بحث للنشر في مجلة التصميم الدولية

المؤتمر الدولي الاول

" **تنمية الابتكار والابداع للصناعات التقليدية والتراثية والسياحية**" (الاستراتيجية الوطنية والتنمية المستدامة)

مركز المؤتمرات – جامعة القاهرة.

عنوان البحث

(إنتاج وحدات تكسيات خارجية بتطبيق تقنية القوالب المطاطية والبوليستر)
(Production an external cladding unit using rubber mold and polyester)

بحث مشترك إعداد :

أ.م.د/ نها سيد محمد عفيفي، قسم الزخرفة – المعهد العالي لفنون التطبيقية التجمع الخامس.

م.د/ عرفة شاكر حسن ، قسم النحت والتشكيل المعماري – المعهد العالي للفنون التطبيقية التجمع الخامس.

ملخص البحث

تعتبر أعمال التكسيات من الاعمال التراثية، فقد تميزت الحضارات القديمة بتجميل المباني بتصميمات متنوعة من خامات التكسيات الطبيعية خاصة القصور ودور العبادة.

تعتبر وحدات التكسيات بأنواعها من الاعمال التطبيقية التي تستخدم على هيئة بلاطات أو حشوات أو كوحدات تجميلية في معالجة الواجهات المعمارية باستخدام الخامات الطبيعية والصناعية سواء في كامل المبنى أو أجزاء منه. أتاحت التكنولوجيا الحديثة من أجهزة ومواد وتقنيات تصنيع منتجات التكسيات، ومن تلك التقنيات القوالب المطاطية، والتي تتيح ميزات اقتصادية وصناعية عديدة يمكن الاستفادة منها في عمليات إنتاج وحدات التكسية الخارجية. هذا وتعتمد صناعة القوالب على تصنيع القالب واستخراج المستنسخات من داخله. يعتبر السيليكون المطاطي من أفضل الخامات المستخدمة في صناعة القوالب، حيث يتيح إمكانية إنتاج عدد المستنسخات المطلوب بجودة عالية. تكون المستنسخات من مواد متنوعة منها البوليستر المدعم بالألياف الزجاجية (الفيبر جلاس)، من المميزات الصناعية الاخرى التي تتيحها تلك التقنية إمكانية إعطاء تأثيرات مشابهة لمظهر الخامات الطبيعية كالأحجار والرخام وتأثيرات المعادن المتنوعة. تعتمد عملية الانتاج على العديد من الخامات والادوات من خلال مراحل متتالية للوصول للمنتج النهائي مع اتباع التعليمات عند التعامل مع المواد المستخدمة، وحتى لا يتعرض المنتج للعديد من عيوب التصنيع والتي من الممكن أن تظهر أثناء مراحل التصنيع التي تتم بعضها بشكل يدوي، بحيث تظهر في جودة الاعمال المنتجة المهارة الحرفية والخبرة والحس الجمالي لتلك الصناعات.

مشكلة البحث: – الحاجة إلى تطور صناعة مواد التكسية ومواكبتها للعصر.

– ارتفاع أسعار الخامات الطبيعية ذات التأثيرات والالوان.

– كيفية انتاج وحدات للتكسية الخارجية بجودة عالية مع التوفير في الوقت والجهد.

أهمية البحث: تجديد صناعات وحدات التكسيات بشكل يتواكب مع العصر.

هدف البحث: انتاج وحدات تكسيات لواجهات المباني باستخدام القوالب المطاطية والبوليستر.

فروض البحث: يفترض البحث إنتاج وحدات تكسيات خارجية باستخدام تقنيات القوالب المطاطية وعجائن البوليستر.

الكلمات المفتاحية: وحدات تكسية خارجية، قوالب السيليكون المطاطي، عجائن البوليستر، الالياف الزجاجية.

تعتبر أعمال التكسيات من الاعمال التي تكسب المباني تفرداً وقيمة، كما تؤدي دوراً نفعياً وجمالياً، خاصة في تكاملها مع فن العمارة.

تتعدد أعمال التكسيات ومنها: الحلايا والافاريز والكرانيش وبلاطات التكسية، وتعتبر كوحدات تجميلية مكملة للعمل البنائي، وترجع نشأتها لاعتبارات دينية عبر الحضارات حيث كانت ترفع من قيمة المبنى مثل المعابد ودور العبادة والقصور والمباني ذات الأهمية....، ثم أصبحت ذات دور تشكيلي وجمالي.

لذلك تتأثر تكنولوجيا التكسيات الجدارية بمجموعة من العوامل منها: وظيفة المكان وهيئته، ولاسيما عندما تتوافق أعمال التكسيات مع طراز المبنى، كما يجب معرفة مدى مقاومة نوعية التكسيات للعوامل الجوية الطبيعية (الحرارة والأمطار والرياح والرطوبة) وخاصة في التكسيات الخارجية التي تتم على الأسطح الخارجية للمبنى، ككسوة واجهات المباني بوحدات تكسيات متنوعة من التصميمات سواء في كامل المبنى أو أجزاء منه، وتنفذ أعمال التكسيات من مواد إكساء طبيعية كالأحجار والصخور كما في الحضارة المصرية والإغريقية والرومانية **شكل(1)** وكذلك من مواد صناعية كالبوليستر والاسمنت.

شكل (1) أفريز من الحجر المنحوت بواجهة معبد البارثينون الحضارة الاغريقية.

الوحدات التجميلية بأنواعها تكون سابقة التجهيز أي تنفذ مسبقاً في الورشة أو المصنع ، ثم تنقل للموقع ليتم تركيبها في أماكن محددة بالمبنى ، بواسطة تثبيتها فوق الواجهة فتظهر على هيئة زخارف على الواجهة أو بنفس المستوى فتصبح كجزء منها ، ومع التطور التكنولوجي تستخدم العديد من الخامات الصناعية لإنتاج وحدات التكسيات ، لكي تحد من ارتفاع تكلفة الخامات والمواد الطبيعية ، فهي من ناحية تعتبر خامات بديلة للخامات الطبيعية وتعطي تأثيرا مشابهاً لتلك الخامات الطبيعية وفق تقنية محددة تعتمد على تكنولوجيا القوالب والمادة المشكلة بداخلها؛ ومن ناحية أخرى تعمل على توفير الوقت والمجهود مقارنة بالوقت والجهد المبذولين في تنفيذ تلك الوحدات من خامات طبيعية ، هذا وتعتبر صناعة القوالب من الصناعات التي تتطور بشكل

سريع ويتم التصنيع إما بشكل مكيني أو يدوي ، ولكنها مازالت تحتفظ بمكانة الحرفة اليدوية وإتقانها ومهارة الحرفي في انتاج العمل بشكل متقن وعالي الجودة .

يعتبر الأساس في إنتاج وحدات التكسيات الخارجية هي إنتاج **القوالب المطاطية**، نظراً لخواصها الصناعية الجيدة في إنتاج الأعمال الفنية والمستنسخات، كما تتنوع الخامات المشكلة بداخل القوالب، وسهولة انتاج عدد كبير من المستنسخات. يعتبر السيليكون المطاطي من أفضل الخامات المستخدمة في صناعة القوالب لكفاءته العالية في تسجيل التفاصيل الدقيقة، والقدرة على إنتاج العديد من النسخ للعمل الفني الواحد دون أن يتأثر القالب، وبنفس جودة ودقة الاصل، هذا وتتميز قوالب السليكون المطاطية بمميزات صناعية أخرى جعلتها الافضل في صناعة القوالب منها:

1- المرونة بدرجة جيدة.
2- مقاومة التشوه.
3- تحمل درجات الحرارة العالية.
4- مقاومة الاحماض والقلويات.
5- مقاومة الانكماش.

تم إنتاج العديد من المنتجات المستخدمة في أعمال التكسيات باستخدام القوالب المطاطية ومنها قوالب الاعمدة وتيجان الاعمدة وقوالب الكرانيش والبلاطات والافاريز..... وغيرها **شكل (2)** من أشكال القوالب المطاطية (كرانيش الواجهات).

شكل (2) جزء من كورنيش خارجي، باستخدام القوالب المطاطية.

<u>تنفيذ قالب السيليكون المطاطي</u>

القالب هو مقلوب الاصل، يتم انتاج المستنسخات عن طريق عمليات الصب والبثق للوصول لعدد المستنسخات المطلوب، كما يمكن أن يبقى صالحاً لحين الحاجة إليه لاستخدامه مرة أخرى. تعتمد عملية تنفيذ قالب السيليكون المطاطي على العديد من الادوات والخامات المستخدمة وكذلك على مهارة الحرفي في التنفيذ بداية من التجهيز والصب وإخراج المنتج النهائي:

يتم تصنيع قالب إنتاج وحدات تكسيات خارجية بظهر مسطح وفق تقنية يدوية محددة تتم كالاتي:

1) تجهيز الشكل الاصلي (الفورمة) وتشطيبه والتأكد من عدم وجود أي عيوب أو شوائب عالقة به.
2) تعزل الفورمة(النموذج) بمادة العزل المناسبة (فازلين أو شمع العزل) وبالكمية المناسبة.
3) تحاط الفورمة بحاوية مناسبة ويتم تثبيتها وعزلها ووضعها فوق سطح مستوي.
4) يضاف المصلب إلى السيليكون المطاطي ويقلب ويمزج جيداً.
5) يصب المزيج فوق الفورمة حتى التغطية الكاملة.
6) يترك ليجف لمدة 24 ساعة أو أكثر تبعاً لدرجة الحرارة في مكان جاف جيد التهوية.
7) بعد التأكد من الجفاف التام للسيليكون ينزع القالب ببطء من الاصل.
8) يغسل القالب ويجفف جيداً ويتم التأكد من خلوه من أي عوالق قبل الاستخدام.

بعد الانتهاء من تنفيذ القالب، يتم تنفيذ المستنسخات المطلوبة وذلك من خلال صب المادة الراتنجية المناسبة داخل القالب.

راتنج البوليستر : من أشهر الراتنجات المستخدمة في عمليات الصب وانتاج العديد من تصميمات التكسيات لخصائصه الفيزيائية والصناعية منها:

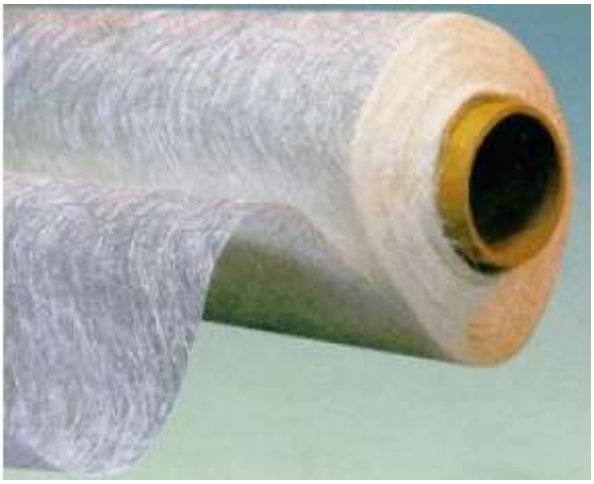
- المتانة والصلابة.
- التماسك والتصلد في درجة حرارة الغرفة المعتادة.
- اعتدال تكاليف شرائه.
- متوفر بالأسواق المحلية.
- إكساب المنتجات تأثيرات الخامات الطبيعية كالأحجار والرخام والصخور.

يتأثر البوليستر بعوامل كثيرة منها درجة الحرارة والاشعة فوق البنفسجية ووجود تيارات هوائية وتركيز المواد المضافة، حيث يحتاج راتنج البوليستر إلى إضافة عوامل مساعدة تضاف اليه في صورته الاولى السائلة، بعدها ينضج الراتنج ويتحول من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة، وتتم التفاعلات والجفاف التام على ثلاث مراحل ثلاثة وهم بالتوالي:

- الشك gel time :وهو الزمن الذي يستغرقه الراتنج ليتحول إلى الحالة الهلامية.
- التصلب hardening time :وهو زمن تحول الراتنج من الحالة الهلامية الى الحالة الصلبة.
- الجفاف التامcuring time (النضج): وهو الزمن الذي يستغرقه الراتنج ليكتسب أقصى جفاف مع الصلابة والمقاومة.

يتصلب البوليستر في درجة حرارة الغرفة، ويصبح بشكل دائم غير قابل للذوبان مرة أخرى. يستخدم راتنج البوليستر في إنتاج العديد من منتجات التكسيات، كما يمكن تشكيله يدوياً أو آلياً ويعتمد في شكله الخارجي على المواد الخام وتكنولوجيا الإنتاج المطبقة في التصنيع.

قوالب البولي استر المدعم بالألياف الزجاجية Glassfibre Reinforced Plastic Mold : ويطلق على هذا النوع قوالب (الفايبر جلاس)، وتشمل هذه التسمية على القوالب المصنعة من البوليستر والمقواة بالألياف الزجاجية وتوجد على نطاق واسع من المنتجات. توجد الالياف الزجاجية على هيئة الياف متراصة هندسيًا أو بطريقة عشوائية ومضغوطة مكونة نسيج كالقماش ويُنتَج منها أنواع بكثافات مختلفة، كالنسيج أو القماش العادي، على هيئة رولات مثل الأقمشة والمطور منه معالج بمادة البولي اكريليك كما يتنوع في اشكاله وكثافاته **شكل (3)**.



شكل (3) لفائف الالياف الزجاجية المتراصة عشوائيًا، ضمن يستخدم في منتجات البلاستيك المقوى.

منتجات البوليستر المدعم بالألياف الزجاجة: يطلق على منتجات البوليستر (البلاستيك المقوي بالألياف الزجاجية) GLASSFIBRE REINFORCED PLASTIC، واشتهر بمصطلح (GRP)، يستخدم البوليستر المقوى بالألياف الزجاجية في انتاج النماذج ذات الأحجام الكبيرة كالأثاث وبرك السباحة وخزانات المياه، بالإضافة إلى الحلايا والأعمال النحتية على اختلاف أشكالها وأحجامها. تمتاز منتجات التكسيات البلاستيكية المدعمة بالألياف الزجاجية بالعديد من المميزات الاقتصادية والصناعية منها:

- **خفة الوزن:** فهي أكثر خفة من الخامات التقليدية الاخرى مثل المعدن أو الحجر، ومثالي في عمليات النقل والتداول والتشكيل خاصة للأحجام الكبيرة **شكل (4)** منتجات البوليستر لا تسبب ثقل على الواجهات المعمارية.
- **المتانة:** منتجات البوليستر المدعم بالألياف الزجاجية والمواد المالئة يتميز بالمتانة، كما أنه مقاوم للعوامل الجوية والماء والاحماض.
- **سهولة التصنيع:** لا تحتاج منتجات البوليستر إلى أجهزة خاصة، بل يمكن تنفيذها واخراجها يدوياً بجودة عالية من خلال مجموعة من الادوات والخامات.

شكل (4) منتجات تجميلية من البوليستر المقوى على واجهات المباني.

<u>الخامات والادوات المستخدمة في إنتاج المستنسخات</u>

1. **المادة العازلة:** يعمل العازل على عزل القالب عن المستنسخ المشكل وذلك بالشمع العازل مثل (ورنيش واكس) بحيث تدهن السطوح بالفرشاة حتى يصقل سطح القالب تماماً، أو يتم رشها بمادة كحول البولي فينيل العازلة.
2. **الجيل كوت:** هي الطبقة الناعمة الاولى وهي مقاربة لطبقة الدهان وفي العادة يكون الجيل كوت أبيض أو شفاف، ويمكن تلوينه، أساسه مادة البوليستر المركزة جداً بتركيز 80%. يتم دهان الجيل كوت داخل سطح القالب المراد استخراج نسخة منه، ويترك حتى يتصلب، يتميز طلاء الجيل كوت بالتغطية الكاملة للسطح ويكسب السطح طبقة ناعمة ملونة ولامعة في آن واحد، مما يكسب المستنسخ المظهر الجيد.
3. **البوليستر:** مركب راتنجي وهو منتج بترولي، ينتج بتركيز من60 الى 65%، ويجهز بإضافة كل من المصلب hardener، والمعجل (المسرع) Accelerator وهو الكوبالت Cobalt.
4. **مواد مالئةFiller material :** يتم إضافة المواد المالئة إلى البوليستر لزيادة المتانة مثل (كربونات الكالسيوم، الرمل، بودرة الرخام، الحصى،.....)
5. **صبغات ملونة:** من أكاسيد الفلزات تخلط مع الراتنج بنسبة حتى 10% حسب اللون المرغوب.

يدهن البوليستر داخل القالب باستخدام فرشاة عريضة مع مراعاة الوصول للتفاصيل الدقيقة في النسخة، وعندما يصل الراتنج المصبوب إلى حالة التصلب (hardening time) يجمع أجزاء القالب، وتستخدم فرشاة طويلة في لحام أجزاء النسخة من داخل القالب.

4) **المصلد:** أو المصلب Hardener وهو البيروكسيد، له نسبة عيارية محددة، يفسد المنتج في حالة النقص والزيادة، لذلك يجب قياس ومعايرة المصلب، كما يجب أن يخلط جيداً مع البوليستر، يتم ذلك بأخذ الكمية المناسبة للعمل من البوليستر ثم يعاير عليها المصلب كما بالجدول المقابل **شكل (5)** بواسطة الميزان العياري، أو بواسطة القطارة العيارية، ويمزج جيدًا مع الراتنج لمدة 10 دقائق.

Resin (g)	Hardener (g)	Mixed Resin (g)
10	4.50	14.5
9	4.05	13.05
8	3.60	11.6
7	3.15	10.15
6	2.70	8.7
5	2.25	7.25
4	1.80	5.8
3	1.35	4.35
2	0.90	2.9
1	0.45	1.45

شكل (5) جدول النسب العيارية لكمية البوليستر مقابل المصلب

5) **الالياف الزجاجية Fiber Glass:** تستخدم لتسليح وتدعيم البوليستر، بحيث يكتسب المنتج المتانة المطلوبة علاوة على تحمل الضغوط والاحمال، وتتنوع مقاسات الالياف الزجاجية في أشكالها وكثافتها سواء المتراصة بطريقة عشوائية أو المطلوب، يمكن وضع أكثر من طبقة من الالياف الزجاجية في المستنسخ للوصول للمتانه المطلوبه خاصه في اعمال التكسيات الخارجية المعرضة لمختلف العوامل الجوية.

<u>مراحل التنفيذ المستنسخ:</u>

شكل (6) شمع عازل مانع للالتصاق

1) يغسل القالب بالماء والصابون لإزالة أي عوالق به، ثم يجفف جيدًا وينظف بالأسيتون أو الثنر.

2) تعزل الفورمة بدهانها بمادة عازلة مانعة للالتصاق releasing wax كالشمع العازل **شكل (6)** بواسطة قطعة قماش صوف أو فرشاة، وإزالة الزوائد من الشمع حتى لا يترك أثراً في المستنسخ.

3) يدهن القالب بطبقة من الجيل كوت الملون بعد إضافة المصلب اليه، ويترك ليجف وهي الطبقة اللامعة الاولي التي تظهر في المستنسخ بعد خروجه من القالب.

4) يمكن استخدام الرش أو الفرشاة لدهان الجيل كوت ويراعى أن يغطى كل سطح القالب، كما يجب العناية أثناء الصب لإظهار التفاصيل الدقيقة في النسخة. ويمكن الاستغناء عن الجيل كوت عند تطبيق تأثيرات الخامات الطبيعية على البوليستر.

شكل (7) تثبيت الالياف الزجاجية في القالب بالضغط عليها وفردها في القالب.

5) يخلط البوليستر مع المعجل والمواد المالئة والملونات في وعاء مستقل بواسطة الخلاط الكهربائي المزود بقضيب حديدي أو التقليب اليدوي لمدة أطول، وأخيرًا يضاف المصلب عند الاستعداد للصب.

6) يجهز البوليستر بكميات مناسبة وعلى دفعات مع إضافة كل من المسرع والمصلب لصب طبقات البوليستر التالية، بعد التأكد من تمام جفاف طبقة الجيل كوت.

7) تفرد الالياف الزجاجية وتثبت فوق القالب **شكل (7)**، ثم دهانهم بالبوليستر بواسطة الفرشاة **شكل (8)**، بحيث تغطي طبقات الالياف الزجاجية المسطح بالكامل، ثم يتم دهانها بطبقة وفيرة من البوليستر (حتى التشبع) مع كل طبقة بواسطة الفرشاة.

شكل (8) يتم دهان الالياف الزجاجية بالبوليستر بالفرشاة وتكرر العملية حتى السمك المطلوب.

8) تكرر تلك العملية في وقت واحد ومتتالية حتى أربع طبقات من الالياف الزجاجية كحد أقصى.

9) يفرغ الهواء بين الالياف والبوليستر، بواسطة رولة معدنية ملساء لا تسبب تشوهًا في المنتج.

10) تترك الطبقات المصبوبة حتى تجف وتكرر العملية حتى الانتهاء من السمك المطلوب.

11) يترك المستنسخات حتى تجف طبقات الالياف الزجاجية مع البوليستر في مكان جيد التهوية والتأكد من اكتمال كامل المنتج.

12) بعد تمام التصلب والجفاف يتم إخراج النسخة من القالب وتغسل بالماء والصابون ثم تجفف.

13) إزالة الاطراف الزائدة باستعمال المنشار أو الصاروخ أو المبرد حسب المواصفات المطلوبة.

14) يتم تشطيب المستنسخات وذلك بتلميعها بشمع " كوبرتكس" ثم تمسح جيداً بقطعة من القماش الناعم.

التأثيرات اللونية المتنوعة لعجائن البولي استر

تأثيرات الخامات الطبيعية للبوليستر: يمكن تلوين البوليستر بألوان ذات أصل راتنجي أثناء أو بعد الصب، حيث يتميز بخواص رابطة (لاصقة) جيدة مع المواد المالئة والمساحيق المعدنية المختلفة كالاسبيداج (كربونات الكالسيوم) والزنك وكذلك بودرة الاحجار وغيرهم من الاجسام العضوية وغير العضوية التي يمكن خلطها مع البوليستر. كما يمكن إكسابه تأثير بعض الخامات الطبيعية مثل مظهر الاحجار، وذلك بإضافة العديد من المواد التي يمكن خلطها مع راتنج البوليستر وتسمى "الموالئ" ومن تلك الموالئ: الجرانيت المجروش، بودرة الحجر الجيري، بودرة الرخام وكسر الرخام، وكسر البكاليت أو مجروش اللدائن، بودرة التلك .....، تعمل تلك الموالئ على إكساب المنتج تأثيرات تشبه مظهر الخامات الطبيعية **شكل (9)** منتجات بوليستر مع بودرة الحجر.

شكل (9) منتجات تكسيات خارجية للواجهات، وحدات تجميلية (حلايا) متنوعة، من خامة البوليستر المقوى بالألياف الزجاجية مع بودرة الحجر.

تكنولوجيا انتاج وحدات تكسية خارجية بتأثير الاحجار الطبيعية: يمكن إنتاج وحدات تجميلية (حلايا) متنوعة بتأثير الاحجار الطبيعية كالتالي:

1. يضاف البوليستر إلى بودرة الحجر الأصفر بنسبة 1:1 ويتم التقليب جيداً.
2. يضاف بودرة التلك بإضافة من 2% :7% مع نسبة قليلة من صبغات بيضاء أو الاحبار، مع الاكسيد الأصفر ويتم الخلط المكونات جيدًا.
3. صب الخليط في القالب، ويترك ليجف بمكان جيد التهوية.

4. دهان عدد من طبقات الالياف الزجاجية ودهانها بالبوليستر، كتدعيم للمستنسخ، وتركه حتى تمام الجفاف.
5. نزع المستنسخ بعد الجفاف من القالب، فيظهر شكله بمظهر الحجر الطبيعي شكل (9).
6. تشطيب المستنسخات بصنفرتها أو تلميعها.

شكل (10) حلية من البوليستر بتأثير الرخام الطبيعي

<u>تأثير الرخام الطبيعي</u>: يمكن اكساب الوحدات التجميلية مظهر مشابه لتأثير الرخام الابيض أو الاسود، أو أي لون آخر، وذلك بإضافة المادة المالئة المناسبة وهي بودرة وحصى الرخام حسب اللون المطلوب مع إضافة الصبغات والاكاسيد الملونة المناسبة لكي تعطي التأثير المطلوب مطابقته بلون الرخام أو الحجر بنفس الخطوات السابقة وتستكمل بعمليات الصقل والتلميع بالشمع الابيض لإعطاء المظهر الطبيعي للرخام **شكل (10)**.

<u>تأثير المعادن</u>: يمكن اكساب المنتج (التأثير المعدني) باستخدام بودرة بألوان المعادن (الذهب، الفضة، البرونز) بالخطوات التالية:

1. يحضر البوليستر (سيكسوتروبيك) أي خليط من الراتنج ذو القوام الكثيف باستخدام مادة بودرة التلك أو كربونات الكالسيوم بإضافة من 2% إلى 7% من المادة المالئة إلى الراتنج المضاف إليه المواد المساعدة للحصول على قوام لزج هلامي ويمكن أن يكون أكثر غلظة إذا ما أريد ذلك.
2. إضافة صبغات من أكاسيد الفلزات بألوان المعادن (الذهبي، الفضي، البرونزي) وتخلط معه بنسبة حتى 10% حسب اللون المرغوب وتمزج جيداً معه.
3. يصب طبقة بسمك حوالي 1 سم داخل قالب الصب ثم توضع طبقة من الالياف الزجاجية ويتوالى صب الطبقات حتى نصل للسمك المطلوب يترك المستنسخ ليجف، ثم يفصل عن القالب، ويتم تشطيبه.

وفي حالة انتاج بلاطات خفيفة الوزن بلون البرونز ، يتم وضع أكاسيد لونية من بودرة البرونز مع البوليستر، ثم دهان طبقة أولى من البوليستر الملون بالبرونز في القالب وتركه ليجف ثم دهان طبقة أخرى، مع وضع الالياف الزجاجية وهكذا حتى الانتهاء من عدد الطبقات المطلوبة، بعد فصل المستنسخ من القالب يصنفر العمل جيداً وتلميعه فيظهر اللون البرونزي البني. **شكل (11)، شكل (12)**.

شكل (11) من أشكال الحلايا، بلاطات تكسية 40* 40 سم، بوليستر بتأثير البرونز،
شكل (12) تفصيلية من العمل.

كما يمكن الحصول على لون يشبه النحاس الاخضر المجنزر، بنفس الخطوات مع دهانه بأحبار طباعية تميل إلى اللون المجنزر وصنفرة الوجه ثم التلميع.

يمكن عمل تأثير معادن أخرى مثل النحاس الاصفر والاحمر والبرونز الداكن والنيكل والالومنيوم والحديد والرصاص .... وذلك بإضافة بودرة كل معدن أو ملونات جاهزة واتباع نفس الخطوات.

<u>تأثير القِدَم (الباتينة)</u>

يمكن عمل بعض التأثيرات الاخرى مثل الاحساس بقدم الخامة وإضافة تأثيرات تشبه عوامل الزمن عليها وتسمى الباتينة، وهي عبارة عن عمل تأثيرات لونية فوق البوليستر الملون بعد الجفاف وذلك بتحضير ألوان أكاسيد جافة تضاف إلى البوليستر المخفف بالأسيتون ويدهن بها وجه المستنسخ بعد خروجه من القالب بواسطة الفرشاة بلون يعطي ذلك التأثير الزمني (كاللون الرمادي) ثم بعد الجفاف يتم صنفرة السطوح العلوية للعمل، مما يضفي الاحساس بقدم الخامة **شكل (13)**.

شكل (13) من أنواع التكسيات الخارجية (كورنيشة)، بوليستر بتأثير حجر قديم (الباتينة).

يمكن تلوين البوليستر بالأكيدات(اللاكيهات) أو الاحبار أو أي دهانات يقبلها البوليستر، كما يتحكم في اتقان العمل مهارة الحرفي وخبرته وذوقه الجمالي في التلوين والاخراج النهائي.

تغسل النسخة جيدا بالماء الدافئ والصابون ثم تجفف وتدهن بطبقة من سائل جيلاتيني مكونة من البرافين المذاب في التربنتين الساخن" وتدليكه على السطح بقطعة من قماش الصوف الناعم حيث يضفي على السطح طبقة ناعمة ومظهر جيد.

احتياطات عند التطبيق

يجب اتباع بعض التعليمات والارشادات عند التعامل مع راتنج البوليستر قبل وأثناء التطبيق:

1. تنظيف الاسطح جيدا قبل الاستخدام بالكمبريسور وإزالة الأتربة وتهوية المكان قبل الاستخدام.
2. ضرورة ارتداء القفازات مع الكمامات وعدم التدخين أثناء العمل.
3. تجهيز كمية من البوليستر مناسبة لطاقة العمل خلال ساعة، وينبغي إتمام عملية الصب وانهاء الكمية المعدة في هذه الفترة، حيث يتحول المركب نتيجة التفاعلات الكيميائية من الحالة السائلة إلى الهلامية ثم إلى التصلب ثم الجفاف الكامل.
4. عدم إضافة المعجل مع المصلد في نفس الوقت حيث يحدث ذلك تفاعل كيميائي متفجر، وعند الصب يتم إضافة المصلد على الخليط.
5. مراعاة الدقة في نسبة المصلب المضافة إلى كمية البوليستر والخلط الجيد.
6. معرفة تاريخ انتاج وصلاحية الراتنج وعمره التصنيعي، ودرجة الحرارة اللازمة ليتصلد بداخل القالب.
7. غلق العبوات أولاً بأول بعد أخذ الكميات المناسبة لعدم تعرضها للتلف مع حفظها في درجات حرارة عادية.

8. التأكد من جودة المنتج وتاريخ الإنتاج بحيث لا تتعدى9 أشهر.
9. تنظيف الخامات والادوات بالثنر.

<u>عيوب تصنيع يجب تجنبها أثناء العمل</u>

يتعرض المنتج للعديد من عيوب التصنيع والتي من الممكن تجنبها ومعالجتها وهي:

- **التشقق:** أي يظهر شقوق في المستنسخ، نتيجة استخدام كمية كبيرة من العامل المساعد (المصلب) أو زيادة سمك الطبقات أو زيادة المادة المالئة، ولتجنب ذلك يجب استعمال العامل المساعد بكمية عيارية مناسبة تتوقف على كمية راتنج البوليستر المطلوب.
- **الليونة:** المستنسخ ليس بالصلابة الكافية، نتيجة قلة كمية العامل المساعد (المصلب) أو اختيار نوع غير جيد وكذلك عدم الخلط الجيد.
- **الانحناء:** يتقوس المستنسخ نتيجة ارتفاع درجة الحرارة جداً، أو عدم تجانس راتنج البوليستر والعامل المساعد في جميع الاجزاء بالتساوي.
- **الثقوب:** تظهر ثقوب في المستنسخات، ناتج عن دخول الهواء في الراتنج أثناء خلطه مع العامل المساعد، **شكل (14)** وتنفجر أثناء التصلب، وتسبب تشوهًا في مظهر المنتج، لذلك يجب المزج الجيد للبوليستر مع المصلب والصب بهدوء، أو وضع مكونات الراتنج داخل مضخة هواء لتفريغ الفقاعات خارج المخلوط.

شكل (14) الثقوب في البوليستر نتيجة دخول الهواء أثناء الخلط

- **التقلص الحجمي:** صفة فيزيائية في مركب البوليستر ويمكن تقليل نسبة انكماش الراتنج بعد الجفاف وذلك باستخدام المواد المالئة حيث تضاف نسبة المواد المالئة بنسبة 50% من وزن الراتنج.
- **تشوه القالب :** يتسبب في تشوه المستنسخات ولذلك فإن العناية بالقالب منذ البداية وتنفيذه بدون عيوب يقلل الكثير من الوقت والجهد المبذولين لانتاج مستنسخات جيدة ، كذلك الاهتمام بعملية التشطيب ، لاظهار المنتج بمظهر جيد وجودة عالية .
- **عدم الخلط الجيد :** تتسبب في الكثير من الخسائر سواء في صناعة القالب أو المستنسخ ، لذلك تعتبر عملية الخلط الجيد من العمليات الهامة جداً في تشكيل الراتنجات ، كما أن الخلط الجيد لمركبات المستنسخات يقلل من عمليات الصيانة واستهلاك الجهد والخامات .

النتائج

1) السيليكون المطاطي من أفضل الخامات المستخدمة في صناعة قوالب التكسيات لخواصه الفيزيائية والصناعية.
2) تتميز منتجات البوليستر المقوى بالألياف الزجاجية بخواص صناعية جيدة لإنتاج وحدات التكسيات الخارجية.
3) توفر منتجات تكسيات البوليستر من استخدام الخامات الطبيعية كما يمكن أن تتشكل بمظهرها.
4) يمكن تلافي عيوب التصنيع من خلال معرفة الأخطاء وتجنبها أثناء العمل.
5) يجب إتباع الارشادات الصحية والتعليمات قبل وأثناء التعامل مع الراتنجات.
6) تتحكم المهارة الحرفية والخبرة والذوق الجمالي في جودة الاعمال المنتجة.

التوصيات

1) إنتاج الراتنجات الصناعية محلياً وتحسين خواصهم.
2) تطوير المنتجات الراتنجية وتحسين أثرها البيئي.
3) تجنب الخامات الرديئة والضارة من كل ما ذكر من خامات.
4) كتابة التعليمات وطرق الاستخدام وتاريخ الصلاحية للراتنجات بصفة عامة بوضوح على العبوات.
5) الاستخدام الاقتصادي الامثل لجميع الخامات الراتنجية.
6) عمل صيانة دورية لمنتجات التكسيات الخارجية بعد التركيب.

المراجع العربية

1) جاسم محمد العُماني: بحث عبر شبكة المعلومات، " الفيبر جلاس"، أكتوبر 2006 .
2) الحرف التقليدية بين الصناعة والفن أبحاث المؤتمر العلمي الاول للقصور المتخصصة، وزارة الثقافة، القليوبية، القاهرة الكبرى، 2013.
3) ثروت عكاشة:" القيم الجمالية في العمارة الإسلامية "، دار الشروق، القاهرة، 1994.

المراجع الاجنبية

1) Arts,Crafts of The Islamic Lands.Thames,Hudson,Edited by Khaled Azzam, London , 2012 .

مواقع الكترونية

1) www.bytocom.com البوليستر
2) www.flyingway.comاللدائن والراتنجات
3)www.kenanaonline.net/page/1422 اللدائن المصبوبة
4) www.moldandcast.kz/use/mold_star_15/photo/صناعة القالب

5) www.startimes.com0اللدائن والراتنجات

6) ar.wikipedia.org/wikiصناعة البلاستيك

الملخص باللغة الانجليزية

The works of the cladding are considered heritage works. Ancient civilizations were characterized by the decoration of the buildings with a variety of natural materials, especially palaces and houses of worship.

All types of cladding like tiles & Panels or decorative units are used to decorate architectural facades by using natural and industrial raw materials, whether in the whole building or parts thereof. Modern technologies, equipment, materials and technologies have enabled the development of the artificial materials. Among these technologies is the manufacture of rubber molds.

This industry offers many economic and industrial advantages that can be utilized in the production of cladding units. The manufacture of molds depends on the manufacture of the mold and the extraction of the formulations through the material inside it. Silicone rubber is one of the best raw materials used in the manufacture of molds.

The substrates are made of polyester reinforced with fiber glass, and other industrial features offered by this technique can give effects similar to the appearance of natural materials such as stones, marble and the effects of various metals.

The process of production depends on many materials and tools through successive stages to reach the final product and follow some instructions when dealing with the materials used, so as not to be subjected to the product of many manufacturing defects, which may appear during the stages of manufacturing, which are done manually.

The quality of the production is depending on the craftsmanship, experience and aesthetics of these industries.