استخدام المواد المركبة فى التصميم البنائى لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية

The Use of Composite Materials in Constructional Design of Furniture Products, and Metal Constructions

أ. م. د/ عماد شفيق عبد الرحمن حشاد - استاذ مساعد بقسم الأثاثات والإنشاءات المعدنية - كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان – الاميل omdash14@gmail.com

المقدمـــــــــــة

تمثل الخامات دورا مهما فى التصميم فهى وسيلة التجسيد المادى لأفكار التصميم المختلفة فى ذهن المصمم على الطبيعة وترتبط الخامات بجميع جوانب التصميم الوظيفية والجمالية والاستخدامية والانشائية، وتتحدد واقعية التشكيل للعمل البنائى بطبيعة أداء الخامات ومدى ملائمتها للاستخدام، وتخضع عملية اختيار الخامات لعدة مرجعيات من اهمها ادراك المعلومات الخاصة بخصائص الخامات من الناحية الفيزيائية مثل المظهر المرئى والوزن والكثافة، وكذلك من وجهة النظر الانشائية مثل اعتبارات القوة والصلابة والمرونة، وكذلك طبيعة اداء الخامات لوظائفها الجزئية فى النظام الكلى مثل قابلية التشغيل والتشكيل والبعد البيئى والاقتصادى، وكلما اتسعت معرفة المصمم بامكانيات الخامة وطرق معالجتها كلما ادى ذلك الى ازدياد افكارة التخيلية وقدرتة على الابتكار، وتسيطر الخامة على نوعية الاشكال التى تنتج منها لان لكل خامة حدودها وامكانياتها ويتطلب التصميم البنائى الجيد استكشاف حدود الخامات، لأن الخامات مصدر لا نهائى لالهام المصمم فقد توحى الوان الخامات وقيمها السطحية وصفاتها الاخرى للمصمم بابتكارات عديدة فى التصميم، وهناك العديد من الاعتبارات التى تحكم عملية الاختيار والمفاضلة بين الخامات فى مجال التصميم البنائى لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية مثل المرونة الانشائية ومرونة التشكيل والتمدد الحرارى والوزن والعمر الافتراضى وامتصاص الصوت، وعملية التصميم لها جوانب متعددة ولكنها تبنى على تحقيق الغرض الوظيفى، وفى سبيل ذلك فان المصمم علية ان يوظف كل ادوات التصميم من اجل تحقيق هذا الغرض، والحقيقة انة ليس التصميم فقط وانما كل مناحى التطور الصناعي والتكنولوجي يعتمد بشكل كبير على التقدم في حقل المواد، ونتيجة للتطور الصناعي الكبير الذي شهده العالم في كافة المجالات ظهرت الحاجة لايجاد البدائل للمواد ذات الاستخدامات الصناعية المتعددة بحيث تكون تلك البدائل ذات مواصفات ونوعية عالية من حيث التكلفة وخفة الوزن والخصائص التى تخدم التصميم بصورة عامة، وذلك لاستخدامها في التطبيقات الصناعية المتعددة مثل وسائل النقل والانشاءات وغيرها، ولذلك تم انتاج ما يعرف بالمواد المتراكبة والتى تشتمل على طيفا واسعا من البدائل والتراكيب التى تحقق نسبا عالية من المتانة والجساءة وخفة الوزن والقيمة السطحية، مما يجعلها تمثل اهمية كبيرة فى التصميم البنائى لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية كمادة مكملة للخامات المعدنية.

مصطلحات البحث :- المواد المركبة – الياف الكربون – الياف الزجاج - المواد المركبة الصفائحية - المواد المركبة الحبيبية - انابيب الكربون النانوية

مشكلة البحث

تمثل المواد المتقدمة ومنها المواد المركبة أحد اهم العلوم التطبيقية الحديثة التى تحظى باهتمام الدول الصناعية، وعلى الرغم من ان المواد المركبة دخلت كخامات اساسية فى الكثير من الاستخدامات مثل وسائل النقل المتعددة والصناعات الفضائية والعسكرية والانشاءات فى العديد من الدول والهيئات الصناعية .

ولكن فى المقابل لا تحظى المواد المركبة بالاهتمام الكافى على المستوى المحلى بالدراسة والتطبيق، وخاصة فى مجال منتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية التى تعتمد غالبا على المواد الطبيعية مثل الخشب والرخام والزجاج وبعض المواد المخلقة مثل الاكريليك كمادة مكملة، والتى يشوبها القصور فى تلبية المتطلبات المتطورة للتصميم، بينما يمكن للمواد المركبة بما تملكة من الخصائص الميكانيكية والفيزيائية والتشغيلية كمادة مكملة مع الخامات المعدنية كالحديد والالمنيوم ان تحقق الكثير من القيم المضافة للتصميم البنائى لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية.

هدف البحث

يهدف البحث الى توضيح بعض المكونات والخصائص التى تتميز بها المواد المركبة، والقيمة المضافة لاستخدامها كمواد مكملة مع الخامات المعدنية التقليدية فى التصميم البنائى لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية .

أهمية البحث

تمثل الخامات وسيلة التجسيد المادى لافكار التصميم على الواقع والتى يجب ان تتفق مع المتطلبات الوظيفية والجمالية والانشائية والتشغيلية والاقتصادية للتصميم، وتعد المواد المركبة بديلا جيدا للمواد الطبيعية والمخلقة كمادة مكملة مع الخامات المعدنية فى تلبية هذة المتطلبات بشكل ناجح فى التصميم البنائى لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية.

منهجية البحث

يتبع البحث المنهج الوصفى التحليلى فى دراسة المواد المركبة ومدى امكانية استخدامها فى التصميم البنائى لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية.

محاور البحث

- المواد المركبة الليفية التى تتكون من الياف ضمن مصفوفة ، والالياف الكربونية النانوية.
- تطبيقات المواد المركبة الليفية فى مجال منتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية .
- المواد المركبة الصفائحية الطبقية التى تتكون من طبقات من مواد مختلفة.
- تطبيقات المواد المركبة الصفائحية الطبقية فى مجال منتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية .
- المواد المركبة الحبيبية التى تتكون من حبيبات ضمن مصفوفة.
- تطبيقات المواد المركبة الحبيبية فى مجال منتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية .

ماهى المواد المركبة ؟ Composite Materials

ولدت المواد المركبة (Composite Materials) في مجال هندسة الطيران والفضاء بسبب خفة وزنها، حيث تلعب خفة الوزن أهمية قصوى في إنشاءات الطائرات والمركبات الفضائية، ويقصد بالمواد المتراكبة ويطلق عليها ايضا اسم المتراكبات، تلك الفئة من المواد الهندسية التى تنتج عن طريق إضافة نسب وزنية أو حجمية معينة من مادة أو أكثر، تعرف بالمواد الداعمة أو مواد التقوية Reinforcement Materials الى مادة الأساس أو مادة القالب Matrix Materials ويشترط فى اختيار المواد الداعمة أن تتمتع بالحياد الكامل فلا تتفاعل مع مادة القالب بحيث تكون فى صورتها العنصرية الفردية داخل قالب المنتج النهائى كمواد متراكبة، (٧م) وبحيث يمكن تمييز المكونات بالعين المجردة او على المقياس الماكروى Macroscopic scale وتكمن ميزة المواد المتراكبة فى أنها إذا تم تصميمها بشكل جيد تظهر عادة افضل السمات التى تتمتع بها مكوناتها، وفى اغلب الاحيان تظهر بعض السمات التى لا يمتلكها أى من عناصرها المكونة، ومن بعض الخصائص التى يمكن تحسينها عن طريق تشكيل مادة مركبة نذكر منها: المتانة، الجساءة، مقاومة التاكل، خفة الوزن، العزل الحرارى، الموصلية الحرارية، العزل الصوتى، جاذبية الشكل المرئى، وجميع هذه الخواص تعتمد كثيرًا على التركيب والوزن الجزيئي لمادة الاساس وعلى القوى الجزيئية، كما تعتمد هذه الخواص إلى حد كبير على مواد التقوية وعلى المواد المضافة مثل الحشوات، وبطبيعة الحال لا تتحسن جميع تلك الخصائص فى نفس الوقت، كما لا يلزم عادة تحقيق ذلك فقد تكون بعض الخصائص فى حالة تعارض مع خصائص اخرى، فعلى سبيل المثال نذكر العزل الحرارى مقابل الموصلية الحرارية، ويكمن الهدف المتوخى ببساطة فى توليد مادة تتمتع فقط بالمميزات المطلوبة لأداء المهمة التصميمة، وتمتلك المواد المركبة تاريخا طويلا من الاستعمال وتشير السجلات التاريخية الى شكل من اشكال المواد المركبة، فمثلا استخدم المصريين القدماء القش لزيادة متانة الطوب المصنع من الطين، وفى العصور الوسطى كانت السيوف والدروع تصنع باستخدام عدة طبقات من المعادن المختلفة، أما فى العصر الحديث فنجد مثلا ان المواد المركبة ذات المصفوفة الراتنجية المقواة بالألياف التى تمتلك قيما عالية لنسبة المتانة والجساءة الى الوزن الخفيف جدا اصبحت ذات اهمية كبيرة فى الكثير من المجالات الصناعية والتطبيقية. (٢م)

مواد الأساس (Matrix Materials)

تكون مواد الأساس أو المواد الحاضنة إما مواد معدنية (Metallic Materials) متكونة من المعادن وسبائكها وتتميز بثقل وزنها ومتانتها العالية، أو قد تكون مواد سيراميكية (Ceramic Materials) والتي تمتاز بخفة وزنها ومقاومتها المرتفعة لدرجات الحرارة العالية ولكنها ضعيفة المقاومة لقوى الصدم. كذلك تكون المادة الأساس مواد راتنجية (Resin Materials)وهي الأكثر إستعمالاً وإنتشاراً لِما تتميز به من خواص ميكانيكية وحرارية جيدة. مثل راتنج البولي أستر (Polyester Resin). وراتنج الإيبوكسي والفينول. (٣م)

مواد التقوية (Reinforcement Materials)

يجب توفر ميزتين أساسيتين في هذة المواد وهي المقاومة العالية والليونة المنخفضة حتى تستطيع تقوية مواد الأساس وهناك عدة طرق للتقوية منها التقوية بالدقائق (Reinforcing by Particulate) والتي تكون بقطر أكبر من (1 µm) وبأشكال مختلفة منها الإبرية والكروية والقِشرية، كذلك تتم التقوية بالتشتت (Reinforcing by Dispersed) ويكون

قطر الدقائق أقل من (0.1µm) . أما أكثر أساليب التقوية شيوعاً فهي التقوية بالألياف (Reinforcing by Fibers) نظراً لِما تتميز به من قوة كبيرة مقارنة بالمواد الراتنجية، وتكون الألياف بأنواع وأشكال مختلفة فمنها ما يكون بشكل مستمر أو مقَطعْ أو بشكل انسجة محاكة وكمثال على أنواع الألياف هي ألياف الزجاج وألياف الكاربون وألياف كفلر والألياف السليلوزية التي تستخدم بشكلها الخام أو تخضع لعمليات تصنيع لإستخراج أنوع جديدة. (٥م)

تصنيف المواد المركبة

توجد اربعة انواع من المواد المركبة شائعة القبول وهى :

١- المواد المركبة الليفية التى تتكون من الياف ضمن مصفوفة. Fipers Composite Materials
٢- المواد المركبة الصفائحية الطبقية التى تتكون من طبقات من مواد مختلفة Laminated Composite Materials
٣- المواد المركبة الحبيبية التى تتكون من حبيبات ضمن مصفوفة. Particulate Composite Materials
٤- تجميعات تتشارك فيها كل الانماط الثلاثة المذكورة اعلاة او بعض منها. Multi composite Materials

١- المواد المركبة الليفية التى تتكون من الياف ضمن مصفوفة. fibres Composite Materials

تتألف هذه المواد من ألياف (fibres) ذات مقاومة (strength) كبيرة وجسوءة stiffness) مرتفعة مثل ألياف الزجاج وألياف الكربون وألياف الكفلار، مغمورة في مادة لدنة (plastic) أو بوليمر (polymer) أو راتنج (resin) خفيفة الوزن مثل البوليستر(polyester) والإيبوكسي (epoxy) تؤلف القالب أو المادة الرابطة (matrix) بين الألياف كما تقوم بنقل الاجهادات بين الألياف وتأمين الحماية لها من أي مادة ضارة خارجية، ومن أهم المزايا التي تتصف بها المواد المركبة الليفية الجمع الإستثنائي بين المقاومة والجساءة والوزن الخفيف ومرونة التصميم، (٤م) إذ يستطيع المصمم أن يستخدمها بحيث يضع الألياف في اتجاه الأحمال، مما يؤدي إلى استخدام أمثل للمادة، ويؤدي بالتالي إلى انخفاض أكبر في وزن الإنشاء النهائي، وقد انتشرت المواد المركبة في كل التطبيقات الهندسية لاسيما في الإنشاءات التي تتطلب مقاومة مرتفعة مع خفة الوزن. (٦م)

ان الهدف الرئيسي من التقوية بالألياف هو لتحسين الخواص الميكانيكية والفيزيائية للراتنجات حيث تزداد مقاومة الشد والصدم والصلادة بشكل كبير مما يسمح بإستخدام هذه المواد المقواة في مجالات صناعية كثيرة، والألياف في هذا النوع من المواد المتراكبة هي المسؤولة عن تحمل الأحمال الخارجية، وهناك العديد من الخامات التى تستخدم فى صناعة الالياف كمادة داعمة ومقوية، مثل الالمنيوم والتيتانيوم والفولاذ والزجاج والكربون والبيريليوم والبورون والجرافيت. (١٣م)

وتتميز الالياف الطويلة بأشكالها المختلفة بأنها ذاتيا أكثر متانة وجساءة من نفس المادة فى شكلها الحجمى، فعلى سبيل المثال تنكسر الواح الزجاج العادى عند تعرضها لاجهادات تقارب ٢٠ ميجا باسكال، بينما تمتلك الالياف الزجاجية فى اشكالها المتوفرة تجاريا مقاومات للاجهاد ما يقارب ٧٠٠٠ ميجا باسكال فى الاشكال المحضرة فى المختبرات، اذا من الواضح ان تكون هندسة الليف وبنيتة الفيزيائية ذات اهمية استثنائية بطريقة ما بالنسبة الى تقييم متانتة، والتى يجب اخذها بعين الاعتبار فى التطبيقات الهندسية، وبشكل اصح يمكن القول ان المفارقة فى امتلاك الليف خصائص تختلف عن الشكل الحجمى تعود

الى البنية الاكثر كمالا لليف، ففى الالياف تصطف البلورات على طول محور الليف، علاوة على ذلك يوجد فى الالياف عدد اقل من العيوب الداخلية مقارنة بالمادة الحجمية.

١/١- الألياف الزجاجية كمادة داعمة للمواد المركبة الليفية

تعد الألياف الزجاجية (Fiberglass) وتدعى الزجاج الليفى من المواد الهامة وهي مادةمصنوعة من ألياف رفيعة جداً من الزجاج وتتميز بالمرونة والقوة وخفة الوزن وغير قابلة للاحتراق ولا تصدأ ومعامل التمدد منخفض جدا، [١٥م] كما انها رخيصة نسبيا من حيث التكلفة والتصنيع وتستخدم كمادة داعمة فى المتراكبات فى صورة خيوط دقيقة جدا او نسيج يشبة الحرير، وبدمجها مع مواد الاساس من البوليمرات او الرايزين نحصل على مواد متراكبة ذات مواصفات جيدة فى مقاومة قوة الشد وخفة الوزن، كما ان الالياف الزجاجية لها مقاومة جيدة لمعظم المواد الكيميائية كالاملاح والقلويات وتعتمد هذة المقاومة على مصفوفة حماية الالياف كما انها مقاومة للتاكل بفعل العوامل الجوية. [١٤م]

٢/١- الياف الكربون كمادة داعمة للمواد المركبة الليفية

هناك اهتمام كبير بمادة الكربون كمادة داعمة فى مجال المواد المركبة وتصنع الياف الكربون من الحرير الصناعى (Rayon) أو القطران (pitch) أو البولى اكريلونتريل (Polyacrylonitrile) وهى خيوط رفيعة جداً من عنصر الكربون، ويمكن ان تستخدم كخيوط منفردة او يتم حياكتها فى صورة قماش منسوج وتتميز بالمرونة والقوة وتحمل العديد من الاحمال المؤثرة، ويتم الجمع بين هذة الالياف السابقة بواسطة مادة الاساس او المادة الحاضنة والتى تكون اقل بكثير من الالياف او الشعيرت البلورية الداعمة من ناحية الكثافة والجساءة والمتانة، ومادة الاساس الغرض منها دعم وحماية الالياف أو الشعيرات البللورية ونقل الاحمال بين اجزاؤها لتحقيق قدر كبير من ناحية الكثافة (density) والجساءة (Stiffness) والمتانة (Toughness) مع الحفاظ فى نفس الوقت على كثافة منخفضة ويمكن ان تكون مواد الاساس بوليمرات او معادن او مواد سيراميكية،وتعتبر الدراسات أن مركبات ألياف الكربون المسلحة أكثر تحملاً من مركبات ألياف الزجاج وألياف الكربون لديها مقاومة عالية للمركبات الكيميائية وسماحية مع درجات الحرارة العالية مع تمدد بسيط ومقاومة للتآكل يتراوح قطر كل ليف بين ٥-١٠ ميكرون، ومن أهم العوامل لتحديد خواص ألياف الكربون الفيزيائية هي درجة كربنتها

(نسبة الكربون فيها والتي تكون عادة ٩٢% من وزنها) [٤م]

١/٢/١- خواص ألياف الكربون:

- صلابة عالية بالنسبة للوزن : معدل صلابة مادة هي القوة في وحدة المساحة عند الانهيار مقسومة على الكثافة كلما كانت المادة صلبة وخفيفة كان معدل صلابتها الى وزنها أفضل.
- قساوة كبيرة جداً : تقاس القساوة بواسطة معامل يونغ، وتقيس مدى الترخيم في المادة تحت تأثير الاجهادات. يذكر أن قساوة ألياف الكربون أعلى مرتين ونصف من الألمنيوم.
- مقاومة للتآكل ومستقرة كيميائياً :ولكن على الرغم من عدم تأثر ألياف الكربون نفسها، قد تحتاج المواد الأخرى الداخلة معها للحماية وهو ما توفرة ماد الاساس. كم انها مقاومة للحرائق (غير قابلة للاشتعال)
- قابلية ألياف الكربون لتوصيل الحرارة: وهي كمية الحرارة المارة عبر سمك المادة بشكل عمودي على مساحتها، ويوجد بعض الأنواع التي تصمم خصيصاً لتكون ذات ناقلية عالية أو منخفضة للحرارة .

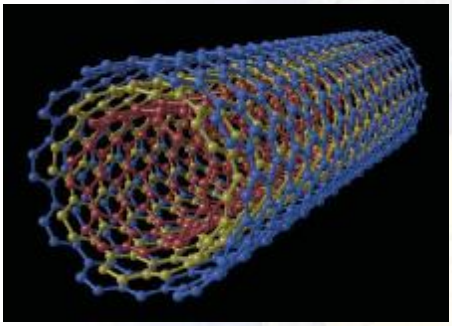
- معامل تمددها الحراري منخفض: ويعني مدى تمدد أو تقلص المادة عند ارتفاع أو انخفاض درجات الحرارة (١٦م)

٢/٢/١- خصائص مادة الاساس للمواد المركبة الليفية

فى الحالة الطبيعية تمتلك الالياف استعمالات قليلة ومحدودة ما لم يتم ربطها سويا كى تأخذ شكل عنصر انشائى يستطيع ان يتحمل الاجهادات الواقعة علية، ان الهدف من المصفوفة متشعب الاغراض لانها تربط الالياف وتجمعهم معا فى كيان واحد فتكون اكثر مقاومة للاحمال المؤثرة التى تنتقل الى الالياف عبر المصفوفة، لان الالياف وحدها لاتستطيع الصمود امام هذة الاحمال،(١٠م) وفى نفس الوقت فان مادة الاساس ذات قيم اقل بكثير من الالياف من ناحية الكثافة والجساءة والمتانة ولكن الجمع بين المادتين يعطى المتانة والجساءة المطلوبة مع الحفاظ فى نفس الوقت على كثافة منخفضة، ويمكن ان تكون مواد المصفوفات بوليمرات او معادن او مواد سيراميكية او من الكربون وتتزايد تكلفة هذة المصفوفات بازدياد القدرة على مقاومة الحرارة . (١٠م)

٣/٢/١- انابيب الكربون النانوية carbon nanotupes

تنفرد انابيب الكربون النانوية بصفات وخواص مدهشة لم يعرفها الانسان من قبل، وهى عبارة عن أنابيب اسطوانية طولية مجوفة ذات اقطار متناهية فى الصغر، حيث تتدنى مقاييس ابعاد اقطارها الى نحو ١.٤ نانومتر والتى تترابط فيها ذرات الكربون بعضها ببعض بواسطة الروابط التساهمية، وتتكون من مجموعة ضخمة من الهياكل السداسية التى تتكون من ذرات الكربون وهناك نوعان من انابيب الكربون النانوية وهما : (٧م)



شكل (١) الانابيب النانو الكربونية متعددة الجدار

أ- الانابيب النانو الكربونية وحيدة الجدار

وهى عبارة عن صفائح طولية من الكربون ملفوفة على هيئة اسطوانات، وحيث ان النسبة بين طول وقطر هذة الانابيب كبيرة للغاية حيث تصل قيمتها الى مليون، فانة يمكننا تجاهل قيمة تلك الاقطار لضآلتها وأن نعبر عن هذة الانابيب ببعد واحد فقط وهو الطول الذى قد يمتد الى ٥٠ الف نانومتر.

ب- الانابيب النانو الكربونية متعددة الجدار

وهى مؤلفة من مجموعة متداخلة من الانابيب احادية الجدران لها اقطار مختلفة لكنها تشترك فى محور واحد، وتختلف اطوال واقطار بنية هذا التركيب عن نظيرة فى الانابيب احادية الجدران اختلافا بينا مما يؤثر بطبيعة الحال فى خواصها التى تختلف تماما عن خواص الانابيب احادية الجدران.(٨م)

ج- الخواص الميكانيكية لانابيب الكربون النانوية (٩م)

تعود الخواص الميكانيكية الهائلة لهذة الانابيب الى قوة الترابط التساهمية غير العادية بين جزيئات وذرات الكربون المترابطة تشاركيا مع اقرب ثلاث ذرات متجاورة ومن هذة الخواص :

- معامل يونج (معامل صلابة المادة) الذى يمثل نسبة الاجهاد الى الانفعال الميكانيكى لانبوب النانو كربون يصل الى حوالى ١٠٠٠ جيجا بار (GPa) وهذة القيمة اكبر من قيمة معامل يونج للفولاذ بأكثر من خمس مرات .

- اجهاد الكسر لانابيب النانو كربون حوالى ٦٣ ميجابار (MPa) وهذا الرقم اكبر من اجهاد الكسر للفولاذ ٥٠ مرة .
- قيمة مقدار مقاومة الشد بواسطة ميكروسكوب القوة الذرية تساوى ١٠٠ ضعف قيمة مقاومة اقصى انواع الصلب لاجهادات الشد .
- خفيفة الوزن جدا لان كثافتها تتراوح مابين ١,٢٢ الى ١,٤ جم / سم٣ ، فى حين تبلغ كثافة الالمنيوم ٢,٧ جم / سم٣ كما انها اخف من الياف الكربون العادية، مما يعنى خفة الوزن وصلابة تفوق صلابة المعادن .
- معامل المرونة لها كبير ويعنى هذا مقاومتها العالية لاى تغير فى الطول او مساحة المقطع عند تحميلها اوزان كبيرة او تعرضها لاجهادات الثنى والانحناء.
- خواصها الميكانيكية يمكن ان تفصل وفق الحاجة بالمعالجة كى تلائم طيفا واسعا من التطبيقات الصناعية فى مجال المواد المركبة .

ومن خلال الخواص الميكانيكية السابقة لانابيب الكربون النانوية فقد اعتبرت من اقوى المواد المعروفة حتى الان، مما ادى الى استخدامها كمادة داعمة ومقوية للمواد المركبة، حيث يتم دمجها مع مواد الاساس التى قد تكون من البوليمرات او المعادن او الكربون، وايضا نظرا للمساحة السطحية الكبيرة للانابيب النانوية مقارنة بالياف الكربون العادية يؤدى الى قوة التماسك بينها وبين مادة الاساس.(٨م)

١/٣- تصنيع المواد المركبة الليفية

على خلاف معظم المواد التقليدية، هناك علاقة وثيقة جدا بين تصنيع مادة مركبة واستعمالها النهائى، وفى غالبية الاحيان يكون تصنيع المادة فعليا جزء من عملية تصنيع العنصر الانشائى أو حتى البنية الانشائية الكاملة، ويمكن تجاريا الحصول على أشكال متعددة من الالياف والمصفوفات، سواء بشكل منفرد أو على شكل شلة (Roving) تتألف من مجموعة من الالياف المستمرة بدون فتل، أو على شكل نسيج احادى الاتجاة او محبوك بنظام سدا ولحمة، وتكون الالياف غالبا مشبعة أو مغلفة بمادة راتنجية مثل الايبوكسى، والتى تستخدم لاحقا كمصفوفة وتسمى بالالياف مسبقة الاشباع، وهناك ثلاث عمليات رئيسية لبناء الطبقات من الالياف ومواد المصفوفة فى المواد المركبة الليفية وهى: اللف (Winding)، والفرش (Laying) والقولبة (Molding) ويعتمد اختيار عملية بناء الطبقات على عدة عوامل مثل، حجم العنصر المعنى وشكلة، التكلفة، الجدول الزمنى للانتاج، الالمام والخبرة بتقنيات معينة.(٢م)

١/٤- تطبيقات المواد المركبة من الياف الكربون

توجد المواد المركبة من الياف الكربون على المستوى التجارى فى اشكال متعددة سابقة التجهيز بحيث يمكن الاستفادة منها فى العديد من التطبيقات الصناعية والانشائية، فتوجد فى صورة الياف من الكربون او منسوجات من هذة الالياف او فى صورة الواح مسطحة ذات تخانات مختلفة قد تكون محشوة بخامات اخرى مثل الفوم او غير محشوة باى خامات، وقد توجد فى صورة قطاعات انشائية باطوال متعددة او فى صورة قطاعات مستديرة او مربعة او مستطيلة، ويمكن حقنها فى قوالب على حسب التصميم المطلوب، وتتميز المواد المركبة من الياف الكربون بسهولة عمليات التشغيل مثل القطع والثقب والثنى والتجميع كما توجد فى درجات مختلفة من مستوى التشطيب الخارجى ، فمنها اللامع والغير لامع والملمسى.(١٧م)

١/٤/١- تطبيقات المواد المركبة من الياف الكربون فى مجال الاثاثات المعدنية

نظرا للخواص التى تتمتع بها هذة الخامات فانها تحقق العديد من الامكانيات فى تصميم منتجات الاثاث المعدنى مثل الصلابة والمتانة وخفة الوزن ورشاقة الشكل، وتتيح للمصمم افاق واسعة من الحرية والانطلاق فى وضع الافكار وتنفيذها بسهولة

مهما كانت اتجاهات الهيئة المرئية للتصميم هندسية او عضوية او مزيجا منهما، فان المواد المركبة من الياف الكربون مناسبة سواء كانت قطعة الاثاث تتكون من هذة الخامة فقط او كانت خامة مكملة مع الخامات المعدنية مثل الصلب او الالمنيوم . والاشكال الاتية توضح جانبا من امكانيات هذة الخامات اساسية او مكملة فى فى بنائية منتجات الاثاث .

شكل (٢) مقعد من الانابيب الفولاذية والقاعدة والظهر من الياف الكربون

شكل (٣) مقعد هزاز من قطاعات الصلب والقاعدة والظهر من المواد المركبة الليفية

شكل (٤) مقعد من الانابيب الفولاذية والقاعدة والظهر من الياف الكربون المنسوجة

شكل (٥) شيزلونج مصنع من المواد المركبة الليفية

شكل (٦) منضدة مصنعة من المواد المركبة الليفية

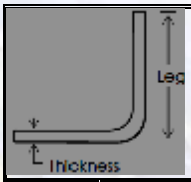
شكل (٧) كرسى متحرك مصنع من الصلب والمواد المركبة الليفية يوضح خفة وزن الكرسى

شكل (٨) مقعد من الانابيب الفو لاذية والقاعدة والظهر من المواد المركبة الليفية

شكل (٩) وحدة ارفف القوائم من الصلب والارفف من المواد المركبة الليفية

٢/٤/١- تطبيقات المواد المركبة من الياف الكربون فى مجال الانشاءات

انتجت العديد من الشركات المتخصصة فى مجال الانشاءات الخفيفة عناصر انشائية جاهزة للاستخدام من خامات المواد المركبة من الياف الكربون نظرا لخفة وزنها وصلابتها الشديدة وما تتميز بة من المرونة ومقاومة الانفعال مع تاثير الاجهادات المختلفة حتى تكون عناصر اساسية او مكملة مع خامة الحديد الصلب او الاستانلس، وتوضح الجداول الاتية نماذج من قطاعات المواد المركبة الليفية المصنعة من ألياف الكربون كمادة داعمة مع مواد مثل البوليمرات (polymers) أوالراتنجات (resin) خفيفة الوزن مثل البوليستر(polyester) والإيبوكسي (epoxy) التى تؤلف القالب أو المادة الرابطة (matrix) بين الألياف

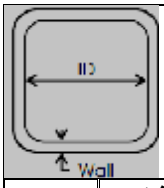


قوة الشد ٥١٢ باوند / بوصة٢

معدل الشد ٣٣,٤ باوند / بوصة٢

المقاسات فى الجدول بالبوصة

م	المقاسات		التخانة	مساحة المقطع	الوزن رطل/القدم	الطول
١	١	١	٠,٠٦٢	٠,٠٦	٠,١٥	٤٨
٢	٢	٢	٠,٠٦٢	٠,٢٤	٠,٢٥	٩٦
٣	٣	٣	٠,٠٦٢	٠,٣٦	٠,٣٥	٤٨
٤	٤	٤	٠,٠٦٢	٠,٥	٠,٤٥	٤٨
٥	١	١	٠,٠١٢	٠,١٢	٠,١٢	٩٦
٦	٢	٢	٠,٠١٢	٠,٥	٠,٢٠	٤٨
٧	٣	٣	٠,٠١٢	٠,٧	٠,٢٥	٩٦
٨	٤	٤	٠,٠١٢	١	٠,٤٠	٩٦



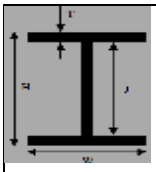
قوة الشد ٥١٢ باوند / بوصة٢

معدل الشد ٣٣,٤ باوند / بوصة٢

المقاسات فى الجدول بالبوصة

م	المقاسات		التخانة	مساحة المقطع	الوزن رطل/القدم	الطول
١	٠,٧٩	٠,٧٩	٠,٠٥	٠,١٥	٠,٠٧	٢٤
٢	١	١	٠,٠٥	٠,٢	٠,١٠	٢٤
٣	٢	١	٠,٠٥	٠,٣	٠,١٤	٤٨
٤	٢	٢	٠,٠٦٥	٠,٥٢	٠,٢٦	٤٨
٥	٤	٢	٠,٠٨٥	١,٠٢	٠,٦٠	٢٤
٦	٣	٣	٠,٠٨٥	١,٠٢	٠,٦٠	٤٨
٧	٤	٤	٠,١	١,٠٥	٠,٨٠	٧٢
٨	٥	٥	٠,١	١,٠٥	٠,١	٩٦

جداول توضح قطاعات المواد المركبة الليفية
المصنعة من ألياف الكربون (١٧٥)

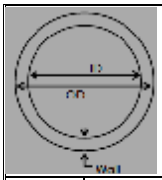


قوة الشد ٥١٢ باوند / بوصة٢

معدل الشد ٣٣,٤ باوند / بوصة٢

المقاسات فى الجدول بالبوصة

م	المقاسات				مساحة المقطع	الوزن رطل/القدم	الطول
	W	H	T	J			
١	٠,٧٥	١,٠٨	٠,٠٣	١	٠,٤٣	٠,٠٦	٢٤
٢	١,٥٠	٢,٠٩	٠,٠٣	٢	٠,١٩	٠,١١	٤٨
٣	٢,٥٠	٣,١٠	٠,٠٤	٣	٠,٣٢	٠,٢٠	٢٤
٤	٣,٥٠	٤,١٢	٠,٠٦	٤	٠,٦٦	٠,٣٠	٤٨
٥	٤	٥,١٦	٠,٠٨	٥	١,٠٤	٠,٤٥	٢٤
٦	٥	٦,٢٠	٠,٠١٠	٦	١,٦	٠,٦٠	٤٨
٧	٦	٧,٣٠	٠,٠١٥	٧	٢,٨	٠,٨٠	٢٤
٨	٧	٨,٥	٠,٢٠	٨	٤,٤	١	٤٨

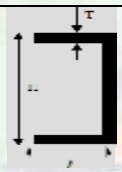


قوة الشد ٥١٢ باوند / بوصة٢

معدل الشد ٣٣,٤ باوند / بوصة٢

المقاسات فى الجدول بالبوصة

م	القطر الخارجى	التخانة	مساحة المقطع	الوزن رطل/القدم	الطول
١	٠,٠٦٢	٠,٠٤٠	٠,٠٩	٠,٠٦	٢٤
٢	١	٠,٠٤٠	٠,١٢	٠,٠٨	٢٤
٣	١,٥	٠,٠٤٠	٠,١٨	٠,١١	٤٨
٤	٢	٠,٠٤٥	٠,٢٨	٠,١٥	٤٨
٥	٣	٠,٠٨٥	٠,٨٠	٠,٤٧	٢٤
٦	٤	٠,٠٨٠	٠,١	٠,٥٦	٤٨
٧	٦	٠,٠٨٠	١,٥	٠,٩٠	٧٢
٨	٧	٠,٠٩٠	١,٩	٠,١	٩٦



قوة الشد ٥١٢ باوند / بوصة٢

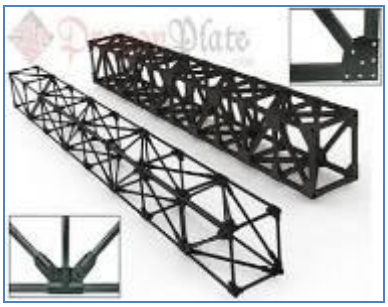
معدل الشد ٣٣,٤ باوند / بوصة٢

المقاسات فى الجدول بالبوصة

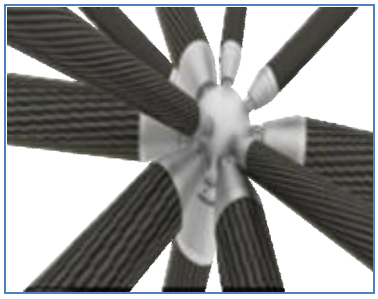
م	المقاسات			مساحة المقطع	الوزن رطل/القدم	الطول
	W	H	T			
١	١,٥٠	٢	٠,٠٦	٠,٣	٠,١٥	٢٤
٢	١,٥٠	٢	٠,٠٦	٠,٣	٠,١٥	٤٨
٣	١,٥٠	٤	٠,٠٦	٠,٤	٠,٢٠	٢٤
٤	١,٥٠	٤	٠,٠٦	٠,٤	٠,٢٠	٤٨
٥	١,٥٠	٦	٠,٠٦	٠,٥	٠,٢٥	٢٤
٦	١,٥٠	٦	٠,٠٦	٠,٥	٠,٢٥	٤٨
٧	٢	٨	٠,٠١٢	١,٤	٠,٣٠	٢٤
٨	٢	٨	٠,١٢	١,٤	٠,٣٠	٤٨

جداول توضح قطاعات المواد المركبة الليفية المصنعة من ألياف الكربون (م١٧)

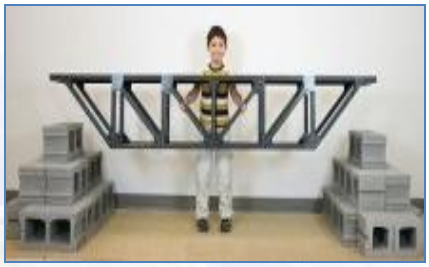
والاشكال الاتية توضح جانبا من إستخدامات المواد المركبة الليفية المصنعة من الياف الكربون كمادة مكملة فى مجال الانشاءات المعدنية الخفيفة.



شكل (١٠) تكوينات انشائية من المواد المركبة الليفية



شكل (١١) تكوين انشائى عبارة عن وصلة من الفولاذ يتصل بها انابيب من المواد المركبة الليفية



شكل (١٢) تكوين انشائى من المواد المركبة الليفية يوضح خفة الوزن

شكل (١٣) سلم من الصلب و المواد المر كبة الليفية

شكل (١٤) تكوين انشائى من المواد المركبة الليفية يوضح قوة التحمل

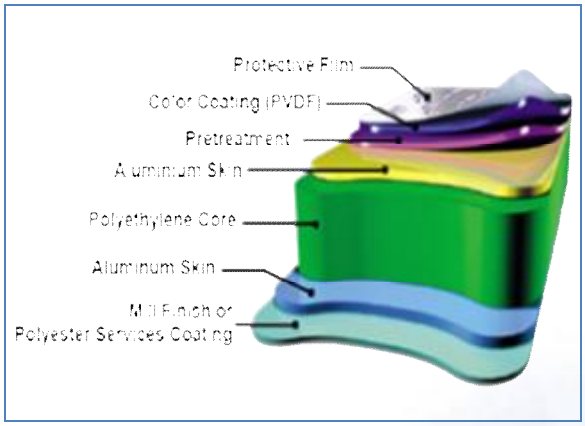
شكل (١٥) قطاعات اانشائية من المواد المركبة الليفية

٢-المواد المركبة الصفائحية التى تتكون من طبقات مختلفة المواد.

تتألف المواد المركبة الصفائحية الطبقية من طبقات مرتبطة ببعضها البعض ومكونة على الاقل من مادتين مختلفتين عن بعضهما، يستخدم التصفيح لجمع المميزات الأفضل لطبقات المكونات والمادة المصفوفة من اجل الحصول على مادة ذات فائدة اكبر، المميزات التى يمكن تحسينها بالتصفيح هى المتانة والجساءة والوزن المنخفض ومقاومة التاكل والعوامل الجوية وجمال المظهر المرئى والعزل الحرارى والصوتى .. الخ، ويهدف تغليف (Cladding) او تغطية معدن بمعدن اخر الى الحصول على افضل الخصائص من كليهما، فمثلا لا تعتبر سبائك الالمنيوم عالى المتانة منيعة ضد التاكل، بينما يظهر الالمنيوم النقى وبعض سبائك الالمنيوم مناعة شديدة ضد التاكل ولكنها ضعيفة نسبيا، وهكذا تعد سبيكة الالمنيوم عالية المتانة المغطاة بسبيكة المنيوم منيعة للتاكل مادة مركبة عالية المتانة وبنفس الوقت منيعة امام التاكل. وفى مثال اخر وهو الزجاج الصفائحى، فنجد ان زجاج النوافذ العادى لدية قدرة على الصمود بدرجة كافية للحفاظ على شفافيتة امام الظروف المناخية القصوى لكنة قص أو هش (Brittle) عند الاصطدام، ومن جهة اخرى تعتبر المادة البلاستيكية المدعوة بولى فينيل بوتيرال (Polyvinyl potyral) متينة جدا بحيث تتحمل انفعال الى درجات عالية بدون ان تنكسر لكنها قابلة للتشوة بشكل كبير كما انها عرضة للخدش بسهولة، وبدمج المادتين معا بحيث تكون مادة البولى فينيل بين لوحين من الزجاج نحصل على مادة مركبة تحسنت خواصها كثيرا بالنسبة الى مكوناتها الاساسية واصبحت اكثر مقاومة للصدمات والخدش.[٢٥]

١/٢- الصفائح الطبقية ذات الاساس البوليمر وطبقات الالمنيوم الداعمة

هناك مواد مركبة عديدة يمكن ان تكون مادة الاساس فيه من البوليمرات من اجل تحقيق اغراض شتى من امثلة هذة المتراكبات الواح الالمنيوم المركبة Aluminum Composite panels وهى الواح مركبة من ثلاث طبقات الطبقة الداخلية من مادة البوليمرات (البولى ايثيلين او البولى ستيرين او البولى بروبلين)



شكل (١٦) يوضح قطاع فى الواح الالمنيوم المركبة

موضوعة باسلوب البثق بين طبقتين من شرائح الالمنيوم مطلية بطبقة طلاء من راتنج الفلوروكربون او راتنج البوليستر او راتنج الاكريليك للحماية والمظهر السطحى المناسب.[١٥] وليتكون بذلك مادة مركبة جديدة مسطحة وقابلة للتشكيل مع قوة كبيرة لمقاومة الشد والخامتان المختلفتان(الالمنيوم والبوليمرات) يشكلان تناسبا كبيرا للعديد من التطبيقات، وتوفر هذة الخامة امكانيات كبيرة للمصمم والمصنع والمركب لانها تمتاز بالتسطح الشديد ونعومة وتجانس السطح وقدرة على التحمل والشد المرن وخفيفة الوزن ومقاومة الحريق والمقاومة الجيدة للعوامل الجوية، اضافه إلى طريقه تركيبها السهلة والسريعة والتي تتم عن طريق التعشيق بحيث لا تظهر فواصل بين تلك الألواح ويزيد من متانتها، كما انها سهلة التنظيف، كما يوجد منها الواح مغلفة بطبقة قوية من طلاء النانو PVDF يجعل من مميزاتها التنظيف الذاتى من الاتربة والعوالق الجوية .[١٨م]

٢/٢- خصائص الواح الالمنيوم المركبة [١٥م]

- وزن اللوح ٧,٤ كجم / مم٢ - التمدد الحرارى ١,٢ مم / م/ ٥٠ ^{0}C – مقاومة الخضوع ١٥,٥ كجم / مم٢
- لا تقل مقاومة الشد عن ١٨٠ ميجا باسكال، ولا تقل الاستطالة عن ١% عند طول قياس مقدارة ٥٠ مم .
- تخانة شرائح الالمنيوم المستخدمة فى تصنيع الالواح فى الوجة الخارجى ٠.٥ مم وفى الوجة الداخلى ٠.٤ مم لنفس اللوح.
- الابعاد (الطول من ٢٠٠٠ مم حتى ٦٠٠٠ مم) (العرض من ١٢٢٠ مم حتى ١٦٥٠ مم) تخانة الالواح المركبة من ٣مم حتى ٦مم .
- المظهر السطحى خالى من الخدوش والتمزق والبقع والتحدب او التقعر، وتتوافر فى اكثر من لون ذات تشطيب جيد يوجد منها الوان معتمة غير لامعة (Opaque) او الوان لامعة ذات لون معدنى (Metallic) عن طريق التغطية بطبقة رقيقة منتظمة التخانة باسلوب تغطية اللفائف (coil coated) وهذا الاسلوب فى التغطية يعطى جودة عالية وكفاءة اقتصادية بالمقارنة باسلوب الرش الالكتروستاتيكى والتى من عيوبها انها غير موحدة فى سمك طبقة التغطية وتسبب فقد وخسائر اثناء التطبيق، وذلك من خلال الاعداد ثم التغطية باللون ثم التشطيب.[١٨م]
- يمكن الطباعة على سطحها بانواع كثيرة من اساليب الطباعة وتقليد الكثير من اشكال المواد الطبيعية مثل الرخام والجرانيت والاخشاب .

٣/٢- عمليات التشغيل لالواح الالمنيوم المركبة [١٩م]

القطع :- يمكن اجراء عمليات القطع باستخدام اسلحة قطع ذات قطر ٢٠٣ مم و٦٠ نصل واجهزة القطع المستخدمة فى الاعمال الخشبية العادية .

الحفر :- يمكن اجراء عمليات حفر اخاديد فى الواح الالمنيوم باستخدام سلاح دائرى بقطر ٨٣ مم مع مراعاة ان التخانة المتبقية فى لوح الالمنيوم بعد الحفر لا تقل عن ٠,٥ مم .

الدرفلة :- يمكن درفلة الواح الالمنيوم المركبة بسهولة حول الاعمدة والاسطح المنحنية والاركان والتى تتطلب منحنيات وتتم عملية الدرفلة من خلال ماكينة درفلة ويمكن لفها حتى قطر ١٥ مرة قدر التخانة .

الثنى :- يكمن ثنى الواح الالمنيوم المركبة حتى ٩٠ درجة بحيث قطر الانحناء ١٢٠ مم للالواح تخانة ٣مم – وقطر انحناء ١٦٠ مم للالواح تخانة ٤ مم ، وذلك لتجنب تمزق الطبقة الخارجية للوح . ويتم الثنى عن طريق قالب ثنى من المطاط مع اجراء بعض التجارب الأولية قبل البدء فى العمل المستمر.

التثبيت :- يمكن استخدام مجموعات متنوعة من اكسسوارات التثبيت لتركيب الالواح المعدنية على الاسطح المختلفة واختيار هذة الطرق يقع على عاتق المصمم ، تستخدم مسامير برشام او قلاووظ قطر ٥ او ٦ او ٨ مم للتثبيت وادوات مساعدة اخرى مثل الزوايا والقطاعات المعدنية المختلفة .كما يمكن استخدام بعض المواد الكيماوية اللاصقة للتثبيت.

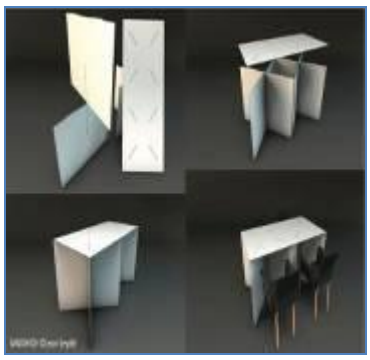
٤/٢- تطبيقات الواح الالمنيوم المركبة

ان الخصائص الجيدة لالواح الالمنيوم المركبة جعلها تستخدم على نطاق واسع فى العديد من التطبيقات ففى مجال العمارة والانشاءات المعدنية تستخدم للتغطيات الخارجية والداخلية للاسطح والمنحنيات وتغطية واجهات المبانى والمعارض والمحلات التجارية وفى تغطية الاسقف، وفى مجال التأثيث يمكن استخدامها فى تصميم فواصل المساحات الداخلية للمبانى التجارية كالمعارض وخلافة وفى الفراغات المكتبية والادارية والتعليمية كما يمكن استخدامها كخامة اساسية فى تصميم الاثاثات المعدنية مثل الاثاث التجارى ووحدات العرض والارفف والاثاث المكتبى. [٢٠م] وفى الاثاث المنزلى يمكن استخدامها بشكل ناجح فى تصميم المطابخ العامة والخاصة مع قطاعات الالمنيوم المناسبة لهذا الغرض، كما يمكن استخدامها على نطاق واسع فى تصميم الوحدات الاعلانية الخارجية والداخلية. والاشكال الاتية توضح بعض هذة التطبيقات

شكل (١٧) يوضح منضدة وسط الجوانب والسطح من الواح الالمنيوم المركبة والقوائم من انابيب الفولاذ

شكل (١٨) يوضح استخدام الواح الالمنيوم المركبة فى تصميم مقعد مع انابيب الفولاذ

شكل (١٩) يوضح استخدام الواح الالمنيوم المركبة فى تصميم المطابخ المنزلية



شكل (٢٠) يوضح استخدام الواح الالمنيوم المركبة فى تصميم قطع اثاث معدنى

شكل (٢١) يوضح استخدام الواح الالمنيوم المركبة فى تغطية الواجهات المعمارية

شكل (٢٢) يوضح استخدام الواح الالمنيوم المركبة فى تغطية الواجهات المعمارية

٣- المواد المركبة الحبيبية التى تتكون من حبيبات ضمن مصفوفة

تتألف المواد المركبة الحبيبية من حبيبات مادة أو اكثر وهى المادة المقوية التى تعلق ضمن مصفوفة مادة اخرى وهى مادة الاساس، ويمكن ان تكون الحبيبات اما معدنية او لا معدنية، وينطبق نفس الامر على مواد المصفوفة.

وتعد المواد البوليمرية من اهم مواد الاساس التي يزداد استعمالها مقارنة مع المواد الهندسية الاخرى ويمكن اعتبارها مجموعة من المواد الهندسية التي تمتاز بتراكيب جزيئية كبيرة وناتجة من عملية البناء بالربط للجزيئات الصغيرة، وتمتاز المواد البوليمرية المصنعة بكثافة منخفضة وسهولة في التصنيع ومقاومة عالية للتأكل الكيميائى وتكلفة منخفضة فى الانتاج، وتعد المواد المتراكبة ذات الاساس البوليمري من المواد الحديثة الاستخدام في معظم التطبيقات الهندسية والتكنولوجية، ومن اهم متطلبات استخدام هذه المواد المتانة الجيدة والاداء العالي ومقاومتها للاجهادات الداخلية والخارجية المؤثرة عليها اضافة الى مقاومتها للظروف المحيطة من درجة حرارة وضغط وغيرها وان تكون قوية وذات جساءة عالية. (م١١)

ومع المواد المركبة الحبيبية يمكن ايجاد مجموعة من الخواص تحتاج اليها التطبيقات الهندسية والتي لا يمكن توفرها بصورة عالية من المواد السيراميكية او السبائكية او الطبيعية، ويتم تصنيع المواد المركبة الحبيبية فى اشكال متعددة ويطلق عليها صناعيا منتجات الاسطح الصلبة. Solid surface products (م١٢)

وتوجد تجاريا بأسماء ماركات عالمية تبعا للشركات المنتجة لها ومن هذة الماركات (الكوريان Corian) (الافونايت Avonite) (المارموكس Marmox) (ستارون Staron). والعناصر الاساسية فى منتجات الاسطح الصلبة تلك تتكون من ٣٥% أكريليك ريزين أو بولى ميثيل ميثاكريلات (PMMA) Polymethelmethacrelate و٦٥ %

معادن طبيعية وهذة المعادن قد تكون ثلاثى هيدرات الالمنيوم Alumina Trihydrate (ATH) على هيئة بودرة بيضاء ناعمة جدا مستمدة من خامة البوكسيت الطبيعية وهذة المادة الطبيعية تعطى الخامة الصلابة ومقاومة الحجر الطبيعى واما مواد البوليمرات فتعطى الخامة سهولة التشكيل وخفة الوزن كما تملأ جميع الفراغات الداخلية فى تركيبة غير المسامى، كما يضاف اليها الاصباغ للحصول على الالوان المطلوبة، كما يمكن تطعيمها بالعديد من الحبيبات وكسر الخامات الطبيعية مثل الرخام والجرانيت وغيرها مما يزيد من قيمتها الجمالية المرئية وقدرتها على محاكاة الرخام والجرانيت الطبيعى من حيث المظهر المرئى، وتتشابة هذة الخامات المركبة مع الرخام الطبيعى ولكنها تتفوق علية من عدة نواحى فالرخام الطبيعى لايمكن تشكيلة بالحرارة وثقيل الوزن كما يصعب اجراء بعض العمليات التشغيلة الاخرى علية وسهل الكسر عند تعرضة للأحمال الديناميكية كما انة مادة طبيعية نادرة وغالية الثمن. (م٢١) وتنتج هذة المواد المركبة صناعيا على هيئة الواح مختلفة السمك (من ٤ مم حتى ١٩ مم)، وتستعمل الالواح ذات سمك ٤ مم و ٦مم للتجاليد الرأسية، أما ذات سمك ١٢ مم فتستخدم فى الاسطح الافقية والالواح ذات سمك ١٩مم للاستخدامات ذات المقاومة العالية للبرى والاحتكاك، وتنتج الالواح بمقاسات مختلفة على حسب الشركة المنتجة، كما يوجد منها هيئات اخرى مجسمة محقونة فى قوالب باحجام مختلفة لتلبية كافة متطلبات الاستخدام.

١/٣- خصائص المواد المركبة الحبيبية

الكثافة Density ١,٧٥ جم / سم٢ – معدل الانحناء Flexural modulus من ٨٩٢٠ الى ٩٢٢٠ ميجا باسكال - مرونة الشد Flexural strength من ٤٩,١ الى ٧٦,٤ ميجا باسكال – تحمل قوة الضغط Compressive strength ١٧٨ ميجا باسكال – مقاومة الصدم Resistance to impact > ٢٥ نيوتن - لا تنكسر بسهولة بفعل السقوط والصدم مثل الرخام والجرانيت- تتوافر فى الوان عديدة ما يقارب من ١٣٠ لون وتصميم للمظهر السطحى ومنها المعتم واللامع ومنها ما يحاكى شكل المواد الطبيعية مثل الرخام والجرانيت والبازلت - وهى مادة غير مسامية ولذلك فان البقع والمواد السائلة لا تتغلغل فى داخلها، وبالتالى فهى صحية لانها تقاوم نمو البكتريا والعفن والتلوث، (م٢٣) - وهى خاملة لا تتفاعل مع مكونات الهواء الجوى وغير سامة - تحت شروط الحرارة الطبيعية لا ينبعث منها غازات ضارة - عندما تحترق يصدر منها غاز اكسيد الكربون وهو دخان مرئى ولا يحتوى على غاز الهالوجين السام - يمكن ان تتشكل حراريا على حسب الشكل المطلوب فى قوالب خشبية او معدنية بالتحكم فى درجات الحرارة للحصول على اشكال ثلاثية الابعاد- كما يمكن الحفر والنقش على سطحها ولها درجات جيدة من الشفافية وبشكل خاص مع الاضاءة الصناعية الملونة خاصة مع التخانات الرقيقة ولذلك يمكن استعمالها فى وحدات الاضاءة - يمكن الطباعة عليها بسهولة باساليب الطباعة المناسبة - تتوافق الخامة مع الكثير من مواد اللصق التجارية ومنها السليكون، وكل شركة منتجة لهذة الخامات تتيح مواد لصق خاصة بها - تتميز باللمعان وجودة ونعومة السطح ومقاومة للاحتكاك والبرى - المقاومة العاليه لتأثير المنظفات فى الاماكن المعقمة فلا تتغير الوانها او تتاكل بفعل التنظيف على المدى الطويل - سهولة الترميم والصيانة والاصلاح فيمكن ازالة الخدوش البسيطة بالسنفرة والتلميع .

يمكن اجراء عمليات التشغيل المختلفة على المواد المركبة الحبيبة مثل عمليات القطع والثقب والحفر والتفريز والخراطة والسنفرة والتلميع والثنى بالحرارة، وذلك باستخدام الماكينات البسيطة التى تستخدم فى تشغيل الاخشاب والمعادن مثل منشار القطع والمثقاب والمخرطة وماكينات السنفرة وماكينة الراوتر، سواء كانت ماكينات عادية او تعمل بالكمبيوتر للحصول على الاشكال والمقاسات المطلوبة على حسب التصميم. (م٢٢)

٢/٣- بعض عيوب المواد المركبة الحبيبية

على الرغم من انها تتحمل درجات الحرارة العالية ولكن لا يجب تعريضها للهب المباشر حتى لا تحترق، ونظرا لانها مكونة من مواد طبيعية وصناعية فقد يوجد بعض الاختلاف فى درجات اللون من عينة لاخرى مما يستوجب التفتيش الجيد على درجات الالوان اثناء التطبيق، هناك بعض الكيماويات القوية التى يمكن ان تخترق سطحها الخارجى فتفقدة لونة وتحطمة مثل الاحماض القوية (حمض الكبرتيك والنيتريك المركز)، والمذيبات العضوية مثل (الاسيتون ، الكلوروفورم) وهذا يعتمد على زمن الاحتكاك فان كان لفترات قليلة فلا يسبب اضرار. (٢٤م)

٣/٣- تطبيقات المواد المركبة الحبيبية

المواصفات الهندسية التى تتميز بها المواد المركبة الحبيبية تمكن المصمم والمصنع من استخدامها فى مجالات عديدة لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية، وتتيح رؤى وحلول متعددة ومبتكرة تثرى خيال المصمم فى التصميم البنائى للمنتج.

١/٣/٣- فى مجال تصميم وتشكيل منتجات الحديد المعمارى

يمكن استخدامها كستائر تغطية ومانعة للرؤية مع الوحدات الزخرفية للحديد المشغول فى النوافذ والابواب والاسوار الخارجية والداخلية، خاصة الالواح ذات تخانة ٤ مم و ٦ مم، وذلك لكونها صلبة وقوية وتتحمل الصدمات ولا تنكسر بسهولة وتتفوق على الخامات المعتادة فى هذا المجال مثل الزجاج المسلح او الاكريليك او البولى كاربونايت، ونظرا لانها متاحة بالوان وتصميمات متعددة للمظهر السطحى فتتيح فرص افضل لمصمم الحديد المشغول فى الابتكار والتجديد، كما يمكن عمل منها بعض الحشوات بالحفر السطحى باستخدام ماكينات الراوتر من تخانات ١٦ مم و ١٨ مم، لتدخل ضمن زخارف الحديد المشغول نفسها كنوع من التجديد والتغيير فى الانماط التقليدية للحديد المشغول، كما يمكن استخدامها فى عمل الهاندريل الذى يركب على أسوار السلالم والبلكونات لانها تتحمل الاجهاد الشاق والاحتكاك المتكرر وتتفوق على الخامات المعتادة فى هذا المجال مثل الخشب والالمنيوم، ويمكن استخدامها فى تصميم وحدات الاضاءة من الحديد الزخرفى نظرا لان بعض انواعها تتميز بقدر من الشفافية ونفاذية الضوء الصناعى .

٢/٣/٣- فى مجال نظم التأثيث المعدنى

يمكن استخدام المواد المركبة الحبيبية على هيئة الواح مسطحة كأسطح صلبة فى اغلب منتجات الاثاث المعدنى فى البيئات الخارجية والداخلية، مثل اسطح المناضد فى الاماكن السكنية والعامة كالمطاعم والكافيتريات والفنادق والمطارات واماكن الانتظار والاستراحات نظرا لانها صلبة وقوية وسهلة التنظيف والتلميع وخفيفة الوزن ولاتنكسر بسهولة بفعل الصدمات والسقوط على الارض، بالاضافة الى المظهر السطحى الانيق الذى يتميز باللمعان والقيم المرئية الجاذبة للعين وتعدد الالوان بل ومحاكاة مظهر الاحجار الطبيعية والاخشاب، (٢٥م) ويفضل استخدام الالواح ذات التخانات من ١٢ مم الى ٢٠ مم لهذا الغرض، وتتفوق على الخامات المعتادة فى هذا المجال مثل الخشب والرخام والجرانيت والالواح المعدنية، مما يتيح لمصمم الاثاثات المعدنية اختيارات عديدة بما يتناسب مع التصميم الداخلى واتجاهات التصميم البنائى للمنتج، كما يمكن استعمالها فى التصميم البنائى للكراسى فى القاعدة والظهر فيمكن ان تأخذ شكل جسم الانسان اثناء الجلوس بتشكيلها حراريا على قوالب من الجبس او الخشب او المعدن.

تستخدم المواد المركبة الحبيبية بنجاح كأسطح صلبة افقية او رأسية لمنتجات الاثاث المعدنى الطبى لكافة بيئات الرعاية الصحية والمستشفيات والمعامل والمختبرات وكذلك فى التجاليد الداخلية، نظرا لانها غير مسامية وغير منفذة للسوائل ولا تمتص الابخرة وبالتالى لا تساعد على نمو البكتريا والفطريات على سطحها، فتظل الاسطح نظيفة ومعقمة وهو المطلوب فى البيئات الصحية .

يمكن استخدامها فى تصميم الكاونترات واماكن الاستقبال والبارات نظرا لانها يمكن تشكيلها بالحرارة على قوالب من الخشب او الجبس للحصول على منحنيات واشكال ثلاثية الابعاد ذات مرونة وانسيابية على المستوى الافقى والرأسى حسب التصميم المطلوب، يمكن استخدام المواد المركبة الحبيبية كاسطح صلبة فى منتجات الاثاث المعدنى التعليمى فى الفصول الدراسية وتتفوق على الخامات البديلة مثل الاخشاب والرخام نظرا لصلابتها وقوة تحملها للاستعمال الشاق لطلاب المدارس والجامعات. كما يمكن استخدامها فى التصميم البنائى لوحدات الاعلان المعدنية وفى الاماكن التجارية مثل وحدات العرض والارفف. والاشكال الاتية توضح جانب من استخدامات المواد المركبة الحبيبية فى تصميم الاثاث المعدنى.

شكل (٢٣) يوضح استخدام المواد المركبة الحبيبية فى تصميم مقاعد ومنضدة مع خامة الاستانليس

شكل (٢٤) يوضح استخدام المواد المركبة الحبيبية فى تصميم مناضد مع الحديد الزخرفى

شكل (٢٥) يوضح استخدام المواد المركبة الحبيبية فى تصميم مقعد مع الانابيب الفولاذية

شكل (٢٦) يوضح استخدام المواد المركبة الحبيبية فى تصميم بار مع خامة الاستانليس

٣/٣/٣- فى مجال الانشاءات المعدنية الخفيفة

يمكن استعمالها فى التجاليد والتغطيات الرأسية داخليا وخارجيا للمنشات المعدنية وواجهات المبانى والمحلات التجارية وفى تغطية الارضيات فى المنشات المعدنية البحرية والنهرية مثل المراكب والسفن لانها مقاومة للعوامل الجوية وخفيفة الوزن، وفى تجاليد الابواب والنوافذ والحمامات والمطابخ والممرات، كما يمكن ان يصنع منة درجات السلم فى السلالم المعدنية . كما يمكن استخدامها فى تغطية الاسقف المسطحة او المنحنية او القباب لانها تتشكل بالحرارة الى الشكل المطلوب . والاشكال الاتية توضح بعض تطبيقات المواد المركبة الحبيبية فى مجال الانشاءات المعدنية الخفيفة.

شكل (٢٧) يوضح استخدام المواد المركبة الحبيبية فى تصميم الفواصل فى الفراغات الداخلية

شكل (٢٨) يوضح استخدام المواد المركبة الحبيبية فى تصنيع درج السلم مع خامة الصلب

شكل (٢٩) يوضح استخدام المواد المركبة الحبيبية فى تصميم واجهات المحلات التجارية

شكل (٣٠) يوضح استخدام المواد المركبة الحبيبية فى تصميم الواجهات المعمارية مع الزجاج

٤/٣/٣- تأثير عيوب المواد المركبة الحبيبية على مجالات التطبيق

بعض العيوب فى المواد المركبة الحبيبية تحد من استخدامها فى بعض المجالات التطبيقية ، ففى مجال الاثاثات المعدنية يفضل عدم استخدامها كاسطح عمل لاثاث المعامل والمختبرات التى تكثر من استخدام المواد الكيماوية من الاحماض والقلويات القوية والمذيبات العضوية. وعدم استخدامها كأسطح عمل فى الاثاثات المعدنية فى الورش والمصانع التى تستخدم اساليب اللحام والقطع باللهب، وفى مجال الانشاءات المعدنية يجب عدم الاعتماد عليها كعناصر انشائية لمقاومة الاحمال

المباشرة، ولكن يكتفى فقط باستخدامها فى معظم اغراض التجاليد الافقية والرأسية اعتمادا على عناصر انشائية أساسية من المعدن، كذلك يجب حمايتها من اسباب الحرائق لانها غير مقاومة للحرائق المباشرة، وتلين عند درجات الحرارة العالية

وفى مجال التطبيقات فى تصميم وتشكيل منتجات الحديد المعمارى، يجب عدم استخدامها على هيئة أعواد رأسية او افقية او منحنيات. نظرا لضعف بنيتها فى القطاعات الصغيرة ويكتفى باستخدامها على هيئة الواح مسطحة فقط ، كذلك عند عمليات الرباط والتثبيت يجب عدم استخدام مسامير القلاووظ فى الرباط لان المواد الحبيبية لاتحتوى على الياف ضامة، ويستخدم المواد الكيماوية المناسبة للتثبيت.

نتائج البحث:

١- تمثل المواد المركبة قيمة مضافة الى الخامات التى تتكون منها لأنها تمتلك خواص لم تكن تمتلكها مواد الاساس او المواد الداعمة كل على حدة، مما يفتح افاقا واسعة لاستغلال الكثير من الخامات الاولية فى هذا المجال المتجدد.

٢- من اكثر خواص المواد المركبة ظهورا واهمية هى خاصية الصلابة وخفة الوزن والمرونة العالية، وهى خواص قل ان تجتمع فى مادة واحدة من المعادن التقليدية او المواد الطبيعية.

٣- صلابة المواد المركبة تؤهلها الى استخدامها فى التطبيقات الصناعية والانشائية التى تتعرض لظروف قاسية من الاجهاد، وخاصية خفة الوزن تمثل اهمية اقتصادية واستعمالية عظيمة خاصة اثناء عمليات النقل والتداول والتخزين لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية.

٤- تنطوى المواد المركبة على نطاق كبير من البدائل والتراكيب فى عمليات المزج بين المواد الداعمة ومواد الاساس وكذلك طرق التصنيع، ويحمل التطوير المستمر لهذة المواد الكثير من المفاجات والخصائص التى لم تكن متوقعة.

٥- تمثل تكنولوجيا النانو اضافة كبيرة الى حقل المواد المركبة، لانها تعدل وتطور بشكل مبهر فى خواص المواد الاولية التى تتكون منها هذة المواد، مما يحقق تطور كبير فى خواص المتراكبات ويؤهلها الى الصدارة فى التطبيقات الصناعية والانشائية .

٦- توفر المواد المركبة وخاصة المتراكبات الليفية من الياف الكربون والزجاج، قدرا كبيرا من المرونة وسهولة التشكيل وخفة الوزن والمتانة العالية، مما يجعلها تتفوق على المواد التقليدية مثل الخشب والزجاج والبلاستيك كمواد مكملة وخاصة فى تنفيذ الكثير من الافكار التصميمة ذات النمط العضوى فى مجال منتجات الاثاثات المعدنية .

٧- تتفوق المواد المركبة الحبيبية كأسطح عمل فى مجال التأثيث المعدنى على المواد التقليدية، مثل الخشب والزجاج والرخام والجرانيت، لأنها لا تنكسر بسهولة بفعل الصدمات والسقوط على الارض،وقابلة للتشكل بالحرارة، وخفيفة الوزن، كما انها تتميز بالقيمة العالية فى المظهر المرئى مثل نعومة السطح والبريق واللمعان والعتامة، وبدائل كثيرة فى الالوان وملامس السطوح وبالتالى يمكن استعمالها بدون اى معالجات سطحية او دهانات عند استخدامها فى منتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية.

٨- المواد المركبة الصفائحية مثل ألواح الالمنيوم المركبة، تتميز بخفة الوزن وجمال ونقاء المظهر السطحى المرئى والقدرة على مقاومة العوامل الجوية، وسهولة القطع والتشكيل، مما يجعلها افضل فى الكثير من التطبيقات فى مجال تصميم وتنفيذ منتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية.

مناقشة النتائج :

ان من اكثر المعضلات التى تواجة المصمم هى حدود وامكانيات المادة الخام التى يصنع منها منتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية، فالتصميمات المبتكرة على الورق تتم غالبا فى اطار كبير من الحرية والانطلاق فى الخطوط والمساحات من اجل التعبير عن الافكار التصميمية، وتثار عدة تساؤلات دائما : كيف سيتم تصنيع هذا التصميم وتحويلة الى منتج ملموس؟، وما هى الخامات القادرة بنجاح على تحقيقة واقعيا؟، هل سيتحمل الاجهادات والعزوم الواقعة علية اثناء الاستعمال؟، هل سيكون خفيف الوزن ومرن وصلب؟، مامدى جودة وقيمة المظهر المرئى وأناقتة؟، ومن خلال استعراض البحث للمواد المركبة وما توصل الية من نتائج، يمكن القول ان استخدام المواد المركبة فى التصميم البنائى لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية بشكل مكمل او اساسى احيانا، يحقق الاجابة عن هذة التساؤلات حاليا ومستقبلا، بل وتضيف المواد المركبة الى فكر المصمم المبدع الكثير من الرؤى والافاق والبدائل والحلول التى لم تكن مطروحة على الساحة فى ظل الخامات التقليدية التى لها حدود معينة فى التطبيق وتتطلب الكثير من العمليات التشغيلية والتجميعية للوصول الى الاشكال التصميمية المبتكرة التى تتسم بالحرية فى الشكل، ولكن التحدى الكبير لمصمم منتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية، هو مدى توافر هذة الخامات ببدائلها المتعددة وان تكون بجودة عالية على مستوى السوق المحلى وبالسعر المناسب، وهل يمكن امتلاك قاعدة معلوماتية وصناعية عنها فى مصر حتى يمكن بسهولة عن طريقها تحقيق قيمة مضافة لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية على المستوى المحلى والاقليمى، هناك بعض الشركات المحلية التى تستورد القليل من المواد المركبة وخاصة المتراكبات الحبيبية وبعض الالواح المعدنية المركبة، ولكن فى نطاق محدود من حيث الشكل والخصائص والامكانيات والانواع، والكثير من هذة المواد المتراكبة المستوردة متدنية الجودة نظرا لانخفاض اسعارها عند استيرادها من الخارج، مما يحجم من فرص استخدام المواد المركبة قى التصميم البنائى للمنتجات. وهنا يأتى دور الهيئات الاكاديمية والصناعية المتخصصة فى هذة المجالات كى تسعى لتصنيع وتطوير هذة الخامات حتى ينعكس هذا التطوير على ابتكارية وجودة المنتجات الاستخدامية فى كافة المجالات التى يمكنها الاستعانة بالمواد المركبة.

توصيات البحث :

- ضرورة اهتمام مراكز البحوث الصناعية المحلية بالمواد المتقدمة والمركبة وتكوين قاعدة معلومات وابحاث عنها لأهميتها الكبيرة فى مجالات تطبيقية عديدة مثل الانشاءات والتأثيث ووسائل النقل الجوى والبرى والبحرى ومنتجات التصميم الصناعى والمستلزمات الطبية والعسكرية .
- يجب ان تولى الجهات الصناعية المتخصصة فى مصر الاهتمام وأن تخصص ميزانيات وكفاءات لتصنيع هذة المواد المركبة، خاصة وان هناك عدة دول عربية سبقتنا فى هذا المجال بل وتصدر لنا هذة الخامات باسعار كبيرة.
- يجب ان تستعين المصانع المتخصصة فى مجال الاثاثات والانشاءات المعدنية المحلية بقدر الامكان بالمواد المركبة كبديل عن الخامات الطبيعية لما لها من خواص تفوق المواد الطبيعية مثل الخشب والرخام والزجاج والمواد المخلقة مثل البلاستيك والاكريليك.
- ضرورة دراسة المواد المركبة على المستوى الاكاديمى فى تخصص الاثاثات والانشاءات المعدنية ومعظم تخصصات الكلية الاخرى لمراحل البكالوريوس والدراسات العليا لارتباطها بطبيعة وتوجهات تعليم التصميم فى كلية الفنون التطبيقية.

مراجع البحث:

١- المواصفات القياسية المصرية – الواح الالمنيوم المركبة للتكسيات الداخلية والخارجية – جمهورية مصر العربية – الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة – ٢٠١٣

٢- روبرت م. جونز – ميكانيك المواد المركبة – ترجمة - رفيع جبرة – سلسلة كتب التقنيات الاستراتيجية والمتقدمة – المنظمة العربية للترجمة- مدينة الملك عبدالعزيز – السعودية – الطبعة الثانية

٣- عبد الفتاح محمود طاهر " أساسيات علم وتقنية البلمرات " دار المريخ للنشر ، الرياض - المملكة العربية السعودية ، ٢٠٠٠

٤- علي إبراهيم الموسوي - فائز جواد كاظم - تأثير التقوية بنسب وزنية مختلفة من ألياف الزجاج على الخواص الميكانيكية لراتنج الفنيل أستر.

www.iasj.net/iasj?func=search...%22 على%20إبراهيم%20الموسوي%22

٥- قحطان خلف الخزرجي- علي إبراهيم الموسوي- دراسة السلوك الحراري لمادة مركبة مكونة من راتنج البولي أستر غير المشبع المقوى بألياف النخيل وألياف الزجاج- مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية/ المجلد ٩/ العدد ٥ : ٢٠٠٤

www.researchgate.net/.../558d9cef08ae15962d894463

٥- محمود نديم نحاس - أحدث التطورات في مجال المواد المركبة المواد المركبة الصديقة للبيئة والقابلة لإعادة الاستخدام - مجلة جامعة الملك عبد العزيز :العلوم الهندسية - م , 16 ع1 - 2005 م

www.kau.edu.sa/Files/320/Researches/52671_22977.pdf

٦- محمد شريف الاسكندرانى – تكنولوجيا النانو من اجل غد افضل – سلسلة عالم المعرفة – العدد ٣٧٤ – ابريل – ٢٠١٠ – الكويت

٧- مل شفارتز – المواد الجديدة تقانتها وسيرورات معالجتها وطرق تصنيعها – ترجمة حاتم النجدى – المنظمة العربية للترجمة – بيروت لبنان – الطبعة الاولى - ٢٠١١

٨- محمود سليم صالح – تقنية النانو وعصر علمى جديد - – مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية – السعودية - ٢٠١٥

9- Bryan Harris – Engineering composite materils - The Institute of Materials, London – 1999

10- Department of defence handbook- composite materials handbook - volume 3. polymer matrix composites
materials usage, design, and analysis- 2002

11- Mare Nature Meyers & Krishan kumar chawla "Mechanical Behavior of Material", Prentice-Hall, Inc.1999.

12- Mikell, P. Groover, "Fundamentals of Modern Manufactory Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1996.

13- P.K. Mallick “Fiber-Reinforced Composites: Materials, Manufacturing, and Design”, 3rd Edition, CRC Press, 2007.

14-*Lyndon Buck - furniture design with* Composites Materials - *A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy - Department of Furniture, Faculty of Design, Buckinghamshire College - Brunei Universit*

15-http://www.marefa.org/index.php/

16-http://www.syr-res.com/article/6515.html

17-https://dragonplate.com/default.asp

18-www.aluminum-composite- panel.org/acp/pet.film

19-www.fb.com/wellbond.egypt

20-www.ecobondplus.com/en/interior/ofice

21-www.ar.wikipedia.org

22-www.avonite.com - surfaces . fabrication guied . pdf

23-www.bezat.com

24-www.Corian.co.uk/corian/en-GB/assets/dowenload/documentation/corin-specdata-en.pdf - Dupont company-corian ® solid surfaces

25- www.3mb.asia/composite.materials-in- the-production-of-furniture

ملخص البحث

استخدام المواد المركبة فى التصميم البنائى لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية

تتميز المواد المركبة بالعديد من المواصفات التى تخدم تصميم المنتجات الهندسية بصفة عامة، مثل الصلابة والجساءة وخفة الوزن والقيمة السطحية، مما يجعلها تمثل اهمية كبيرة فى التصميم البنائى لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية كمادة مكملة للخامات المعدنية. وتتمثل **مشكلة البحث** فى أن المواد المركبة لا تحظى بالاهتمام الكافى على المستوى المحلى بالدراسة والتطبيق، وخاصة فى مجال منتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية التى تعتمد غالبا على المواد الطبيعية مثل الخشب والرخام والزجاج وبعض المواد المخلقة مثل الاكريليك كمادة مكملة، والتى يشوبها القصور فى تلبية المتطلبات المتطورة للتصميم، بينما يمكن للمواد المركبة بما تملكة من الخصائص الميكانيكية والفيزيائية والتشغيلية كمادة مكملة مع الخامات المعدنية كالحديد والالمنيوم والنحاس ان تحقق قيمة مضافة للتصميم البنائى لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية. ومن ثم **يهدف البحث** الى توضيح المكونات والخصائص التى تتميز بها المواد المركبة والقيمة المضافة لاستخدامها كمواد مكملة مع الخامات المعدنية التقليدية فى التصميم البنائى لمنتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية .

وذلك من خلال **المنهج الوصفى التحليلى** فى دراسة كل من:

- المواد المركبة الليفية التى تتكون من الياف ضمن مصفوفة. - تطبيقات المواد المركبة الليفية فى مجال منتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية . - المواد المركبة الصفائحية الطبقية التى تتكون من طبقات من مواد مختلفة. - تطبيقات المواد

المركبة الصفائحية الطبقية فى مجال منتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية . - المواد المركبة الحبيبية التى تتكون من حبيبات ضمن مصفوفة. - تطبيقات المواد المركبة الحبيبية فى مجال منتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية .

ومن ثم تم الخروج بمجموعة من **النتائج والتوصيات** كان من اهمها:

٩- تنطوى المواد المركبة على نطاق كبير جدا من البدائل والتراكيب فى عمليات المزج بين المواد الداعمة ومواد الاساس وكذلك طرق التصنيع، ويحمل التطوير المستمر لهذة المواد الكثير من المفاجات والخصائص التى لم تكن متوقعة.

١٠-معظم المواد المركبة تتميز بالصلابة وخفة الوزن والمرونة والقيمة العالية فى المظهر المرئى مثل نعومة السطح والبريق واللمعان والعتامة، وبدائل فى الالوان وملامس السطوح وبالتالى يمكن استعمالها بدون اى معالجات سطحية او دهانات عند استخدامها فى تصنيع منتجات الاثاثات والانشاءات المعدنية.

١١-يجب ان تستعين المصانع المتخصصة فى مجال الاثاثات والانشاءات المعدنية المحلية بالمواد المركبة كبديل عن الخامات الطبيعية لما لها من خواص تفوق المواد الطبيعية مثل الخشب والرخام والزجاج والمواد المخلقة مثل البلاستيك والاكريليك.

١- ضرورة دراسة المواد المركبة على المستوى الاكاديمى فى تخصص الاثاثات والانشاءات المعدنية ومعظم تخصصات الكلية الاخرى لمراحل البكالوريوس والدراسات العليا لارتباطها بطبيعة وتوجهات تعليم التصميم فى كلية الفنون التطبيقية.

Abstract

The Use of Composite Materials in Constructional Design of Furniture Products, and Metal Constructions

Composite materials are characterized many of the specifications that serve the design engineering products in general. Such as hardness and stiffness and light weight and surface value. Making it suitable in Constructive design of steel furniture and construction products as a complementary For Metal raw materials.

The Research Issue: - Composite materials do not receive sufficient attention at the local level study and application. Especially in the field of steel furniture and construction products, which often rely on natural materials such as wood, marble, glass and some synthetic materials such as acrylic complementary. And that the failure in meeting the evolving requirements of the design. While it is possible composite materials including holdings of mechanical and physical properties and operating as a complementary with metals such as iron, aluminum and copper that bring added value design of steel furniture and construction products.

Research Goal: It aims to clarify the components and characteristics of composite materials, and the added value for being used as complementary materials with traditional metal materials in the constructive design of furniture products and metal constructions.

Research Methodology :- The research follows the descriptive analytical method in the study of composite materials and use them in certain constructive design of furniture products, and metal construction.

The researcher reached a set of results and recommendations including:

- Composite materials represent an added value to the raw materials that make them up, because it has the properties not owned by the foundation material or supporting material separately. Thus, this opened broad prospects for the exploitation of many of the raw materials in this renewed field.
- The most visible and important properties of composite materials is the rigidity, light weight, high flexibility, and good appearance of the surface. These properties are rarely met in one material of conventional metals or natural materials.
- Rigidity of composite material qualifies them to be used in industrial and constructive applications, which are exposed to harsh conditions of stress.
- Property of light weight represents a great economic importance, especially during transportation, handling, and storage of furniture products, and metal constructions.
- must use local factories specialized in the field of steel furniture and construction products composite material as a substitute for natural raw materials because of their superiority properties of natural materials such as wood, marble, glass and synthetic materials such as plastic and acrylic.
- The need to study composite materials at the academic level in the Department of steel furniture and construction products and most other college majors stages of undergraduate and postgraduate linked to the nature and direction of design education in the Faculty of Applied Arts.