استخدام الأقمشة الزجاجية غير المنسوجة مع سوائل البولى استر المكوبلت فى إنتاج الحوائط الفاصلة والأرضيات بصفات مقاومة عالية

The use of glass non-woven fabrics with cobalt polyester fluids In the production of partition walls and floors with high Resistance properties

م. د/ طارق أحمد محمود عبد الله راشد

المدرس بشعبة النسيج – قسم التعليم الصناعى - كلية التربية جامعة حلوان

Dr. Tarek Ahmed Mahmoud Abd Alla Rashed

Lecturer at industrial learning department - Faculty of Education – Helwan University

Tarekahmedrashed1973@gmail.com

الملخص :

تعتبر مشكلة عدم كفاءة بعض أنواع الخرسانة العادية فى تحمل الإجهادات فى ظروف إنشائية ومناخية خاصة . وتأثر الحوائط الفاصلة والأرضيات والأسقف المعلقة بإجهادات الشد والضغط والإنحناء أثناء التنفيذ من المشكلات التى تواجه الأعمال الإنشائية المعمارية . ويهدف البحث الى تقديم تجارب عملية للحوائط الفاصلة والأرضيات مدعمة بالألياف النسجية ، وقد ركز البحث على دراسة السلوك الميكانيكى للخلطات المنتجة معملياً والجانب الإقتصادى بعد إضافة الألياف ذات القوة العالية مثل ألياف الزجاج لعمل الحوائط الفاصلة والأسقف والأرضيات . وقد تم إنتاج ثلاثة مجموعات للعينات :

المجموعة الأولى : (عينات ١ كجم بولى استر مضافة الى ..) (٣ ، ٦ ، ٩ طبقات ألياف زجاج)

المجموعة الثانية : (عينات ½ كجم بولى استر مضافة الى ..) (٣ ، ٦ ، ٩ طبقات ألياف زجاج)

المجموعة الثالثة : (عينات ¼ كجم بولى استر مضافة الى ..) (٣ ، ٦ ، ٩ طبقات ألياف زجاج

– يتضح من النتائج إرتفاع إجهاد الشدد للعينة (١ كجم بولى إستر / ٦ طبقات ألياف زجاج) وإرتفاع إجهاد الضغط للعينة (١ كجم بولى إستر / ٣ طبقات ألياف زجاج) ، وإرتفاع إجهاد الإنحناء للعينة (١ كجم بولى إستر / ٩ طبقات ألياف زجاج) ، وإرتفاع صلابة العينة (١ كجم بولى إستر / ٩ طبقات ألياف زجاج) ، بالمقارنة بالعينات الأخرى . ويرجع ذلك الى تغطية كل مساحة العينة بكمية البولى الإستر داخلياً وخارجياً .

– يرى الباحث أن العينة الأولى بالمجموعة الثالثة (¼ كجم بولى استر مكوبلت / ٣ طبقات ألياف زجاج) تعتبر العينة المثالية ولها جانب إقتصادى جيد .

الكلمات المفتاحية :

ألياف الزجاج –البولى استر– الحوائط الفاصلة - الأرضيات

Abstract

The problem of produce normally concrete is how this production is suitable suitable to Separated walls and grounds with good reinforced characters

This research **aims** to produce separated walls and grounds. The research studies the effect of deference layers of glass fabrics on strengths with deferent amount of polyester / cobalt liquids. Shedding light on the economic aspects after the proposed production operations.

This research produce three groups of samples :

- The first group : (samples of 1 kg polyester, added to ..) (3, 6, 9 layers of glass fibers)

- The Second group : (samples kg of polyester added to ..) (3, 6, 9 layers of glass fiber)
- The Third group : (samples kg of polyester added to ..) (3, 6, 9 layers of glass fibers)

Research results:

- The research confirmed that the sample (1 Kg polyester / 6 layers glass fabrics) is the best , in case of covering all sample area by polyester liquid inside and outside the glass fabric layers
- The research confirmed that the sample (1 Kg polyester / 3 layers glass fabrics) is the best , in case of covering all sample area by polyester liquid inside and outside the glass fabric layers
- The research confirmed that the sample (1 Kg polyester / 9 layers glass fabrics) is the best , in case of covering all sample area by polyester liquid partially inside and holly outside the glass fabric layers .
- The research confirmed that the sample (1 Kg polyester / 9 layers glass fabrics) is the best , in case of covering all sample area by polyester liquid partially inside and holly outside the glass fabric layers .

***** The researcher believes that the First sample in the third group (¼ kg cobalt polyester / 3 layers of glass fibers) is considered the best sample due to its great advantage in stress, pressure, bending and stiffness. Considering the less glass fiber and the less cobalt polyester . it is considered economically sample.

Key Words :

Glass fiber - polyester - partition walls - floors

مقدمه Introduction :

بالرغم من مرور فترة طويلة على استعمال الحرفيين للألياف كالقش المقطع وشعر الحيوان فى مواد البناء كالأرضيات والأسقف ، إلا أن المهندسين فى الآونة الأخيرة بدأوا فى إضافة الألياف النسجية فى الصناعات المعمارية والإنشائية ، ويعتبر الإسمنت المضاف إليه الألياف النسجية التطبيق الأمثل لإستخدام الألياف النسجية بصورة واسعة .

وهناك تجارب فى حقول كثيرة حول إضافة الألياف النسجية الى مواد لإنتاج مادة البلاستيك المسلحة بالألياف الزجاجية Glass fibers reinforced plastics أو المواد المعدنية المسلحة بألياف الكربون Carbon fibers reinforced metals . ويعتمد السلوك الميكانيكى لهذه الخلطات على إضافة الألياف ذات القوة العالية مثل ألياف الزجاج لعمل الأسقف والأرضيات أساساً على قدرة الإجهاد النسبى Strain Capacities للمواد المركبة .

وتقسم المركبات عادة الى قسمين كالآتى [١] :

1) مركبات مضافة الى الخلطة تزيد قدرة إجهادها عن قدرة إجهاد الألياف النسجية .

2) مركبات تستخدم فيها ألياف نسجية تزيد قدرة إجهادها عن قدرة إجهاد الخلطة .

مشكلة البحث Statement of the problem :

- قلة كفاءة بعض أنواع الخرسانة العادية ذات الأحمال الثقيلة فى تحمل الإجهادات فى ظروف إنشائية ومناخية خاصة .
- تأثر الحوائط الفاصلة والأرضيات بإجهادات الشدد والضغط والإنحناء أثناء التنفيذ .
- الجانب الإقتصادى المرتفع فى إنتاج الحوائط أو الأرضيات الخرسانية .

أهمية البحث Study Significance :

تتضح أهمية البحث فى النقاط التالية :

- انتاج حوائط فاصلة وأرضيات بإستخدام خامات نسجية مقوية وبتكنولوجيا مصرية .
- إنتاج قطاعات من ألواح ألياف الزجاج وسوائل البولى استر المكوبلت مقاومة للإنحناء للتأكد من صلاحيتها للصب كحوائط فاصلة وأرضيات .
- إلقاء الضوء على الجوانب الإقتصادية بعد عمليات الإنتاج المقترحة .

منهجية البحث Methodology of research :

- يتبع البحث المنهج التجريبى والتحليلى.

هدف البحث Objective of research :

- تشكيل ألواح من ألياف الزجاج وسوائل البولى استر المكوبلت وهى خضراء الى الوحدات المقترحة " حوائط فاصلة وأرضيات ".
- عمل قطاعات من ألواح ألياف الزجاج وسوائل البولى استر المكوبلت لمقاومة الإنحناء للتأكد من صلاحيتها للصب كحوائط فاصلة وأرضيات .

التجارب العملية Practical experiences

- تم فى هذا البحث دراسة تأثير إختلاف طبقات ألياف الزجاج على الإجهاد فى حالة استخدام كميات مختلفة من سوائل البولى إستر المكوبلت .
- تم عمل هذه التجارب معملياً بشعبة الصناعات النسجية بقسم التعليم الصناعى بكلية التربية جامعة حلوان .
- تم قياس جميع النتائج بمعامل مركز بحوث الإسكان والبناء – التابع للمركز القومى للبحوث بالدقى ، فى أجواء قياسية.

الخطوات الإجرائية للبحث .Procedural steps for research

وقد تم إنتاج أربعة مجموعات للعينات :

- المجموعة الأولى : (عينات ١ كجم بولى استر مضافة الى ..) (٣ ، ٦ ، ٩ طبقات ألياف زجاج)
- المجموعة الثانية : (عينات ½ كجم بولى استر مضافة الى ..) (٣ ، ٦ ، ٩ طبقات ألياف زجاج)
- المجموعة الثالثة : (عينات ¼ كجم بولى استر مضافة الى ..) (٣ ، ٦ ، ٩ طبقات ألياف زجاج)

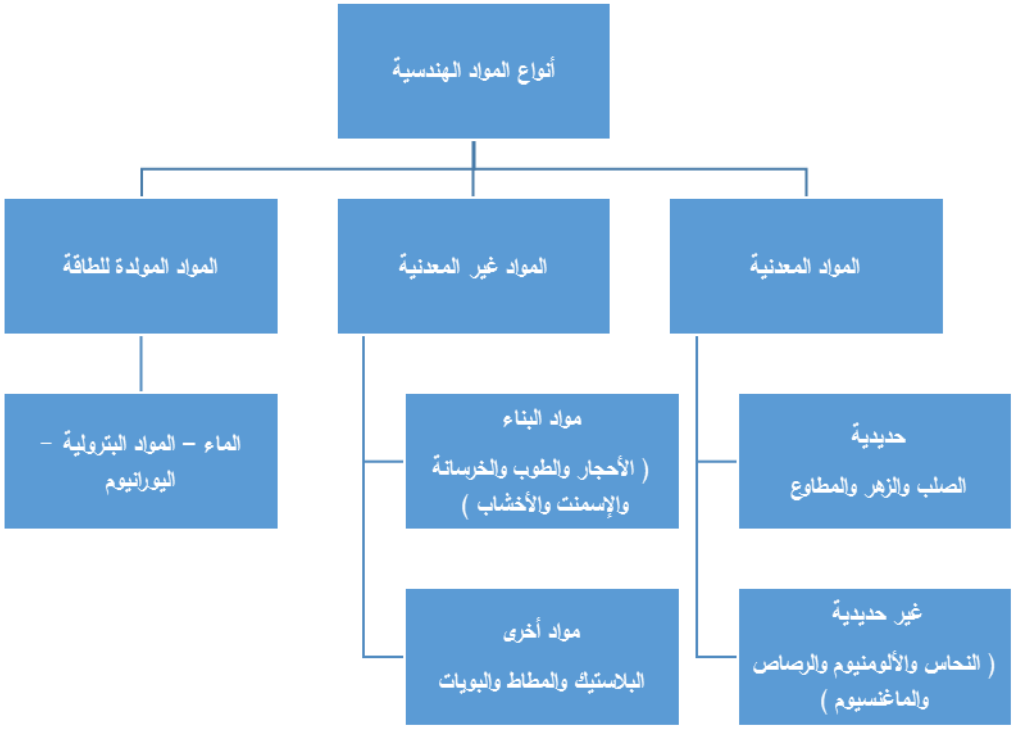
تم فى هذا البحث تحضير المواد الهجينة ذات الأساس البوليمرى بطريقة الصب اليدوى وبإستخدام إناء مصنوع من الإستنالستيل Stainless Steel حيث يتم وضع ٢/١ الكمية المحددة من السائل المحتوى على البولى إستر الموكبلت فى أرضية الإناء ثم نضع بعد ذلك طبقات ألياف الزجاج غير المنسوجة ثم نضع فوقها نصف الكمية الآخر من السائل المحتوى على البولى إستر الموكبلت وتُترك لمدة ٦٠ دقيقة فى درجة حرارة ٣٠ م تقريباً ليتم تشبع طبقات ألياف الزجاج بسوائل البولى إستر الموكبلت ثم يتم تصلبها بفعل المصلب المضاف الى السائل .

مقدمه Introduction :

مرت العمليات الإنشائية بالعديد من المراحل وتم استخدام العديد من المواد فى إنشاء الحوائط الفاصلة مثل الحجر الطبيعي وهو المادة التقليدية التي كانت تبنى منها الحوائط الفاصلة بالاستعانة بالمونة كمادة رابطة . اللِّبن الترابي وهو مادة تقليدية تُصنع من خلط التراب الناعم بالقش [٨] ، ثم بالماء وتُصب في قوالب بشكل متوازي المستطيلات وتُترك لتجف بأشعة الشمس، لتشكل أحجار صناعية خفيفة المتانة نسبياً وتتأثر بالرطوبة. وتُستعمل مع المونة الترابية لبناء الحوائط الفاصلة الآجر الترابي وهو من الأحجار الصناعية الحديثة نسبياً، إذ يوضع التراب الناعم المخلوط بالماء ضمن قوالب نظامية، ثم يوضع في الفرن لدرجة حرارة ١٤٠٠ م فينتج منه حجر صناعي ذو متانة جيدة، ومقاوم جيد للرطوبة. الآجر الرملي الجيري وهو من الأحجار الصناعية الأحدث نسبياً وباستعمال مادتي الرمل والجير مع خلطها بالماء . البلوك الإسمنتي هو من الأحجار الصناعية الحديثة المكونة من الرمل والإسمنت والماء والمصبوبة بقوالب تحت الضغط ، وهو عملياً من أنواع الخرسانة . يمكن أن يكون البلوك مصمتاً، وذا متانة عالية، ويستعمل عندها في إنشاء الجدران . كما يمكن أن يكون مفرغاً، وذا متانة ضعيفة نسبياً ، ويستعمل عندها في العناصر الإنشائية كالحوائط الفاصلة [٩] .

المواد الهندسية :

هى المواد التى تُستخدم فى أعمال المنشآت مثل الأحجار والطوب والمواد الأسمنتية والخرسانية والأخشاب والبلاط والقراميد والبلاستيك والمطاط والمعادن والزجاج ومواد تغطية الأرضيات والأسقف ومواد التثبيت واللحام والمواد العازلة ... [٨] ، ويوضح الشكل (١ - ١) أنواع المواد الهندسية المستخدمة فى أعمال الإنشاءات الداخلية والخارجية .



شكل (١ – ١) : أنواع المواد الهندسية المستخدمة فى الإنشاءات

إختيار المواد الهندسية :

إختيار المواد معناه قياس مدى صلاحية المادة للإستعمال فى الأغراض المعينة . ويجب أن يوضع فى الإعتبار أن المادة لا تتأثر عند إساءة الإستعمال . كما أن المادة الثابتة والتصميم الصحيح يؤكدان معاً سلامة المنشأ فى حدود الإستعمال المقصود [٩] .

وقد استخدم فى البحث المواد غير المعدنية كنوع من أنواع المواد الهندسية ، ومن أمثلتها البولى استر كنوع من أنواع البلاستيك مدعوماً بألياف الزجاج غير المنسوج .

وهناك مصدران يحصل منهما المصمم على البيانات اللازمة فى إختيار المواد ، وهما :

1) تقارير تبين مدى كفاءة المواد عند الإستعمال الواقعى .
2) نتائج الإختبارات التى أجريت على المواد لبيان خواصها حتى يمكن إعداد مواصفاتها .

ويجب عند إستعمال وإختبار المواد مراعاة الآتى :

1) متطلبات الإستخدام .
2) المتطلبات الإقتصادية .
3) متطلبات التصنيع .

من الإستعمالات الشائعة للراتنجات فى المنشآت المعمارية والإنشائية ما يلى :

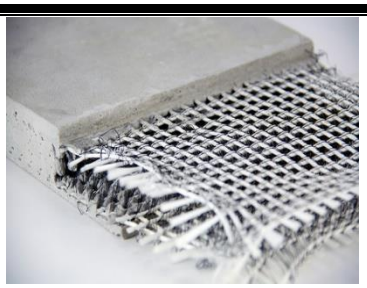
1) كسائل مضاف الى الخرسانة للحصول على خواص معينة مثل زيادة قابلية الخرسانة للتشغيل ومقامة الشد .
2) كراتنج سائل يستخدم كوسيط لحام بدلاً من الإسمنت لإنتاج ما يسمى بالخرسانة أو المونة الراتنجية .
3) مادة لاصقة للحام الخرسانة الجديدة بالقديمة أو للصق الوحدات السابقة الصب أو للصق الحديد مع الخرسانة .
4) كدهان ومادة عازلة لغلق المسام السطحية ومنع تسرب المياة والسوائل الأخرى .
5) كرقائق من البلاستيك فى الفواصل لمنع تسرب المياة فى المنشآت المائية .
6) كألياف بلاستيك أو أسياخ بلاستيك لتسليح وتقوية الخرسانات .
7) كفرم لأعمال الخرسانة من ألواح البلاستيك .

ويوجد فى مصر نوعين من الألياف التى تناسب الإستخدام فى خرسانة الألياف وهما :

(1)ألياف الزجاج التى تتميز بمقاومة عالية للمواد الكيماوية والقلويات .
(2)ألياف الهاركس المصنوعة من الصلب الغير قابل للصدأ .

وتستعمل خرسانة الألياف فى عدة أغراض إنشائية منها [١] :

(1)ملئ الشروخ فى الوحدات والعناصر الخرسانية المختلفة .
(2)تنفيذ الأساسات المعرضة لإهتزازات والأحمال المتحركة .
(3)إعادة ترميم الطرق وممرات الطائرات وأرضيات المصانع .
(4)تنفيذ وعمل قمصان للأعمدة الخرسانية بغرض تقويمها .
(5)تغليف الأعمدة الحديدية بغرض وقايتها من المؤثرات الخارجية .
(6)تنفيذ المنشآت والمبانى العسكرية والحربية .
(7)تنفيذ الطبقات الخرسانية المعرضة للبرى والإحتكاك .



شكل (١ – ٢) : خرسانة الألياف المسلحة

تاريخ صناعة البولي استر :

في عام ١٩٢٦ ، في الولايات المتحدة بدأ دو بونت دي نيمور البحث في جزيئات كبيرة ، اهتم الكيميائيون في البحوث البريطانية بدراسات دو بونت ، وأسفر هذا العمل عن ظهور ألياف البولي استر .

وفي عام ١٩٤٦ ، اشترت شركة دو بونت حق إنتاج ألياف البولي استر هذه في الولايات المتحدة، وأجرت الشركة بعض أعمال التطوير ، وفي عام ١٩٥١ ، بدأت في تسويق الألياف تحت اسم داكرون، وخلال السنوات التالية ، أصبحت العديد من الشركات مهتمة بألياف البولي استر وأنتجت نسخًا خاصة بها من المنتج للاستخدامات المختلفة ، واليوم هناك نوعان أساسيان من البولي استر،(البولي ايثيلين تيريفثاليت، وبولي سيكلو هكسين) وعلى الرغم من أن البولي سيكلو أكثر مرونة وتناسب مع الاستخدامات الثقيلة للمستهلكين ، مثل الستائر وأغطية الأثاث، يفضل استخدام البولي تيريفثاليت في الأقمشة لأنها تقاوم التجاعيد والبقع وتحتفظ بشكلها [١٥] .

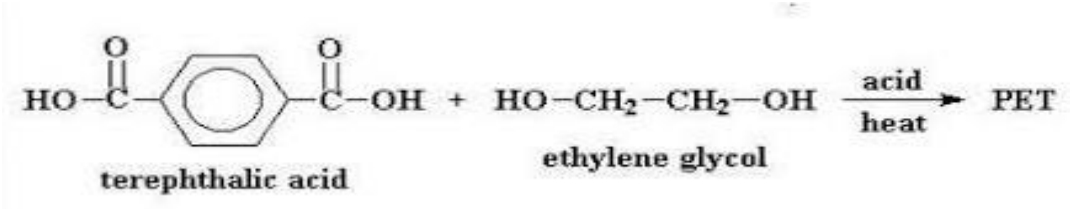
المواد الأولية للبولي استر

البولي استر هو مصطلح كيميائي يمكن تقسيمه إلى بولي وهذا يعني الكثير، واستر وهو مركب كيميائي عضوي أساسي، والعنصر الرئيسي المستخدم في صناعة البوليستر هو الإيثيلين ، المشتق من البترول، وفي هذه العملية يكون الإيثيلين هو البوليمر، وهو أساس البناء الكيميائي للبولي استر، وتسمى العملية الكيميائية التي تنتج البولي استر النهائي بالبلمرة .

أنواع البولى استر .

تم تصنيف مادة البولى استر الى نوعين أساسين : البولى استر المشبع وغير المشبع

- البولى استر المشبع : ويتكون ذلك النوع من السوائل الجزيئية منخفضة الوزن ، كالجليكول.
- البولى استر غير المشبع : يتكون من الراتنجات الناتجة عن التصلد الحرارى والتى تتميز بعدم تشبع الفينيل ، وهذا النوع من البولى استر يدخل فى صناعة البلاستيك المقوى ، وهو نوع اقتصادى بشكل كبير .



الخصائص الفيزيائية [١٦] .

تبلغ الكثافة النسبية لراتنج البوليستر غير المشبع حوالي ١,٢٠ ، ويكون انكماش الحجم كبيرًا في وقت المعالجة. بعض الخصائص الفيزيائية هي كما يلي :

1. المقاومة الحرارية . تحتوي معظم راتنجات البولي استر غير المشبعة على درجة حرارة تشويه حرارية تتراوح من ٥٠ إلى ٦٠ درجة مئوية ، وبعض الراتنجات المقاومة للحرارة جيدة يمكن أن تصل إلى ١٢٠ درجة مئوية.
2. الخواص الميكانيكية. راتنجات البولي استر غير المشبعة ذات قوة عالية مثل التمدد والانحناء والضغط.
3. المقاومة الكيميائية. راتنجات البوليستر غير المشبعة ذات أداء جيد ضد الماء ، الأحماض المخففة والقلويات المخففة ، ومقاومة ضعيفة للمذيبات العضوية.
4. خصائص العزل . خصائص العزل الكهربائي لراتنج البولى استر غير المشبع جيدة .
5. البولى استر قليل الإمتصاص للماء ، وهذه الخاصية تساعده على الجفاف السريع .
6. البولى استر مقاوم للعفن ولضوء الشمس .
7. يمكن إعطاءه صفات لميع أو نصف لميع أو ملون .

الخواص الكيميائية

يمكن أن يتعرض رابط الإستر الموجود في السلسلة الرئيسية إلى تفاعل التحلل المائي ، ويمكن للحامض أو القاعدة أن يسرع التفاعل . ويمكن تقليل تفاعل التحلل المائي إلى حد كبير.

في الوسط الحامضي ، يكون التحلل المائي قابلاً للانعكاس وغير مكتمل ، لذلك يستطيع البولي استر مقاومة هجوم الوسط الحامضي .

في الوسط القلوي ، نظرًا لتكوين أنيون كربوكسيل مستقر ، يصبح التحلل المائي لا رجعة فيه ، لذلك فإن البولي استر مقاوم للقلويات .

يمكن أن تتفاعل مجموعة الكربوكسيل في نهاية سلسلة البولي استر مع أكسيد فلز أرضي قلوي أو هيدروكسيد (على سبيل المثال ، MgO، CaO، Ca (OH) 2 ، وما إلى ذلك) لتوسيع السلسلة الجزيئية من البولي استر غير المشبع . يمكن أن يكون امتداد السلسلة الجزيئية بحيث تكون اللزوجة الأولية من ٠,١ إلى ١,٠ باسكال من راتنج سائل لزج ، وتزداد اللزوجة بشكل حاد إلى ١٠٣ باسكال أو أكثر في فترة زمنية قصيرة حتى تصبح غير قابلة للتدفق ، غير لزجة مادة تشبه الهلام. عندما يكون الراتينج في هذه الحالة ، فإنه غير متشابك ، فإنه لا يزال قابل للذوبان في مذيب مناسب ولديه سيولة جيدة عند التسخين .

1. يتأثر البولى استر بالأحماض تأثيراً بطيئاً ، وبشكل عام فهو مقاوم للأحماض خفيفة التركيز.

2. يتفاعل البولى استر مع القلويات مثلها مثل الأحماض ، ما عدا مركبات الأمونيا .

3. لا تؤثر المواد المؤكسدة والمختزلة على البولى استر فى درجات الحرارة المنخفضة ، ولكن قد يفقد شيئاً من قوته أثناء الغليان .

الألياف الزجاجية .

تُصْنع الألياف الزجاجية من الرمل ، وبعض المواد الخام الأخرى المستعملة في صناعة الزجاج العادي [١٦] .

الطريقة الأولى :

تُسخن المواد الخام وتُشكل علي هيئة قطَع زجاجية كروية صغيرة ، ويتم فحصها للتأكد من نقائها. ثم تصهر الكرات الزجاجية في فرن كهربائي خاص ، وينساب الزجاج المصهور عبر ثقوب صغيرة جداً في قاع الفرن ، حيث يسقط على أسطوانة تدور بسرعة أكبر من السرعة التي ينساب بها الزجاج وهناك شداده ، تشد الألياف وتطيلها إلى أن تتخذ شكل حبال دقيقة ثابتة. وتستطيع الأسطوانة أن تسحب ٣،٢ كم من الألياف في الدقيقة الواحدة . ويمكن سحب أكثر من ١٥٠ كم من الألياف من كرة زجاجية واحدة ذات قطر طوله ١٦ مم . ويُمكن لف الألياف معاً في شكل خيوط وحبال ، كما يمكن غزل الخيوط في نسيج وشرائط وأنواع أخرى من الأقمشة .

الطريقة الثانية :

وهناك طريقة أخرى تسمى عملية الصهر المباشر، وفيها تُحذف خطوات صناعة الكرات الزجاجية . حيث تُصنع كتل الألياف الزجاجية أو صوف الألياف الزجاجية بطريقة مختلفة نوعاً ما. حيث يصهر الرمل والمواد الخام الأخرى في فرن ، وينساب الزجاج المصهور عبر ثقوب صغيرة في الفرن . ويقابل الزجاج المصهور ضغط عالٍ نفاث من البخار ، يسحبه إلى ألياف دقيقة يتراوح طولها بين ٢٠ و٣٨ سم .

بعض استخدامات ألياف الزجاج .

شعيرات ألياف الزجاج | ألياف الزجاج المنسوجة | ألياف الزجاج غير منسوجة

ألياف الزجاج المستخدمة فى عمل الأرضيات | ألياف الزجاج كأرضيات

ألياف الزجاج المستخدمة فى تبطين الحوائط

شكل (١ – ٣) : بعض استخدامات ألياف الزجاج فى الإغراض الصناعية

يوضح الشكل رقم (١ – ٣) بعض استخدامات ألياف الزجاج المنسوجة وغير المنسوجة فى الأغراض الصناعية ، مثل تبطين الترع وجداول المياة بالخرسانة المسلحة بالألياف ، أو تدعيم بلاطات السيراميك والبورسلين لزيادة قوتها وخاصة فى الأماكن الخارجية من المنشئات ، الى جانب تدعيم الحوائط الفاصلة ذات الطوب الأحمر لزيادة العزل ولإكسابها متانة ومقاومة عالية للضغط وللصدمات .

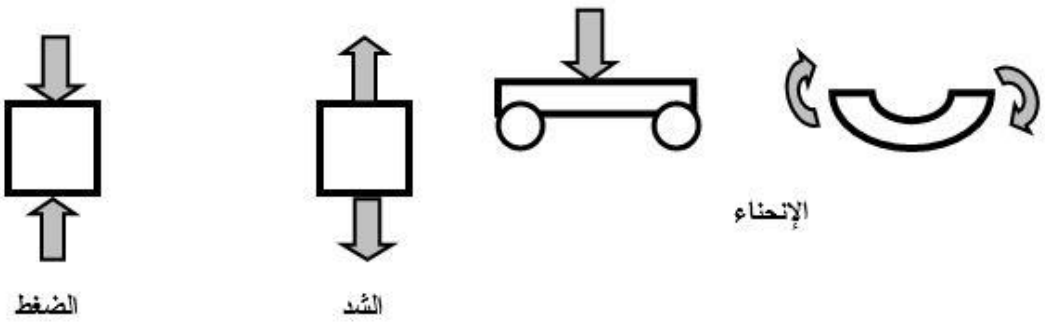
البولى استر المكوبلت .

يتم الحصول على ألياف البولى استر من تكاثف الإيثيلين جليكول مع حامض التريفتاليك أو الإستر ميثلين للحامض . والإيثيلين من أهم المواد الكيماوية العضوية الصناعية ، وهى مادة سهلة التحضير تنتج عن التحلل الحرارى للبترول . كما يتم تحضير حامض التريفتاليك من البترول حيث يؤكسد الإيثلين بواسطة الأكسجين الجوى الجوى مع وجود مادة مساعدة هى أكسيد الإيثيلين ويحلل بالتميؤ الى الجليكول . والجليكول إيثيلين سائل لزج يذوب فى الماء والكحول وهو شديد الإمتصاص للرطوبة . ويتم التفاعل بالتسخين الى درجة حرارة مرتفعة وفى جو خال من الهواء (الأكسجين) ويستمر التفاعل حتى تبلغ درجة التكاثف ٨٠ .

تبلغ درجة إنصهار ألياف البولى استر ٢٤٩ درجة مئوية وهى أعلى درجة إنصهار للألياف الكيماوية بعد ألياف النايلون التى تبلغ درجة إنصهارها ٢٦٣ درجة مئوية .

المقاومة Strength

هى مقاومة المادة لأى حمل مؤثر . وتعرف بالمقاومة للضغط إذا كان الحمل المؤثر حمل ضغط ، والمقاومة للشد إذا كان الحمل المؤثر حمل شد . وتقاس المقاومة بوحدات الإجهاد . كما أن المقاومة قد تكون للإنحناء . وتعرف أقصى مقاومة بأنها أكبر إجهاد تتحمله المادة تحت تأثير الحمل المؤثر ببطء حتى الكسر .



شكل (١ – ٤) : رسم توضيحى يبين تأثير الإختبارات الميكانيكية على العينات

يوضح الشكل رقم (١ – ٤) رسم توضيحى مبسط لإتجاهات تأثير الإختبارات الميكانيكية - الشد والضغط والإنحناء - على العينات المستخدمة بالتجربة ، وهو الإتجاه الذى تسلكه الأجهزة الميكانيكية المستخدمة فى القياسات .

الإختبارات المستخدمة فى هذا البحث :

تم استخدام أربعة اختبارات ميكانيكية وفيزيائية للتعرف على خواص المادة المركبة ، وهذه الإختبارات هى :

- **اختبار اجهاد الشد Tensile Test**

حيث اعتمدت المواصفة القياسية ASTM - C 297/C297M-04 فى الحصول على نتائج الإختبارات .

- **اختبار الضغط Pressure Test .**

حيث اعتمدت المواصفة القياسية ASTM - C 365 – 03 فى الحصول على نتائج الإختبارات .

- **اختبار إجهاد الإنحناء curvature stress Test .**

حيث اعتمدت المواصفة القياسية ASTM - C 393 – 00 فى الحصول على نتائج الإختبارات .

- **اختبار الصلابة Hardness Test**

حيث اعتمدت المواصفة القياسية ASTM - D4060 فى الحصول على نتائج الإختبارات .

ظروف التشغيل والإختبارات .

تم إجراء جميع الاختبارات والحصول على النتائج المدونة بالبحث بمعمل اختبار المواد بمعمل بحوث الإسكان ومواد البناء بالدقى ، جمهورية مصر العربية .

- كل الاختبارات قد تمت عند ٢٣ مْ ودرجة رطوبة ما بين ٥٠ – ٦٠ % .
- جميع الأجهزة المستخدمة كانت معايرة .

إختبار الصلابة .

هى الخاصية التى يمكنها من الإحتفاظ بشكل سطحها سليماً متماسكاً تحت تأثير الأحمال . وقد تعرف الصلادة بأنها قدرة المادة لمقاومة البرى نتيجة الإحتكاك أو المقاومة للخدش أو القطع أو حدوث علامة بها .

Universal Testing Machine وهى مصممة لإجراء إختبارات الشد والضغط والإنحناء.

Special Testing Machine وهى مصممة لإجراء إختبارات الصلادة Hardness.

إختبار الشد .

هو عملية تجرى على قطعة إختبار لتعيين خواصها تحت تأثير حمل الشد المحورى فى إتجاه واحد ، ويعتبر إختبار الشد من أكثر الإختبارات شيوعاً فى الإستخدام خاصة وأنه من أسهل الإختبارات الميكانيكية فى إجرائه وتستند معظم المواصفات القياسية الى إختبار الشد كأساس لبيان خواص المواد المعدنية .

إختبار الضغط :

تفضل عينة الإختبار الإسطوانية عن الأشكال الأخرى لأنها تعطى إجهادات منتظمة وكثيراً ما تختبر عينات مربعة أو مستطيلة المقطع . فمثلاً فى العينات المصنعة مثل البلاط فإنه يصعب عمل عينة مستديرة .

$$\text{إجهاد الضغط الأقصى } f = \frac{\text{الحمل المؤثر } P}{\text{مساحة مقطع العينة } A}$$

إختبار الإنحناء :

يعتبر الجسم فى حالة إنحناء إذا تعرض الى حمل أو مجموعة من الأحمال بحيث يتولد عنها إجهادات شد على جزء من مقطع الجسم مصحوبة بإجهادات ضغط على باقى المقطع .

المواد المستخدمة فى التجارب الحالية :

تم فى هذا البحث استخدام الخامات التالية :

1) ألياف الزجاج غير المنسوجة من نوع E-Glass الزجاجية وهو النوع الأكثر شيوعاً بين أنواع ألياف الزجاج ، من إنتاج شركة (Owens Corning) L G

ذات المواصفة التالية :

إستطالة %	مرونة كجم/ملى^{2}	متانة جرام / دنير	وزن نوعى جرام / سم^{3}	الإمتصاص %	مقاومة الحرارة
٢	٢٠٠	٦,٥	٢,٥٤	٠,١	٧٣٢ م

2) سائل البولى إستر تايوانى المنشأ .

3) مساعد مصلب ١٠ جرام كوبلت / كجم بولى استر .

4) مصلب ٣٠ جرام بيروكسيد / كجم بولى استر .

هدف التجربة

– إمكانية تشكيل ألواح ألياف الزجاج وسوائل البولى استر المكوبلت وهى خضراء الى الوحدات المقترحة " حوائط فاصلة وأرضيات " .

– قياس كفاءة قطاعات ألواح ألياف الزجاج وسوائل البولى استر المكوبلت لمقاومة الإنحناء للتأكد من صلاحيتها للصب كحوائط فاصلة وأرضيات .

– تحقيق عائد إقتصادى مناسب ، بالإعتماد على مكونات وتكنولوجيا مصرية .

التجارب العملية :

– تم فى هذا البحث دراسة تأثير إختلاف طبقات ألياف الزجاج على إجهاد الشدد وإجهاد الضغط وإجهاد الإنحناء وإجهاد الصلابة ، وذلك فى حالة استخدام كميات مختلفة من سوائل البولى إستر المكوبلت .

– تم عمل هذه التجارب معملياً بشعبة الصناعات النسجية بقسم التعليم الصناعى بكلية التربية جامعة حلوان .

– تم فى هذا البحث تحضير المواد الهجينة ذات الأساس البوليمرى بطريقة الصب اليدوى وبإستخدام إناء مصنوع من الإستنالستيل Stainless Steel حيث يتم وضع ٢/١ الكمية المحددة من السائل المحتوى على البولى إستر المكبلت فى أرضية الإناء ثم نضع بعد ذلك طبقات ألياف الزجاج غير المنسوجة ثم نضع فوقها نصف الكمية الآخر من السائل المحتوى على البولى إستر المكبلت وتُترك لمدة ٦٠ دقيقة فى درجة حرارة ٣٠ م تقريباً ليتم تشبع طبقات ألياف الزجاج بسوائل البولى إستر ثم يتم تصلبها بفعل المصلب المضاف الى السائل .

شكل (١ – ٥) : شكل العينات التى تم إنتاجها بطريقة الصب اليدوى لسوائل البولى إستر المكوبلت مدعوماً بألياف الزجاج غير المنسوجة

الجهاز المستخدم فى التجارب .

تم إجراء الإختبارات بمعامل المواد بمركز بحوث الإسكان والبناء - التابع للمركز القومى للبحوث بالدقى . على جهاز

Universal Testing Machine Capacity 50 Ton (UH – 500 KnA . Shima DZU) Japan

وقد تم إجراء الإختبارات التالية على الألواح الناتجة :

- إختبار الشدد .

وتم الإختبار طبقاً للمواصفات القياسية الأمريكية ASTM رقم (C 297/C297M-04)

- إختبار الضغط .

وتم الإختبار طبقاً للمواصفات القياسية الأمريكية ASTM رقم (C 365 – 03)

- إختبار الإنحناء .

وتم الإختبار طبقاً للمواصفات القياسية الأمريكية ASTM رقم (C 393 – 00)

- إختبار الصلابة .

وتم الإختبار طبقاً للمواصفات القياسية الأمريكية ASTM رقم (D 4060)

القوانين المستخدمة فى تدوين النتائج :

$$\text{(إجهاد الشدد)} = \frac{\text{قوة الشد F (طن) x ١٠٠٠}}{\text{العرض b (مم) x السُمك t (مم)}} = \text{..... Kg / m m}^2$$

$$\text{(إجهاد الضغط)} = \frac{\text{قوة الضغط F (طن) x ١٠٠٠}}{\text{العرض b (مم) x السُمك t (مم)}} = \text{..... Kg / m m}^2$$

$$\text{(إجهاد الإنحناء)} = \frac{3\ P\ L}{2\ b\ t^2} = \text{..... Kg / m m}^2$$

حيث P قوة الإنحناء (طن) ، P العرض (مم) ، t^2 مربع السُمك (مم) ، L ثابت = 100

نتائج البحث :

بعد عمل العينات موضوع الدراسة وعدده ٩ عينات داخل ٣ مجموعات بإستخدام ٩،٦،٣ طبقات من ألياف الزجاج غير المنسوج ، وبإستخدام ¼ ، ½ ، ١ كجم من البولى إستر المكوبلت، تم عمل الإختبارات الميكانيكية السابقة للعينات بمعامل إختبار المواد بمركز بحوث الإسكان والبناء - التابع للمركز القومى للبحوث بالدقى . فى ظروف معملية قياسية ودرجات حرارة ورطوبة قياسية ومعايرة جميع الأجهزة المستخدمة

- كل الاختبارات قد تمت عند ٢٣ مْ ودرجة رطوبة ما بين ٥٠ – ٦٠ % .
- جميع الأجهزة المستخدمة كانت معايرة .

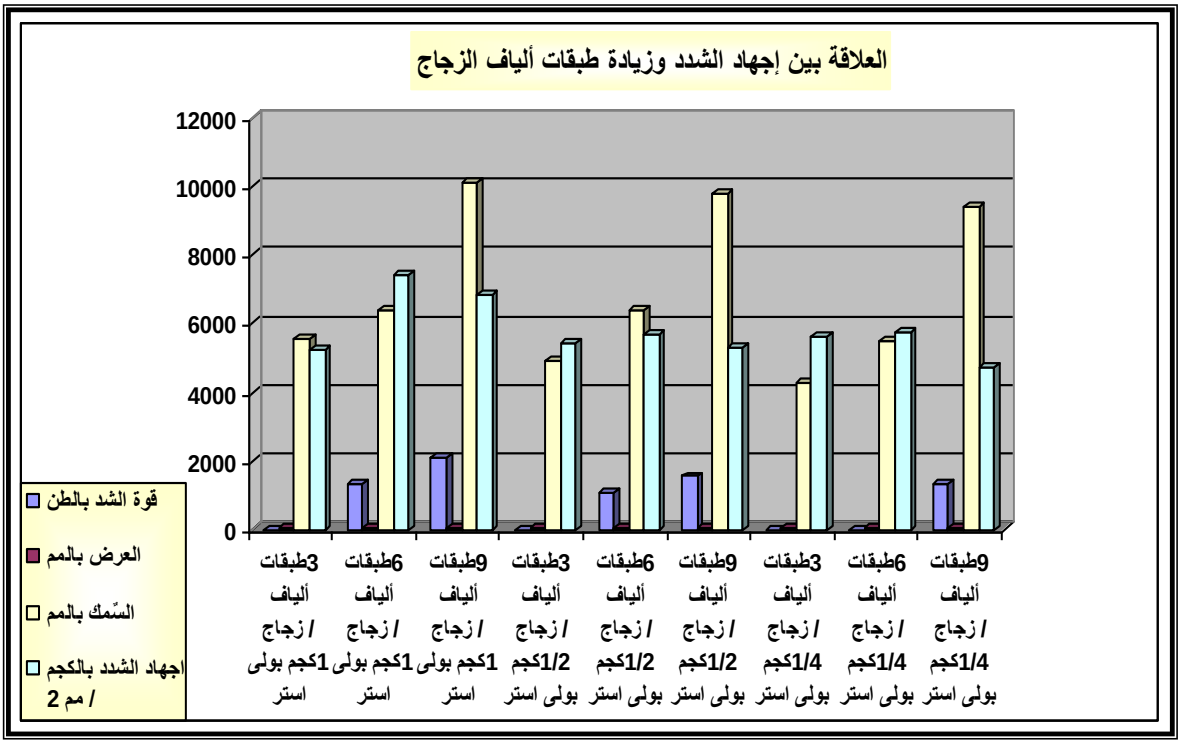
تم قياس النتائج ، وتدوينها فى الجداول التالية :

(جدول ٢- ١) (العلاقة بين إجهاد الشدد وزيادة طبقات ألياف الزجاج فى العينات)

العينة		قوة الشدد (F بالطن)	العرض (b بالمم)	السّمك (t بالمم)	إجهاد الشدد Kg / m m²
١ كجم بولى إستر	٣ طبقات ألياف زجاج	٠,٨٢٢	٢٨,٣٦	٥,٥٤٦	٥,٢٢٦
	٦ طبقات ألياف زجاج	١,٣٣٤	٢٨,٢٥	٦,٣٦٦	٧,٤١٧
	٩ طبقات ألياف زجاج	٢,٠٦٣	٣٠,٠٣	١٠,٠٨٠	٦,٨١٥
١/٢ كجم بولى إستر	٣ طبقات ألياف زجاج	٠,٧٦٨	٢٨,٦٤	٤,٩٣٦	٥,٤٣٢
	٦ طبقات ألياف زجاج	١,٠٥٠	٢٨,٩٨	٦,٣٧٦	٥,٦٨٢
	٩ طبقات ألياف زجاج	١,٥٤٢	٢٩,٥٢	٩,٨١٠	٥,٣٢٤
١/٤ كجم بولى إستر	٣ طبقات ألياف زجاج	٠,٦٨٤	٢٨,٥٤	٤,٢٦٣	٥,٦٢١
	٦ طبقات ألياف زجاج	٠,٨٨٠	٢٧,٩٢	٥,٤٩٩	٥,٧٣١
	٩ طبقات ألياف زجاج	١,٣٢٤	٢٩,٨٦	٩,٤٢٣	٤,٧٠٥

$$\text{(إجهاد الشدد)} = \frac{\text{قوة الشد F (طن) x ١٠٠٠}}{\text{العرض b (مم) x السّمك t (مم)}} = \text{Kg / m m}^2 \text{ .....}$$

حيث P قوة الإنحناء (طن) ، P العرض (مم) ، t^2 مربع السّمك (مم) ، L ثابت = 100



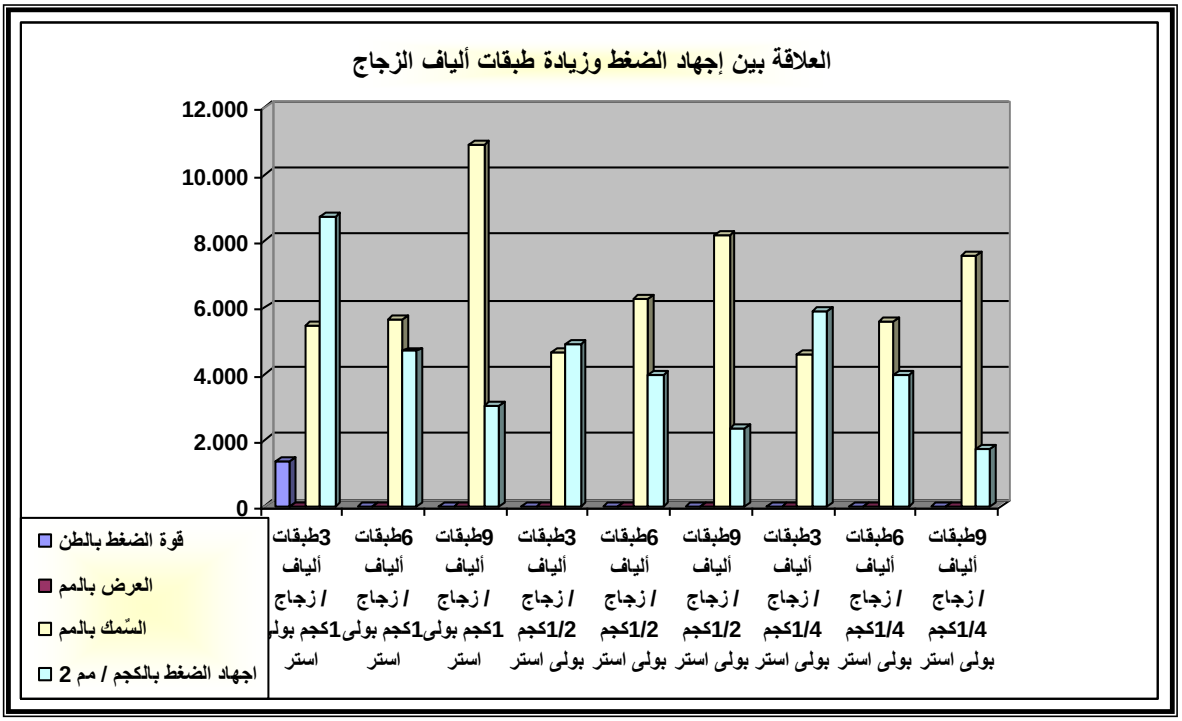
شكل رقم (١-٢) (العلاقة بين إجهاد الشدد وزيادة طبقات ألياف الزجاج فى العينات)

(جدول ٢- ٢) (العلاقة بين إجهاد الضغط وزيادة طبقات ألياف الزجاج فى العينات)

العينة		قوة الضغط (F بالطن)	العرض (b بالمم)	السّمك (t بالمم)	إجهاد الضغط Kg / m m^2
١ كجم بولى إستر	٣ طبقات ألياف زجاج	١,٣٥٦	٢٨,٤٦	٥,٤٥٠	٨,٧٤٢
	٦ طبقات ألياف زجاج	٠,٧٤٦	٢٨,٢٨	٥,٦٤٦	٤,٦٧٢
	٩ طبقات ألياف زجاج	٠,٩٩٠	٢٩,٩٥	١٠,٨٥٦	٣,٠٤٤
١/٢ كجم بولى إستر	٣ طبقات ألياف زجاج	٠,٦٠٦	٢٦,٧٥	٤,٦٤٦	٤,٨٧٦
	٦ طبقات ألياف زجاج	٠,٧٤٢	٢٩,٧٣	٦,٢٧٠	٣,٩٨٠
	٩ طبقات ألياف زجاج	٠,٥٢٧	٢٧,٥٨	٨,١٦٣	٢,٣٤٠
١/٤ كجم بولى إستر	٣ طبقات ألياف زجاج	٠,٧٧٢	٢٨,٨	٤,٥٥٥	٥,٨٩١
	٦ طبقات ألياف زجاج	٠,٦٢٨	٢٨,٦	٥,٥٦٨	٣,٩٤٣
	٩ طبقات ألياف زجاج	٠,٣٦٥	٢٧,٨	٧,٥٥٢	١,٧٣٨

$$\text{(إجهاد الضغط)} = \frac{\text{قوة الضغط F (طن) x ١٠٠٠}}{\text{العرض b (مم) x السّمك t (مم)}} = \text{Kg / m m2 .....}$$

حيث P قوة الإنحناء (طن) ، P العرض (مم) ، t^2 مربع السّمك (مم) ، L ثابت = 100



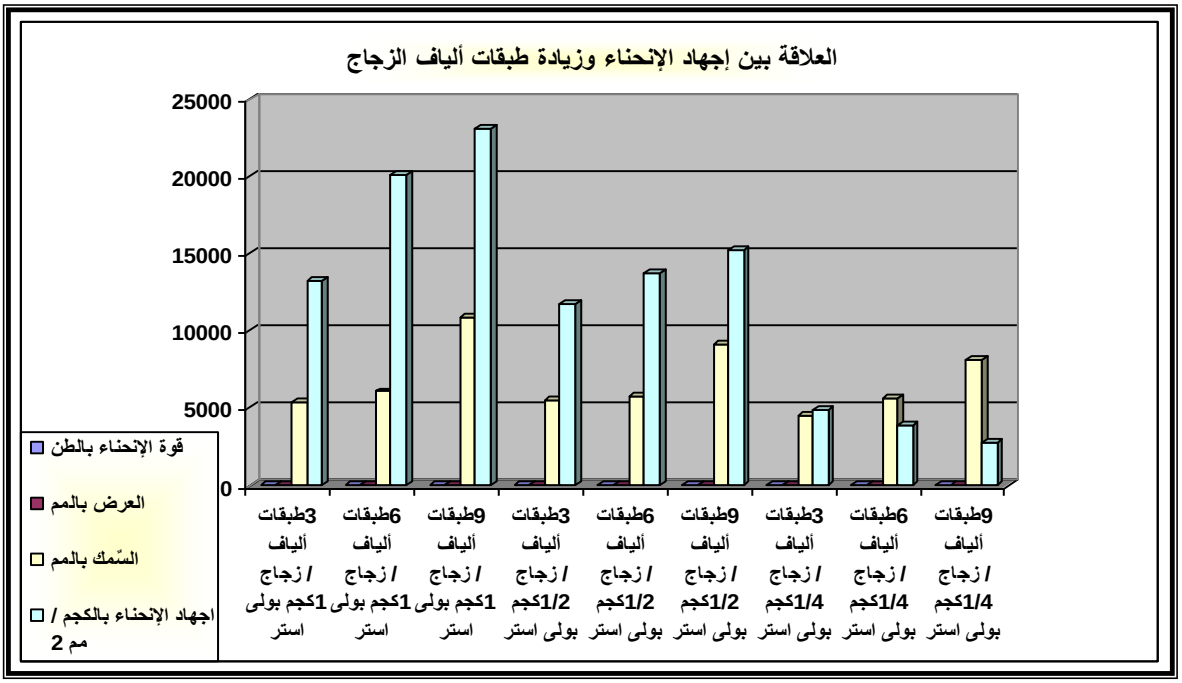
شكل رقم (٢- ٢) (العلاقة بين إجهاد الضغط وزيادة طبقات ألياف الزجاج فى العينات)

(جدول ٢- ٣) (العلاقة بين الإنحناء وزيادة طبقات ألياف الزجاج فى العينات)

العينة		قوة الإنحناء (F بالطن)	العرض (b بالمم)	السّمك (t بالمم)	إجهاد الإنحناء Kg / m m²
١ كجم بولى إستر	٣ طبقات ألياف زجاج	٠,٠٧٤	٢٨,٤٥	٥,٤٢٠	١٣,٢٨١
	٦ طبقات ألياف زجاج	٠,١٣٧	٢٧,٨١	٦,٠٦٦	٢٠,٠٨١
	٩ طبقات ألياف زجاج	٠,٤٨٨	٢٧,٠٦	١٠,٨٤٣	٢٣,٠٧٢
١/٢ كجم بولى إستر	٣ طبقات ألياف زجاج	٠,٠٦٧	٢٨,١٢	٥,٥١٠	١١,٧٧١
	٦ طبقات ألياف زجاج	٠,٠٨٦	٢٧,٨٤	٥,٨٠٣	١٣,٧٥٩
	٩ طبقات ألياف زجاج	٠,٠٨٩	٣٠,٤٧	٩,١٧٦	١٥,٢٠٣
١/٤ كجم بولى إستر	٣ طبقات ألياف زجاج	٠,٧٧٢	٢٨,٨	٤,٥٥٥	٤,٨٧٢
	٦ طبقات ألياف زجاج	٠,٦٢٨	٢٨,٦	٥,٥٦٨	٣,٩٣٣
	٩ طبقات ألياف زجاج	٠,١٢٣	٢٨,٢٢	٨,١٥٥	٢,٧٤٠

$$\text{(إجهاد الإنحناء)} = \frac{3\ P\ L}{2\ b\ t2} = \text{..... Kg / m m2}$$

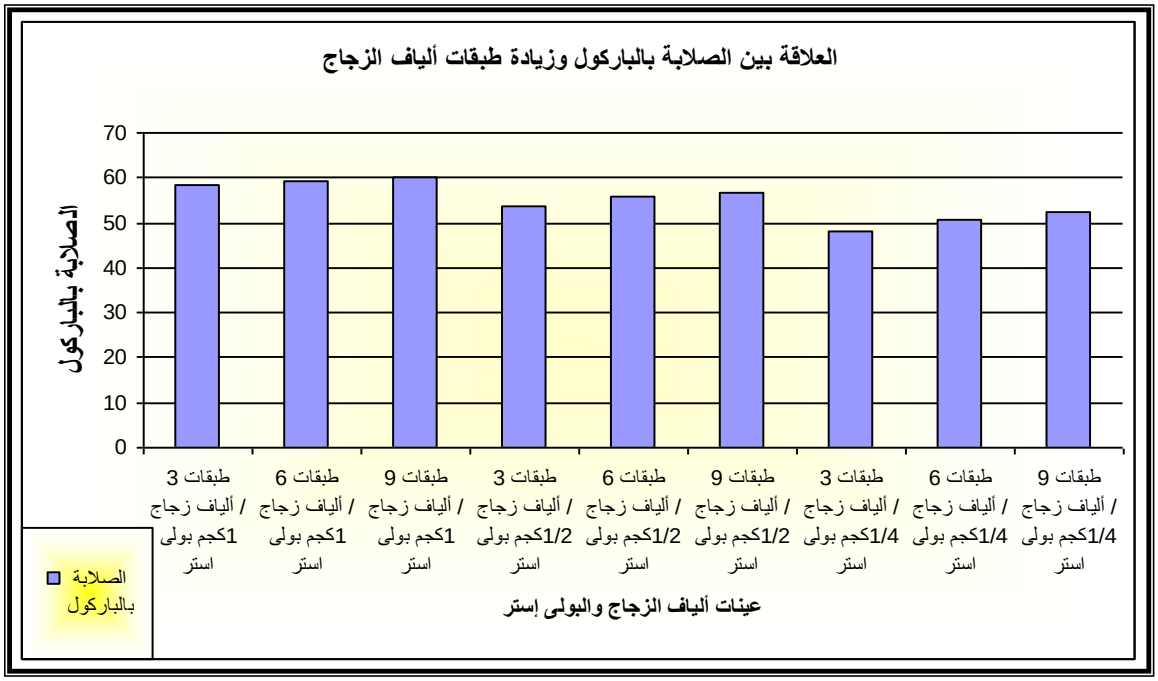
حيث P قوة الإنحناء (طن) ، P العرض (مم) ، t^2 مربع السّمك (مم) ، L ثابت = 100



شكل رقم (٢- ٣) (العلاقة بين إجهاد الإنحناء وزيادة طبقات ألياف الزجاج فى العينات)

(جدول ٢ - ٤) (العلاقة بين الصلابة وزيادة طبقات ألياف الزجاج فى العينات)

العينة		الصلابة Hardness (باركول Parcol)
١ كجم بولى إستر	٣ طبقات ألياف زجاج	٥٨,٣٣
	٦ طبقات ألياف زجاج	٥٩,٢٣
	٩ طبقات ألياف زجاج	٦٠,١١
١/٢ كجم بولى إستر	٣ طبقات ألياف زجاج	٥٣,٦٧
	٦ طبقات ألياف زجاج	٥٥,٦٧
	٩ طبقات ألياف زجاج	٥٦,٥٥
١/٤ كجم بولى إستر	٣ طبقات ألياف زجاج	٤٨,٢٠
	٦ طبقات ألياف زجاج	٥٠,٥٥
	٩ طبقات ألياف زجاج	٥٢,٢٢



شكل رقم (٢- ٤) (العلاقة بين الصلابة بالباركول وزيادة طبقات ألياف الزجاج فى العينات)

تفسير النتائج والمناقشة :

تأثير زيادة طبقات ألياف الزجاج على إجهاد الشدد فى العينات .

من التحليل الإحصائى للنتائج الخاصة بإختبار إجهاد الشدد ، أظهرت النتائج الموضحة فى الجدول رقم (٢ – ١) إرتفاع إجهاد الشدد للعينة الثانية بالمجموعة الأولى (١ كجم بولى إستر مكوبلت / ٦ طبقات ألياف زجاج) بالمقارنة بالعينات الأخرى ، ويرجع ذلك الى تغطية كافة مساحة العينة بكمية البولى الإستر المكوبلت داخلياً وخارجياً ، فيؤدى الى زيادة التماسك كيميائياً بين طبقات ألياف الزجاج المكونة للألواح وراتنجات البولى استر المكوبلت ، وبالتالى زيادة إجهاد الشدد المؤثر عليها .

بينما يلاحظ إنخفاض إجهاد الشدد للعينة الثالثة بالمجموعة الثالثة (¼ كجم بولى استر مكوبلت / ٩ طبقات ألياف زجاج) بالمقارنة بالعينات الأخرى ، ويرجع ذلك الى إنفصال ألياف الزجاج الداخلية وعدم إرتباطها كيميائياً أو فيزيائياً بكمية البولى إستر المكوبلت المضافة . بما يوضح أن كمية ألياف الزجاج فى العينة أكبر بكثير من كمية البولى إستر المكوبلت المضافة للعينة .

بالرغم من النتائج السابقة ، إلا أن الباحث يرى فى العينة الثانية بالمجموعة الثالثة (¼ كجم بولى استر مكوبلت / ٦ طبقات ألياف زجاج) هى العينة المثالية حيث تتمتع بكمية ألياف زجاج متوسطة وأقل كمية من البولى استر المكوبلت المضافة . مما يعنى أنها عينة إقتصادية فى المقام الأول .

تأثير زيادة طبقات ألياف الزجاج على إجهاد الضغط فى العينات .

من التحليل الإحصائى للنتائج الخاصة بإختبار إجهاد الضغط ، أظهرت النتائج الموضحة فى الجدول رقم (٢ – ٢) إرتفاع إجهاد الضغط للعينة الأولى بالمجموعة الأولى (١ كجم بولى إستر المكوبلت / ٣ طبقات ألياف زجاج) بالمقارنة بالعينات الأخرى . ويرجع ذلك الى تغطية كافة مساحة العينة بكمية البولى الإستر المكوبلت داخلياً وخارجياً ، فيؤدى الى زيادة التماسك كيميائياً بين طبقات ألياف الزجاج المكونة للألواح وراتنجات البولى استر المكوبلت ، وبالتالى زيادة إجهاد الضغط

المؤثر عليها . بينما لا تعنى زيادة طبقات ألياف الزجاج الحصول على نتائج أفضل نظراً لإمكان إنفصال طبقات ألياف الزجاج وعدم توغل البولى إستر المكوبلت الى داخلها مما يقلل من التماسك الكيميائى بين الجزيئات .

بينما يلاحظ إنخفاض إجهاد الضغط للعينة الثالثة بالمجموعة الثالثة (¼ كجم بولى استر مكوبلت / ٩ طبقات ألياف زجاج) بالمقارنة بالعينات الأخرى ، ويرجع ذلك الى إنفصال ألياف الزجاج الداخلية وعدم إرتباطها كيميائياً أو فيزيائياً بكمية البولى إستر المكوبلت المضافة . بما يوضح أن كمية ألياف الزجاج فى العينة أكبر بكثير من كمية البولى إستر المكوبلت المضافة للعينة .

ومن النتائج السابقة ، يرى الباحث فى العينة الأولى بالمجموعة الثالثة (¼ كجم بولى استر مكوبلت / ٣ طبقات ألياف زجاج) عينة مثالية جداً ، حيث تتمتع بأقل كمية ألياف زجاج وأقل كمية من البولى استر المكوبلت المضافة . مما يعنى أنها عينة إقتصادية جداً فى المقام الأول .

تأثير زيادة طبقات ألياف الزجاج على إجهاد الإنحناء فى العينات .

من التحليل الإحصائى للنتائج الخاصة بإختبار إجهاد الإنحناء ، أظهرت النتائج الموضحة فى الجدول رقم (٢ – ٣) إرتفاع إجهاد الإنحناء للعينة الثالثة بالمجموعة الأولى (١ كجم بولى إستر مكوبلت / ٩ طبقات ألياف زجاج) بالمقارنة بالعينات الأخرى . ويرجع ذلك الى تغطية كافة مساحة العينة بكمية البولى الإستر المكوبلت خارجياً كلياً وداخلياً جزئياً فيؤدى الى زيادة التماسك الكيمائى جزئياً بين طبقات ألياف الزجاج المكونة للألواح وراتنجات البولى استر وبالتالى زيادة إجهاد الإنحناء المؤثر عليها ، كما أن وجود ٩ طبقات من ألياف الزجاج بالعينة ساعدها على مقاومة الإنحناء المعرضه له العينة .

بينما يلاحظ إنخفاض إجهاد الإنحناء للعينة الثالثة بالمجموعة الثالثة (¼ كجم بولى استر مكوبلت / ٩ طبقات ألياف زجاج) بالمقارنة بالعينات الأخرى ، ويرجع ذلك الى إنفصال ألياف الزجاج الداخلية وعدم إرتباطها كيميائياً أو فيزيائياً بكمية البولى إستر المكوبلت المضافة . بما يوضح أن كمية ألياف الزجاج فى العينة أكبر بكثير من كمية البولى إستر المكوبلت المضافة للعينة . كما أن زيادة ألياف الزجاج الى ٩ طبقات لم يساعد العينة على مقاومة الإنحناء نظراً لعدم وجود أى رباط كميائى أو فيزيائى بينها وبين البولى إستر المكوبلت المضاف للعينة .

ومن النتائج السابقة ، يرى الباحث فى العينة الأولى بالمجموعة الثانية (½ كجم بولى استر مكوبلت / ٣ طبقات ألياف زجاج) عينة مناسبة لهذا الإختبار ، حيث تتمتع بأقل كمية ألياف زجاج وهى ٣ طبقات وكمية من البولى استر المكوبلت المضافة متوسطة . مما يعنى أنها عينة إقتصادية الى حد كبير .

تأثير زيادة طبقات ألياف الزجاج على صلابة العينات .

من التحليل الإحصائى للنتائج الخاصة بإختبار الصلابة ، أظهرت النتائج الموضحة فى الجدول رقم (٢ – ٤) إرتفاع صلابة العينة الثالثة بالمجموعة الأولى (١ كجم بولى إستر / ٩ طبقات ألياف زجاج) بالمقارنة بالعينات الأخرى . ويرجع ذلك الى تغطية كافة مساحة العينة بكمية البولى الإستر خارجياً كلياً وداخلياً جزئياً ، فيؤدى ذلك الى زيادة التماسك الكيميائى بين طبقات ألياف الزجاج المكونة للألواح وراتنجات البولى استر المكوبلت ، وبالتالى زيادة صلابة العينة المؤثر عليها ، كما يرجع الى القوة الكامنة والكبيرة المتمثلة فى صلابة ألياف الزجاج والمستخدمة كحشوات فى العينات المنتجة موضوع الدراسة .

بينما يلاحظ إنخفاض صلابة العينة الثالثة بالمجموعة الثالثة إنخفاضاً بسيطاً جداً (¼ كجم بولى استر مكوبلت / ٣ طبقات ألياف زجاج) بالمقارنة بالعينات الأخرى ، ويرجع ذلك الى قلة طبقات ألياف الزجاج المكونة للعينة وقلة كمية البولى استر المكوبلت المضافة للعينة .

ومن النتائج السابقة ، يرى الباحث فى العينة الأولى بالمجموعة الثانية (½ كجم بولى استر مكوبلت / ٣ طبقات ألياف زجاج) عينة مثالية من حيث الصلابة ، حيث تتمتع بأقل كمية ألياف زجاج وكمية من البولى استر المكوبلت المضافة متوسطة . مما يعنى أنها عينة إقتصادية الى حد كبير .

- **بالنظر الى جميع العينات ومكوناتها والى جميع النتائج السابقة :**

– يرى الباحث أن العينة الثالثة بالمجموعة الثالثة (¼ كجم بولى استر مكوبلت / ٣ طبقات ألياف زجاج) تعتبر أفضل العينات نظراً لتمتعها بأفضلية كبيرة فى الشدد والضغط والإنحناء والصلابة . بالنظر الى كمية ألياف الزجاج الأقل وكمية البولى استر المكوبلت الأقل . لذلك تعتبر هى العينة المثالثة إقتصادياً .

– كما يرى الباحث أن العينة الثالثة بالمجموعة الثالثة (¼ كجم بولى استر مكوبلت / ٩ طبقات ألياف زجاج) هى الأسوأ بين جميع العينات ، حيث إن كمية ألياف الزجاج كبيرة وغير إقتصادية بينما الكمية القليلة من البولى استر المكوبلت لا تكفى أبداً لتحقيق أى ارتباط كميائى أو فيزيائى بينها وبين ألياف الزجاج .

– كما يرى الباحث أن هذه الإجهادات الأربعة التى تم قياس إختباراتها ، تمثل أهمية كبيرة فى تحديد مدى حاجة الحوائط الفاصلة والأرضيات إليها لتحقيق أفضلها ، حيث تكون أجهادات الحوائط أقل فى بعض الأحيان من إجهادات الأرضيات .

التوصيات Recommendations

1. دراسة إمكانية تشكيل ألواح ألياف الزجاج وسوائل البولى استر سابقة التحضير وتشكيلها الى قطاعات لتصنيع مكونات العمارة الداخلية .
2. دراسة أعمق للتماسك بين مادتى ألياف الزجاج وسوائل البولى استر لتحقيق أعلى معدلات العمل المشترك بينهما حتى نقطة الإنهيار .
3. زيادة كفاءة ألياف الزجاج وسوائل البولى استر بنقل العمل المشترك بينه وبين الخرسانة فيما بعد .
4. دراسة إستخدام ألياف نسجية أخرى بديلة لألياف الزجاج ، وإمكانية استخدامها فى العمارة الداخلية للمنشئات .
5. دراسة استخدام راتنجات مختلفة وذات كفاءة أعلى من البولى استر المكوبلت .

المراجع Reference

1. السامرائى، مفيد عبد الوهاب : الألياف وتأثيرها فى السيطرة على التشققات فى الخرسانة المسلحة ، مجلة المهندس ، ١٩٨٠ .

Al-Samarrai, Moufid Abdel-Wahab ‘ Al-alyaf we Tatheraha fe al-setara ala al-tashakokat fe al-kharasana al-moslah’ , Meghalet Al-Mohandes, 1980.

2. النجعاوى، أحمد فؤاد : تكنولوجيا الألياف الصناعية وخلطاتها ، منشأة المعارف بالأسكندرية ، ١٩٩٣ .

Al-Najawi, Ahmed Fouad: ‘ Tecknologya al-alyaf al-senaya ,we khalatatah ‘, Monshaet Al-Maarif, Al-Eskandarya, 1993.

3. بوش : أساسيات الفيزياء، ترجمة : الجزيرى، سعيد ، سليمان، محمد أمين ، الدار الدولية للنشر والتوزيع بالقاهرة ، ١٩٩٣ .

Bush: ‘ Asaseat al-Fezeaa ‘, targamet: Al-Jazairy, Said, Suleiman, Muhammad Amin, al-dar aldawleya le-alnashr we al-tawzea , Al-Kahera, 1993.

4. راشد ، طارق أحمد . "الألياف النسجية وتطبيقاتها فى المجالات المعمارية لتحقيق أهداف ميكانيكية جيدة " ، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية ،العدد ١١ الجزء الثانى ، ٢٠١٨ .

Rashid, Tariq Ahmed. “ al-alyaf al-nasegea we tatbekatah fe almagalat almeamrya le-tahkek ahdaf mekanykya gayda ”, megalet alemara we al- fenon we al-elom al-ensanya , al-add 11, al-goze 2, 2018.

5. زينهم ، محمد على : تكنولوجيا فن الزجاج ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٩٥ .

Zeinhom, Mohamed Ali: ‘ Tecknologya fan al-Zogag ‘ , al-hayaa almesrya al-ama le-AlKetab ,Al-kahera , 1995.

6. زينهم، محمد على – النحاس، حسام الدين . " دراسة تحليلية وتكنولوجية لنظم بناء الطوب الزجاجى للعمارة " . مجلة العمارة والفنون والعمارة الإنسانية ، المجلد الخامس ، العدد العشرون ، ٢٠٢٠ .

Zeinhom, Muhammad Ali - Al-Nahhas, Hussam al-Din. " Derasah Tahlelya we Tecknologya le Nozom benaa al-toub al-zogagy le Al-emara ." megalet alemara we al- fenon we al-elom al-ensanya , al-Mogalad 5, al-add 20 , 2020

7. سلطان، محمد أحمد : الخامات النسجية ، منشأة المعارف بالأسكندرية ، ١٩٩٠ .

Sultan, Muhammad Ahmad: ‘Al-khamat al- nasegya ‘ , Monshaet Al Ma'arif, Al- Eskandareya, 1990.

8. عطا، عبد الكريم محمد ، العريان، أحمد على : المواد الهندسية مقاومتها وإختبارها ، القاهرة ، عالم الكتب ، الجزء الأول ، ١٩٩٩ .

Atta, Abd al-Karim Muhammad, Al-Erian, Ahmed Ali: ‘ Al-Mawad al-handaseya we Mokawamteha we Ekhtebarateha ‘, Al-Kahera , Alam Al-Kutub, Al-goze 1, 1999.

9. عطا، عبد الكريم محمد ، العريان، أحمد على : المواد الهندسية مقاومتها وإختبارها ، القاهرة ، عالم الكتب ، الجزء الثانى ، ١٩٩٩ .

Atta, Abd al-Karim Muhammad, Al-Erian, Ahmed Ali: ‘ Al-Mawad al-handaseya we Mokawamteha we Ekhtebarateha ‘, Al-Kahera , Alam Al-Kutub, Al-goze 2, 1999.

10. لبيب، أحمد كمال الدين ، تريل، محمد سعيد : المنشآت بالقطاعات المركبة من الأسبستوس والخرسانة، معهد بحوث البناء ، ١٩٧٣ .

Labib, Ahmad Kamal Al-Din, Trail, Muhammad Saeed: ‘ Al-Monshaat be alketaat al_morakaba men al_asbestos we Al-Kharasana ‘ , Mahad behose al-benaa , 1973.

11. لطفى ، محسن : اللدائن فى البناء ، " المؤتمر الهندسى العربى الثامن " ، معهد بحوث البناء ، ١٩٩٣ .

Lotfi, Mohsen:, ‘ Al-Ladaen fe Al Benaa “ Al Moatamr al_handase Al-Araby Althamen ” Mahad behose al-benaa , 1993.

12. مجاهد، عبد الرحمن : دليل المهندس الإنشائى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية ، الجزء الرابع ، " عيوب وفحص وترميم وتقوية المنشآت الخرسانية " ، معهد بحوث البناء ، ٢٠١٠ .

Mujahid, Abdul Rahman: ‘ Dalel Al-Mohandesen al-Enshay , Le Tasmem we Tanfez al Monshaat alKharasaya ‘ , Al-goze 4, Mahad behose al-benaa, 2010.

13. ‘ Amit Rai ,Y.P Joshi ‘ Applications and Properties of Fiber Reinforced Concrete . Journal of Engineering Research and Applications, Vol. 4 , 2014

14. ‘ J. Ferreira and F. Branco ‘ The use of glass fiber-reinforced concrete as a structural material , Experimtal Techniques , 2007 .

15. https:// www.almrsal.com/post/715838 , 10-8-2020

16. https://www.newecoresin.com/info/what-are-the-physical-and-chemical-properties-33233489.html 10-8-2020