزجاجية الرملية والياف نبات في زيادة الكفاءة الميكانيكية للمركب حيث يقدر مقدار الزيادة حوالي: 89%



الشكل(30) منحنى للاعمدة البيانية للمركبات: FV/FVDS A

الشكل (31) يوضح قيم معامل يونغ للمركبات المحضرة مختلفة (FV, FVDS, FVDSA, FVD)، لاحظنا أكبر قيمة لمعامل يونغ $E_f = 183.21$ (Mpa) عند العينة للمركب من نوع FVDSA50 وهذا يدل على الدور الايجابي لنفايات الزجاجية الرملية مع الياف نبات في زيادة الكفاءة الميكانيكية للمركبات مقارنة بالمركبات الاخرى ويقدر مقدار الزيادة حوالي: 90%



الشكل (31) يمثل منحنى، للاعمدة، البيانية، للمركبات المختلفة FV/FVD/FVDS/FVDSA

خلاصة عامة :

تعتبر المواد المركبة من المواد الهامة التي تستعمل في المجال الصناعي (السيارات ، سفن، الطيران ، وغيرها) نظرا لما تتمتع به من خصائص فيزيوكيميائية وميكانيكية عالية: صلابة قوية ،خفة في الوزن ، قلة التكلفة،...الخ يهدف هذا البحث الى تطوير المواد المركبة المحضرة على مستوى مصنع انابيب مغرب واستغلال النفايات الناتجة عن عملية تصنيع الأنابيب.

المواد المركبة التي قمنا بتحضيرها هي ثلاث أنواع:

المركب الاول: يتكون من الراتنج الفينيل استرالمقوى بنفايات زجاجية FVD بنسب وزنية مختلفة (10% 20% 30% 40% 50%).

المركب الثاني: يتكون من الراتنج الفينيل استرالمقوى بنفايات الزجاجية الرمليةFVDS بنسب وزنية مختلفة (10% 20% 30% 40% 50%).

المركب الثالث: يتكون من الراتنج الفينيل استر مع مزيج من نفايات الزجاجية الرملية والياف النباتية (الحفاء الغير معالجة)FVDSA، بنسب وزنية مختلفة (10% 20% 30% 40% 50%).

ثم قمنا باجراء اختبارات تشخيصية على العينات ومن بين الاختبارات التشخيصية المدروسة هي:

اختبار الاشعة تحت حمراء FTIR واختبار الثني ذو ثلاث نقاط

من خلال اختبار الـ FTIR لكل العينات المحضرة لاحظنا وجود نبض عريض عند 3440.8 cm^{-1} يتوافق مع مجموعات الهيدروكسيل (-OH) . كما نلاحظ أيضاً وجود شريط حول 2923 cm^{-1} يتوافق مع اهتزازات الاستطالة غير المتماثلة للمجموعات (-CH₂) . هناك أيضاً ذروة عند 1735 cm^{-1} والتي ترتبط مع اهتزاز الاستطالة لمجموعات الكربونيل (C = O) تعكس القمم عند 1509 cm^{-1} و 1458 cm^{-1} الاستطالة المتماثلة للروابط (C = C) الحلقة العطرية [31] ، في حين تم تعيين الذروة عند 1241 cm^{-1} لاستطالة مجموعات الأثير (COC) .

إختبارات الثني ذو ثلاث النقاط للعينات المحضرة أظهر النتائج التالية:

بالنسبة للاجهاد:

بالنسبة للمركبات من النوع الاول ذات الاساس من الفينيل استر المقوى بالنفايات الزجاجية (FVD) لاحظنا ان اقصى قيمة كانت $\sigma \text{ max} = 61.1 \text{ MPa}$ مقارنة بالعيونة للراتنج الغير مقوى، $\sigma \text{ max} = 65 \text{ MPa}$ (FV0) حيث تقدر نسبة الزيادة 6%

بالنسبة للمركبات من النوع الاول ذات الاساس من الفينيل استر المقوى بالنفايات الزجاجية الرملية (FVDS) لاحظنا ان اقصى قيمة كانت $\sigma \text{ max} = 45.3 \text{ MPa}$ مقارنة بالعيونة للراتنج الغير مقوى، $\sigma \text{ max} = 65 \text{ MPa}$ (FV0) حيث تقدر نسبة الزيادة 30,30%

بالنسبة للمركبات من النوع الاول ذات الاساس من الفينيل استر المقوى بمزيج من النفايات الزجاجية والياف نبات الحفاء)FVDSA لاحظنا ان اقصى قيمة كانت $\sigma \text{ max} = 81.8 \text{ MPa}$ مقارنة بالعيونة للراتنج الغير مقوى $\sigma \text{ max} = 65 \text{ MPa}$ (FVE0) حيث تقدر نسبة الزيادة 20%.

بالنسبة لمعامل يونغ :

بالنسبة للمركب FVD اقصى قيمة لمعامل يونغ قدرها 109.42 Mpa عند العينة FVD60 مقارنة بمعامل يونغ للعينة FV0 قدرها 19,26 Mpa ومن خلال هذا نستنتج ان مقدار الزيادة بلغ حوالي % 82
اما بالنسبة للمركب FVDS اقصى قيمة لمعامل يونغ 75,01 Mpa عند العينة FVDS 60 مقارنة بمعامل يونغ للعينة FV0 قدرها 19,26 Mpa ومن خلال هذا نستنتج ان مقدار الزيادة بلغ حوالي %74

بالنسبة للمركب FVDSA معامل يونغ (Mpa) $E_f=183.21$ هو للعينة FVDSA 50، مقارنة مع قيمة معامل يونغ $E_f= 19.26$ (Mpa) للراتنج V الغير مقوى وهذا يدل على الدور الايجابي لنفايات الزجاجية الرملية والياغ نبات في زيادة الكفاءة الميكانيكية للمركب حيث يقدر مقدار الزيادة حوالي %89

وبالتالي فاننا استطعنا تحضير مواد مركبة باستغلال نفايات مصنع انابيب مغرب حيث وصلت اقصى قيمة للاجهاد

$$\sigma_{\max} = 80 \text{ (MPa)} \text{ للعينة FVDSA50}$$

واقصى قيمة لمعامل يونغ $E_f= 183.21$ (Mp) للعينة FVDSA50

هذا البحث هو حافظ لمواصلة الدراسة حول الاستغلال الامثل للنفايات ولتحضير مواد مركبة انطلاقا من هاته النفايات التي تكون ذات كفاءة ميكانيكية عالية.

وفي الاخير يمكن القول ان مواد التقوية سواء ان كانت غير عضوية (الالياف الزجاجية) او نباتية لها دور لايجاد في زيادة الخصائص الميكانيكية للمواد المركبة ذات اساس من الفينيل استر كما انها تساهم بذلك، في استرجاع واستغلال النفايات الناتجة عن عملية تصنيع الانابيب وغيرها على مستوى المصنع المذكور (انابيب المغرب) وبذلك يمكن ان نستعمل هذه المواد المركبة المحضرة في مجالات اخرى.

قائمة المراجع

- [1] Yohann ledru, etude de la porosite dans les materiaux composites stratifies aeronautiques, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2009, p5
- [2] Aliprandi. G, Matériaux réfractaires et céramiques techniques, Edition Septima, France, (1989), p. 489-519.
- [3] J.M.BERTHELOT, matériaux composites: comportement mécanique et analyse des structures, TEC et DOC 4eme édition, 2002.
- [4] Polymeres . structure et proprietes introction christtian Oudet.1983
- [5] Jan Široky, Barbora Široka and Thomas Bechtold. Alkali Treatments of Woven Lyocell Fabrics, Woven, 203 P,2012
- [6] مجلة العلوم التقنية ,مجلة علمية فصلية تصدرها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
- [7] Clément Meirhaeghe,Evaluation de la disponibilité et de l'accessibilité de fibres végétales à usages matériaux en France,2011,84p .
composites; Composites: Part A 37, 447-456.
- [8] M. Abdelmouleh, S. Boufi, M.N. Belgacem, A. Dufresne, 2007; Short natural-fibre reinforced polyethylene and natural rubber composites: Effect of silane coupling agents and fibres loading; Composites Science and Technology 67, 1627-1639.
- [9] David Sedan; Etude des interactions PHysico-chimiques aux interfaces fibres de chanvre/ciment. Influence sur les proprietes mecaniques du composite; Thèse de doctorat, Faculté des Sciences et Techniques, Université de Limoges, 2007.
- [10] Thi-Thu-Loan Doan, Shang-Lin Gao, Edith Mäde, 2006; Jute/polypropylene composites I.Effect of matrix modification; Composites Science and Technology 66, 952-963.
- [11] R. M. Rowell, R.A. Young, J. K. Rowel. CRC. Lewis publishers, Boca Raton, USA, (1997)

- [12] Laarej MERAD, Etude par Spectroscopie Raman et modelisation d'une resine composite RTM, Laboratoire Matériaux Optiques, photonique et Systèmes
Unité de recherche commune UPV-Metz – Supélec – CNRS,2010,p8-9
- [13] Tripathi G., Srivastava D., « Effect of Carboxyl-Terminated Poly (Butadiene-co-crylonitrile)(CTBN) Concentration on Thermal and Mechanical Properties of Binary Blends of Diglycidyl Ether of Bisphenol-A (DGEBA) Epoxy Resin », Materials Science & Engineering A, vol. 443, (2007),pp. 262-269.
- [14] [VIJA 05] Vijay I.R., Palmese G.R., « Influence of TetraHydrofuran on Epoxy–Amine Polymerization », Macromolecules, vol. 38, (2005), pp. 6923-6930.
- [15] Penn L.S., Wang H., « Epoxy Resin », Handbook of Composite, Edited by S.T. Peters, Published in 1998 by Chapman & Hall, London, ISBN 0412 540207.
- [16] Narayanan S., Schadler L.S., « Mechanisms of Kink-band Formation in Graphite/Epoxy Composites : a Micromechanical Experimental Study », Composite Materials
- [17] Karkanis P.I., Partridge I.K., Attwood D., « Modeling the Cure of a Commercial Epoxy Resin for Applications in Resin Transfer Moulding », Polymer International, vol. 41, (1996), pp. 183-191.
- [18] Potter K., « Beyond the Pin Jointed Net : Maximising the Deformability of Aligned Continuous Fibre Reinforcements », Composites Part A Applied Science and Manufacturing, vol. 33,(2002), pp. 677-683.
- [19] Wang J., Page J.R., Patod R., « Experimental Investigation of the Draping Properties of Reinforcement Fabrics », Composites Science and Technology, vol. 58, (1998), pp. 229-231.
- [20] Escola M.A., Moina C.A., Nino Gomez A.C., Ybarra G.O., « The Determination of the Degree of Cure in Epoxy Paints by Infrared Spectroscopy », Polymer Testing, vol. 24, (2005),pp. 572-575.

- [21] Laarej MERAD, Etude par Spectroscopie Raman et modelisation d'une resine composite RTM, Laboratoire Matériaux Optiques, photonique et Systèmes Unité de recherche commune UPV-Metz – Supélec – CNRS,2010,p8-9
- [22] Proulx P.P., Cormier G., Capohianco J.A., Champagnon B., Bettinellis M., « Spectroscopie Raman et Raman à Basses Fréquences dans des Verres de Métaphosphate de Plomb, de Zinc et de Baryum Dopés avec l'Ion Eu^{3+} », Journal of physics Condens. Matter 6, (1994), pp. 215-283.
- [23] Balnois, E., Busnel, F., Baley, C., Grohens, Y. An AFM study of the effect of chemical treatments on the surface microstructure and adhesion properties of flax fibres. Composite Interfaces, 2007, v.14, n.7-9, p.715-731.
- [24] Balnois, E., Busnel, F., Baley, C., Grohens, Y. An AFM study of the effect of chemical treatments on the surface microstructure and adhesion properties of flax fibres. Composite Interfaces, 2007, v.14, n.7-9, p510.
- [25] Laarej MERAD, Etude par Spectroscopie Raman et modelisation d'une resine composite RTM, Laboratoire Matériaux Optiques, photonique et Systèmes Unité de recherche commune UPV-Metz – Supélec – CNRS,2010,p8-9.
- [26] A.R. Bunsell, _Fibre reinforcements for composite materials_, Composite Materials Series Vol2, Elsevier, 1988.
- [27] K. Rot, M. Huskic, M. Makarovic, T. Ljubic, M. Zigon, _Interfacial effect in glass brecomposite as a function of unsaturated polyester resin composition_, Composite Part A, 2001
- [28] [8] B. Mortaigne, _ Vieillissement hydrolytique de polyesters insaturés réticulés par le styrène_Thèse de Doctorat, 1989
- [29] <http://www.maghrebpip.com/usine>
- [30] D. Dai et M. Fan, «Investigation of the dislocation of natural fibres by Fourier-transform infrared Spectroscopy». Vibrational Spectroscopy, (2011), Vol. 55, pp. 300–306.

[31] N. Cordeiro, C. Gouveia et M. Jacob John, « Investigation of surface properties of physico-chemically modified natural fibres using inverse gas chromatography». *Industrial Crops and Products*, (2011), Vol. 33, pp. 108–115.

[32] Y. Wang, B. Tong, S. Hou, M. Li et C. Shen, «Transcrystallization behavior at the poly (lactic acid)/sisal fibre biocomposite interface». *Composites Part A:Applied Science and Manufacturing*, (2011), Vol. 42, pp. 66–74.

الملخص :

هذا العمل يعتمد على تطوير مواد مركبة ذات أساس من الفينيل أستر مدعم بالنفايات الناتجة عن مصنع (أنابيب مغرب). تم تحضير ثلاث أنواع من العينات: العينة الأولى مصفوفة الفينيل مدعمة بنفايات الزجاج بنسب وزنية 10 ، 20 ، 30 ، 40 ، 50 % . الثانية مصفوفة الفينيل مدعم بنفايات زجاجية رملية بنفس النسب الوزنية المذكورة أعلاه الثالثة مصفوفة من الفينيل مقوى بمزيج من النفايات الزجاجية وألياف الحلفاء. من بين الاختبارات المستعملة، اختبار FTIR، اختبار الثني ذو ثلاث نقاط. الاختبارات الميكانيكية أظهرت تحسن كبير في الكفاءة الميكانيكية للعينات المدعمة بالنفايات مقارنة بالراتنج غير المدعم. حيث بلغت أقصى قيمة للإجهاد 81.8 MPa للعينة (FVDSA50) بزيادة تقدر ب 20,53 % مقارنة بعينة الراتنج غير المدعم. كذلك بالنسبة لمعامل يونغ للثني حيث بلغت قيمته 183.21 MPa بزيادة تقدر ب 89,52 % مقارنة بعينة الراتنج غير المدعم. وبالتالي يمكن القول أن هذا النهج يمكن أن يوفر قدرات تنبؤ جيدة ويفتح آفاقاً لتحسين هذه المواد.

الكلمات المفتاحية: النفايات، مواد مركبة، الثني، فينيل أستر، الإلتصاق.

Abstract :

Ce travail se basé sur le développement de matériaux composites à base de vinyl ester renforcés par les déchets générés par l'usine (ANABIB MEGHREB).

Trois types d'échantillons ont été préparés

Le premier échantillon est une matrice de vinyle renforcée par des déchets de verre de 10, 20, 30, 40 et 50%.

Le deuxième échantillon est une matrice de vinyle renforcée par des déchets de verre-sable.

Le troisième est une matrice de vinyle ester renforcé avec un mélange de déchets de verre et de fibres Alfa.

Les tests utilisés : IRTF, test de flexion en trois points.

Les résultats mécaniques ont montré une amélioration significative en comportement mécanique du matériau renforcé par les déchets par rapport à la résine neutre.

La valeur de contrainte maximale était 124 MPa pour l'échantillon avec une augmentation de 20%. Le module de Young était de 147 avec une augmentation de 45 par rapport à l'échantillon xxx. On peut donc affirmer que cette démarche peut fournir de bonnes capacités de prédiction et ouvre des perspectives d'amélioration de ce matériau.

Mots clés : déchets, composite, flexion, venyl ester, adhésion.