الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

المملكة العربية السعودية
Kingdom of Saudi Arabia

براءة اختراع

إن الرئيس التنفيذي للهيئة السعودية للملكية الفكرية و بموجب أحكام نظام براءات الإختراع و التصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة و الأصناف النباتية و النماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/27 وتاريخ 1425/05/29هـ و المعدل بقرار مجلس الوزراء رقم 536 و تاريخ 1439/10/19هـ ، و لائحته التنفيذية.
يقرر منح :

فرونتويف - إنجنهاريا اي كونسولتادوريا، اس. ايه.
FRONTWAVE - ENGENHARIA E CONSULTADORIA, S. A.

براءة اختراع رقم : SA 12728

بتاريخ : 1444/09/01 هـ
الموافق : 2023/03/23 م

عن الإختراع المسمى :

لوح صفائحي متعدد الطبقات

MULTILAYER LAMINATE PANEL

وفق ما هو موضح في وصف الاختراع المرفق، ولمالك البراءة الحق في الانتفاع بكامل الحقوق النظامية في المملكة العربية السعودية خلال فترة سريان الحماية.

الرئيس التنفيذي

د. عبدالعزيز بن محمد السويلم

الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

[19] **الهيئة السعودية للملكية الفكرية**
[11] **رقم البراءة:** SA 12728 B1

[12] **براءة اختراع**

[45] **تاريخ المنح:** 1444/09/01 هـ
الموافق: 2023/03/23 م

[21] رقم الطلب: 518390882
[22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1439/05/20 هـ
الموافق: 2018/02/06 م
[30] بيانات الأسبقية:
108756 PT 2015/08/06 م

[86] رقم الطلب الدولي: PCT/EP2016/068680
تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2016/08/04 م
[87] رقم النشر الدولي: WO/2017/021505
تاريخ النشر الدولي: 2017/02/09 م
[51] التصنيف الدولي(IPC[8]):
E04C 2/288
[56] المراجع:
WO 2011115514, CN 201406811
WO 2014118410

[72] اسم المخترع: بيدرو أمارال ، جويل بينهيرو
[73] مالك البراءة: فرونتويف - إنجنهاريا اي كونسولتادوريا، اس. ايه.
عنوانه: مونتي نوفو دو سانتو أنطونيو، أبارتادو 141، ايستريموز 7100-999 البرتغال
جنسيته: برتغالية
[74] الوكيل: مكتب المحامي سليمان ابراهيم العمار

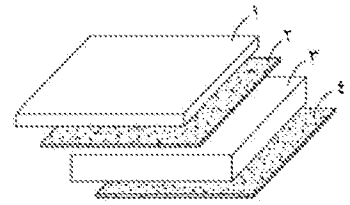
الفاحص: رائد بن محمد العرفج

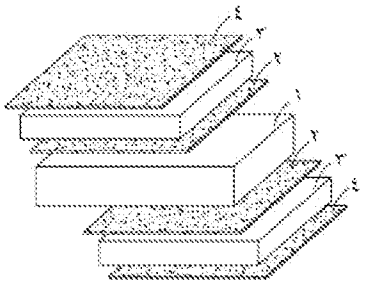
[54] اسم الاختراع: لوح صفائحي متعدد الطبقات

MULTILAYER LAMINATE PANEL

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بتقديم لوح صفائحي متعدد الطبقات multilayer laminate panel يشتمل على طبقة أولى first layer من مادة أساسها حجر stone-based material وطبقة ثانية second layer من مادة غير متشابهة منخفضة الكثافة dissimilar material of lower density ، تتوسطها واحدة أو أكثر من طبقات ألياف مشبعة بالراتنج resin-impregnated fibers. وتشتمل المادة غير المتشابهة على فلين cork أو مشتق من فلين derivative of cork ، ويتراوح سُمك thickness طبقة المادة التي أساسها حجر من حوالي 2 مم إلى حوالي 50 مم. كما يتم أيضًا تقديم عملية لإنتاج اللوح. ويُستخدم اللوح كتغليف في مجموعة متنوعة من التطبيقات الداخلية والخارجية. كما يتم أيضًا تقديم لوح يشتمل على وسائل تثبيت وعملية لربط وسائل التثبيت باللوح. الشكل (1،2)

عدد عناصر الحماية (22)، عدد الأشكال (7)





لوح صفائحي متعدد الطبقات

MULTILAYER LAMINATE PANEL

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الكشف الحالي بألواح صفائحية متعددة الطبقات multilayer laminate panels، طرق لإنتاجها واستخدامها في عدد من التطبيقات، تشتمل على أغلفة من مادة حجرية stone material للاستخدام الداخلي والخارجي، على سبيل المثال في بناء الجدران walls، الأرضيات floors والأسقف ceilings، وفي الأثاث furniture والعناصر الزخرفية decorative elements.

إن صناعة الأغلفة coatings والأغطية coverings من مواد حجرية stone materials ومنتجات مشتقة derivative products زادت من ميلها واحتياجها إلى أنظمة أخف وأكثر وظيفية والتي توفر، من بين أشياء أخرى، تراكيب تدعيمية أقل تداخلًا والتي تهدف أيضًا إلى تزويد هذه المواد بخصائص عزل حراري وصوتي مُحسنة thermal and acoustic insulation. على الجانب الآخر، فإن التكلفات الحالية المرتبطة بنقل هذه المواد (تحديدًا مع وجود حدود للوزن المفترض بالنسبة لوسائل النقل الأكثر استخدامًا)، تمنع وجود سعة أكبر لاستخدام مواد حجرية stone materials في جميع أنحاء العالم. وبناءً عليه، بينما أصبح استخدام قطع حجرية رفيعة قابل للتطبيق تقنيًا، يكون من الصعب استخدامها في ضوء القابلية للكسر لدى المواد الحجرية ومشتقاتها. في الوقت الحالي، المعالجة الصناعية اللازمة لتقليل ذلك السُمك، بالإضافة إلى الصعوبات المرتبطة بتطبيقها، تتطلب عمليات مكلفة في الوقت وتكلفات شديدة الارتفاع لتنافس المواد البديلة.

إن الحلول المُركبة متعددة الطبقات المتوفرة حاليًا تستخدم نموذجيًا تراكيب من طبقات على شكل خلية نحل honeycomb (معدنية أو بلاستيكية) أو لباب آخر لمواد بلاستيكية plastic materials، وسطح معدني metallic interface أو ألياف مشبعة impregnated fibers لتعزيز الالتصاق بين الطبقات المختلفة.

تكشف براءة الاختراع الكندية 02840850 لـ Forzastone LLC US، الصادرة في 2014/28/01 بعنوان "ألواح حجرية مُركبة Composite Stone Panels" عن لوح من طبقات ذي سطح حجري stone surface يستخدم صفيحتين اثنتين من الألومنيوم aluminium مع لب من بولي إيثيلين polyethylene .

يكشف طلب براءة الاختراع الدولي رقم: 2012000893 لـ Fabiano Fulvi، الصادر في 2011/06/23 بعنوان "طريقة لتعزيز ألواح حجرية stone slabs بواسطة لوح بشكل خلية النحل honeycomb panel تشتمل على التركيب الفوري للوح المذكور بشكل خلية النحل" عن طريقة لإنتاج طبقة من مادة حجرية stone material مُعززة بخلية نحل honeycomb، بدون جلود، حيث يتم وضع الجلود ومعالجتها أثناء عملية التعزيز.

يكشف طلب البراءة الدولي رقم: 9109733 لـ Stone Panels International Limited، الصادر في 1991/07/11 بعنوان "طرق لتصنيع عناصر سطح مُركبة composite surface elements" عن طبقة حجرية stone plate مُعززة في كلا الجانبين بواسطة نسيج من ألياف fiber fabric، طبقة من مادة خفيفة الوزن متعددة الخلايا layer of a multicellular lightweight material وجلد خارجي outer skin، والتي تنقسم إلى اثنتين عبر مستوى تماثل.

تمتلك هذه الحلول بعض الخصائص التي تقلل من استخدامها في السوق. إن عدم التوافق بين المادة الحجرية stone material والمعدن يضعف الالتصاق بين الطبقات المختلفة، مما يلزم باستخدام مواد لاصقة أكثر سُمكًا (والتي تقلل التجانس بامتداد السطح) ويتطلب كذلك تطبيق ضغوط أعلى أثناء عملية الإنتاج.

في تفصيل أكثر، الطوبوغرافيات (التضاريس) غير المتساوية للأسطح من طبقات حجرية أو مُعززة تتطلب حمل ضاغط أعلى لربط الأسطح معًا و/أو طبقات لاصقة أكثر سُمكًا لملائمة عدم التوافق الطوبوغرافي. على النقيض، في حالة الألواح الموصوفة هنا، تنتج الطبقة المعتمدة على الفلين تحت أحمال ضاغطة أكثر انخفاضًا، وبالتالي تلائم بشكل مميز أي نتوءات على السطح على أي من جانبيها.

علاوةً على ذلك، فإن المرونة الأكثر صلابة والأقل مرونة للمواد المُركبة متعددة الطبقات والذي تم الكشف عنها في خلفية المجال تمنع معالجة الشكل الأصلي بعد التشوه. بالإضافة إلى ذلك، المعالجة الصناعية للمواد الحجرية ومشتقاتها، تتضمن عمليات (التشطيب (الصقل)، القطع، ظروف التخزين والنقل) تستحث إجهادات والتواءات مرتفعة جدًا في الطبقة الحجرية، متسببة نموذجيًا في انفتال أو تصدع مبكر لهذه الأنواع من منتجات الألواح الشائعة.

وكذلك من ناحية القدرة على امتصاص طاقة التصادم، تمتلك التراكيب على شكل خلية نحل honeycomb عيوب. وبالأخص، يزيد تركيبها بشكل كبير من الصلابة، ولكن ليس لديه القدرة على امتصاص طاقة التصادم. وبالمثل، فإن اهتزازات الاحتكاك الناتجة عن تصادم عند سرعة منخفضة يمكن أن تخلق تصدعات في سطح المادة الحجرية stone material .

<u>الوصف العام للاختراع</u>

يوفر الكشف الحالي استخدام طبقة رفيعة من مادة حجرية stone material أو مادة مشتقة من الحجر stone derivative material، مُصممة على لوح مُركب صفائحي laminated composite panel، يقدم تصميمه وعملية تصنيعه لوح لديه خصائص ميكانيكية mechanical properties، حرارية وصوتية تفوق طبقة من سُمك مكافئ من نفس المادة الحجرية stone material (انظر الشكل 1).

بشكل نموذجي، يتنوع سُمك الألواح الحجرية المستخدمة حاليًا بين 10–50 مم وفقًا للتطبيق أو الاستخدام، على سبيل المثال 30–50 مم لألواح واجهية مُهواة (استخدام خارجي) و10–30 مم لتغليف الأرضيات floors والجدران walls (استخدام داخلي).

علاوةً على ذلك، إن تقنية التعزيز للمواد المعتمدة على الحجر المكشوفة هنا تقدم اختزال في مخلفات المادة الحجرية stone material المرتبطة بعمليات اختزال السُمك النموذجي، وتوفر ألواح حرة الاستناد ذات نسب وزن/بُعد مختزَلة لتطبيقات التشييد (انظر الشكل 2).

بشكل مميز، تكون الألواح وفقًا للكشف الحالي ذات أبعاد، ومُصنَّعة، بحيث:

تتعرض المادة الهشة fragile material (القابلة للكسر) (مثل المادة الحجرية stone material أو مشتقاتها) من إجهادات ضاغطة عندما يتم تحميلها ميكانيكيًا أثناء الاستخدام، وبالتالي تستغل أفضل ما لديها من خصائص ميكانيكية mechanical properties.

في تفصيل أكثر، عندما يتم تعريض مادة إلى حمل انحناء، تكون المنطقة المقعرة للمادة تحت إجهاد ضاغط بينما تكون المنطقة المحدبة المقابلة للمادة تحت إجهاد شد. تنقسم هاتين المنطقتين بواسطة خط انعدام الإجهاد والذي يُشار إليه بالمحور المتعادل. تكون الألواح الصفائحية laminate panels متعددة الطبقات المكشوفة هنا ذات أبعاد ويتم تركيبها حيث المحور المتعادل تحت حمل الانحناء المُطبَّق من الجانب المكشوف من الحجر يكون واقع خارج الطبقة التي أساسها حجر (ويُفضَّل أن يكون في طبقة أساسها فلين والتي ترتبط بها الطبقة الحجرية)، تاركًا الطبقة الحجرية تحت ضغط، وبالتالي يكون أقوى.

يتم تأمين التصاق متجانس بين الطبقات المختلفة، لتوفير خصائص منتظم لمنتج اللوح متعدد الطبقات ولمنع الانفصال المفاجئ لطبقة المادة الحجرية stone material أو المادة المشتقة من حجر stone derivative material ، بينما يتم تأمين نقل الالتواءات إلى طبقة أكثر مرونة للوح (مثل الطبقة التي أساسها فلين cork-based layer أو مشتقة من الفلين cork derivative-based layer)؛

يعرض منتج اللوح صلابة كافية ليتم استخدامه في تطبيقات تركيبية مختلفة؛

يتم توفير تحسن كبير في خصائص العزل الحراري والصوتي thermal and acoustic insulation characteristics للمادة الحجرية stone material أو المشتقة من حجر stone derivative material عبر تضمين طبقة من مادة أساسها فلين cork-based material layer؛

لُوحظ حدوث اختزال في إجهادات القص في المادة الحجرية stone material أو المشتقة منها القابلة للكسر تحت حمل تركيبي، وبالتالي يقلل الفشل بسبب طبيعتها الهشة ويزيد مقاومتها للإجهادات الدورية. كنتيجةً لذلك، يلبي منتج اللوح المكشوف هنا متطلبات الأمان العالية لاستخدامه في عدد من التطبيقات التركيبية.

يوفر جانب أول للكشف الحالي لوح صفائحي متعدد الطبقات multilayer laminate panel، والذي يتميز بتضمين طبقة أولى من مادة أساسها حجر first layer of a stone-based material، طبقة ثانية من مادة غير متشابهة منخفضة الكثافة second layer of a dissimilar material of lower density، تتوسطها واحدة أو أكثر من طبقات ألياف مشبعة بالراتنج resin-impregnated fibers ومُصممة بحيث تكون الطبقة الأولى تحت ضغط عندما يتم تحميل اللوح ميكانيكيًا، تحديدًا من السطح المكشوف للطبقة الأولى، والمدعومة على اثنتين أو أكثر من نقاط التثبيت. تشتمل المادة الغير متشابهة على فلين cork أو مشتق من فلين cork derivative، ويتراوح سُمك الطبقة من المادة التي أساسها حجر stone-based material من حوالي 2 مم إلى حوالي 50 مم.

يتم أيضًا توفير لوح صفائحي متعدد الطبقات multilayer laminate panel يشتمل على طبقة أولى من مادة أساسها حجر first layer of a stone-based material لديها سُمك من 2 مم إلى 50 مم، طبقة ثانية من مادة غير متشابهة منخفضة الكثافة second layer of a dissimilar material of lower density، والتي تشتمل على فلين cork أو مشتق من فلين cork derivative، تتوسطها واحدة أو أكثر من طبقات ألياف مشبعة بالراتنج resin-impregnated fibers .

يوفر جانب آخر للكشف الحالي عملية لإنتاج لوح صفائحي متعدد الطبقات multilayer laminate panel كما هو موصوف أعلاه، والتي تشتمل على الخطوات التالية:

توفير طبقة من مادة أساسها حجر layer of a stone-based material لديها سُمك يتراوح من حوالي 2 مم إلى حوالي 50 مم؛

توفير طبقة من مادة غير متشابهة منخفضة الكثافة layer of a dissimilar material of lower density، والتي تشتمل على فلين cork أو مشتق من فلين cork derivative؛ و

ربط طبقة المادة التي أساسها حجر stone-based material layer بطبقة المادة الغير متشابهة dissimilar material layer بواسطة طبقة من ألياف مشبعة براتنج layer of

resin-impregnated fibers موضوعة بين طبقة المادة التي أساسها حجر stone-based material وطبقة المادة الغير متشابهة.

يوفر جانب آخر للكشف الحالي لوح صفائحي متعدد الطبقات multilayer laminate panel يشتمل على وسائل تثبيت، حيث يكون اللوح كما هو موصوف أعلاه وحيث توجد وسيلة التثبيت fixing means في فتحة والتي تمتد خلال الطبقة الواحدة على الأقل من المادة الغير متشابهة والطبقة الواحدة على الأقل من الألياف المشبعة براتنج resin-impregnated fibers إلى سطح طبقة المادة التي أساسها حجر stone-based material layer ، والتي يتثبت فيها الطبقة الواحدة على الأقل من الألياف المشبعة براتنج resin-impregnated fibers ، وحيث يتم حمل وسيلة التثبيت في موضع في الفتحة مع راتنج.

تتضمن جوانب أخرى أيضًا استخدام الألواح الموصوفة أعلاه كتغليف داخلي أو خارجي؛ وأداة مُختارة من جدار، أرضية، سقف، إطار الباب، إطار النافذة، لوح تهوية، قطعة أثاث أو عنصر تركيبي زخرفي مشتملة على الألواح الموصوفة أعلاه.

يوفر الكشف الحالي كذلك عملية لتثبيت وسيلة تثبيت في لوح صفائحي متعدد الطبقات multilayer laminate panel كما هو مذكور أعلاه، والتي تشتمل على:

تكوين فتحة في اللوح، والتي تمتد عبر الطبقة الواحدة على الأقل من المادة الغير متشابهة والطبقة الواحدة على الأقل للألياف المشبعة بالراتنج إلى سطح طبقة المادة التي أساسها حجر stone-based material layer ، والتي تتثبت بها طبقة الألياف المشبعة براتنج resin-impregnated fibers ؛

وضع وسيلة التثبيت fixing means في الفتحة orifice؛ و

إما قبل الخطوة (2)، أو بعد الخطوة (2)، أو كل من قبل وبعد الخطوة (2)، إدخال راتنج في الفتحة orifice.

<u>شرح مختصر للرسومات</u>

توضح الأشكال 1 و2 ألواح صفائحية متعددة الطبقات multilayer laminate panels وفقًا للكشف الحالي.

توضح الأشكال 3، 4 و5 نتائج الاختبارات المقارنة المختلفة التي تم إجرائها على ألواح صفائحية متعددة الطبقات multilayer laminate panels وفقًا للكشف الحالي وألواح حجر جيري، من حيث الكتلة لكل وحدة مساحة (الشكل 3)، الحمل الأقصى والحمل النوعي (الشكل 4)، ومقاومة الانحناء العُظمى ومقاومة الانحناء النوعية (الشكل 5). في هذه الأشكال، يتم تحديد ألواح الحجر الجيري limestone لتكون "كلسية calc 10 مم" و"كلسية 30 مم". يتم تحديد الألواح متعددة الطبقات multilayer panels لتكون "متعددة الطبقات Lam 5 مم كلسية" و"متعددة الطبقات 10 مم كلسية"، يحتوي كل منها على التوالي على طبقة 5 مم و10 مم من الحجر الجيري limestone.

يوضح الشكل 6 الانحراف المتوسط في مقابل الحمل المُطبَّق للوح وفقًا للكشف الحالي.

يوضح الشكل 7 الانحراف المتوسط في مقابل مقاومة الانحناء للوح وفقًا للكشف الحالي.

الوصف التفصيلي:

نظرة عامة: إن اللوح الصفائحي laminated board خفيف الوزن ذي تشطيب السطح الذي أساسه حجر الذي تم الكشف عنه هنا يسمح بتحويل خصائص الهشاشة للمواد المستخدمة باعتبارها استكمالات سطح إلى خصائص مرنة غير خطية. ينتج هذا الخصائص من التصميم والتنسيق بين طبقات اللوح لضمان انتقال منتظم للإجهادات بين الطبقات المختلفة، ونظام ضاغط في المادة الهشة.

يشتمل اللوح متعدد الطبقات الذي تم الكشف عنه على طبقة من مادة حجرية stone material أو مادة مشتقة منها لتشطيب السطح، طبقة أخرى من مادة لها خصائص غير متشابهة ومُتأصِّلة من الفلين أو مشتقاته، وواحدة أو أكثر من طبقات من ألياف مشبعة براتنج fibers impregnated with resin، حيث يتم توفير هذا الراتنج نموذجيًا في صورة سائلة والذي يتصلب بعد ذلك موفرًا الاقتران (على سبيل المثال التثبيت) بين الطبقات المختلفة إلى لوح منفرد واحد.

عند المقارنة مع الاستخدام لطبقة واحدة من حجر أو مادة مشتقة لديها سُمك كافي للاستخدامات التركيبية (على سبيل المثال، 30 مم تقريبًا للاستخدامات الخارجية أو 10 مم تقريبًا للاستخدامات الداخلية)، فإن الخصائص المُحسَّنة المتوفرة من قِبَل اللوح المُركب متعدد الطبقات المكشوف هنا تؤدي إلى ما يلي:

زيادة خصائص المقاومة الميكانيكية:

بالنسبة لنفس سُمك الحجر، على سبيل المثال 10 مم، لُوحظت زيادة ما لا يقل عن حوالي ضعفين في مقاومة الانحناء. بالإضافة إلى ذلك، تمت ملاحظة زيادة مناظرة في الحمل الأقصى عند تمزق ما لا يقل عن حوالي أو فوق حوالي 7 أضعاف، بشكل مفضل على الأقل حوالي أو فوق حوالي 10 أضعاف، وبشكل أكثر نفعًا حوالي 20 ضعف، أو أكثر من ذلك، نموذجيًا مع الاختلاف بناء على نوع الحجر المستخدم. تم قياس هذه المتغيرات وفقًا لـ ASTM C293.

إن التحسُّن في خصائص المقاومة الميكانيكية للألواح الذي تم الكشف عنها هنا هو أيضًا دليل من، على سبيل المثال، مقارنة لألواح حجرية stone slabs لديها سُمك يبلغ 30 مم تقريبًا وتصميم لوح متعدد الطبقات يشتمل على سُمك حجر يبلغ 10 مم تقريبًا وطبقة لب من تكتل فلين لديها سُمك 10 مم تقريبًا، حيث تتم ملاحظة اختزال في الكتلة إلى ما يقرب من ثلاثة أضعاف، ولكن تتم أيضًا ملاحظة زيادة ما يزيد عن ضعفين في مقاومة الانحناء.

زيادة الحمل النوعي الأقصى:

تزداد نسبة الحمل الأقصى إلى الكتلة لكل متر مربع للوح متعدد الطبقات بمقدار أكثر من حوالي ضعفين، بشكل مفضل أكثر من حوالي 3 أضعاف والأكثر نفعًا بمقدار حوالي 5 أضعاف، مع وجود اختلاف بشكل نموذجي بناءً على نوع الحجر المستخدم، بالمقارنة مع ذلك الذي تم تعيينه للوح حجري متميز. على سبيل المثال، تتم ملاحظة هذه الزيادة عند مقارنة ألواح حجرية stone slabs لديها سُمك 30 مم تقريبًا مع ألواح وفقًا للاختراع الحالي لديها سُمك حجري 10 مم تقريبًا مدعومة بـ لب تكتل فلين بسُمك 10 مم. تم حساب الحمل النوعي الأقصى من قياسات تم إجرائها وفقًا لـ ASTM C293.

زيادة سعة العزل الحراري thermal insulation capacity:

تبين أن استخدام مادة من الفلين cork أو مشتقة من الفلين cork derivative material يعمل على تحسين سعة العزل الحراري thermal insulation capacity للألواح المكشوفة هنا بالمقارنة مع ألواح حجرية stone slabs معيارية، عبر اختزال لمُعامل التوصيل الحراري بمقدار لا يقل عن حوالي 50 ضعف، بالحساب وفقًا لـ ASTM C1363. لُوحظ أن هذا التأثير بناءً على سعة العزل الحراري thermal insulation capacity للألواح الصفائحية يزيد نموذجيًا مع زيادة سُمك طبقة المادة من الفلين أو المشتقة من الفلين، وبناءً عليه، المقاومة الحرارية المرتبطة، نظرًا لأن المواد الحجرية لديها نموذجيًا مُعاملات توصيل حراري تتراوح من حوالي 2 إلى حوالي 7 وات/متر كلڤن، بينما المواد من الفلين cork والمشتقة من الفلين cork derivatives، على سبيل المثال تكتل فلين، لديها نموذجيًا مُعاملات تتراوح من حوالي 0.030 إلى حوالي 0.040 وات/متر كلڤن، على سبيل المثال من حوالي 0.032 إلى حوالي 0.036 وات/متر كلڤن. بالإضافة إلى ذلك فإن طبقات الراتنج المُعزز بألياف دقيقة تضيف بشكل مفيد سعة عزل حراري إضافية. بشكل نموذجي، تمتلك الألواح متعددة الطبقات multilayer panels مُعامل انتقال حرارة أقل من حوالي 5 وات/متر مربع كلڤن، مقاسًا وفقًا لـ ASTM C976.

زيادة سعة العزل الصوتي للتصادم impact sound insulation capacity:

تبين أن استخدام مادة من الفلين cork أو مشتقة من الفلين cork derivative material يعمل على تحسين مؤشر العزل الصوتي (مقاسًا وفقًا لـ ISO/CD 16251-1) للألواح المكشوفة هنا بالمقارنة مع ألواح حجرية stone slabs معيارية بمُعامل يبلغ حوالي 3، أو بشكل أكثر نفعًا، حوالي 5. تبين أن هذا التأثير يعتمد غالبًا على خصائص عزل وسُمك لب الفلين. تمتلك الألواح نموذجيًا مؤشر عزل صوتي يبلغ على الأقل حوالي 10 ديسيبل، وبشكل أكثر تفضيلًا أكثر من حوالي 10 ديسيبل، على سبيل المثال حوالي 15 ديسيبل أو أكثر. على سبيل المثال، ألواح ذات سُمك حجر 10 مم مدعومة بـ لب تكتل فلين 10 مم تمتلك مؤشرات عزل صوتي حوالي 15 ديسيبل، بالمقارنة مع ألواح حجرية stone slabs سُمكها 30 مم، والتي تمتلك مؤشرات عزل صوتي تتراوح من حوالي 3 إلى حوالي 5 ديسيبل.

زيادة مقاومة التصادم وامتصاص الطاقة impact resistance and energy absorption:

عبر تعيين مقاومة التصادم وامتصاص الطاقة وفقًا لـ EN 14158 تبين أن الزيادة في هذه الخصائص لأكثر من حوالي 3 أضعاف. على سبيل المثال، بالنسبة للوح حجري لديه سُمك يبلغ تقريبًا 30 مم، تتراوح مقاومة التصادم المُقاسَة لكتلة حرة السقوط مقدارها 1 كجم من حوالي 40 إلى حوالي 65 سم ينكسر اللوح فوقها بشكل كارثي. على النقيض، الألواح التي تستخدم نفس الحجر بسماكات بالغة 5 و10 مم تقريبًا، كل لوح منها على حدة لديه تعزيز من تكتل فلين سُمكه 10 مم تقريبًا، تم تحديد أنها تمتلك مقاومات تصادم أعلى إلى حد كبير بمقدار حوالي 150–180 سم وحوالي 190–220 سم على التوالي.

زيادة مرونة المادة الحجرية stone material أو المادة المشتقة من الحجر stone derivative material :

تبين أن الألواح الذي تم الكشف عنها هنا تمتلك تشوه مرن غير خطي بدون الكسر. تمت ملاحظة هذا الخصائص وتحديده بواسطة تقنية قياس التمدد المرئي كما هو موضح فيما يلي. يمتد هذا التشوه المرن للألواح إلى ما هو أبعد كثيرًا من التشوهات القصوى التي تمت ملاحظتها للمواد الحجرية والمشتقة من الحجر في تصميم لوح معياري.

بشكل أكثر تفصيلًا، تمتلك الألواح المكشوفة هنا نموذجيًا انحراف أقصى يبلغ حوالي ضعفي، أو أكثر من ضعفي سُمك اللوح. الانحراف الأقصى هو عبارة عن مسافة الانحراف، أو الانحناء، التي يحدث عندها تمزُّق، على سبيل المثال كسر، للوح. كما هو موضح بشكل مفصل أكثر فيما يلي، تم قياس الانحراف باستخدام ارتباط صور مرئية video image correlation (VIC) بواسطة مساحة مُحددة بسُمك العينة و+/- 5 مم لكل جانب من نقطة التوسط (تكون إجمالًا 10 مم من عرض العينة) مع عدد كلي من النقاط داخل هذه المساحة بين 1000 و1200. إن الانحراف الأقصى الذي تم قياسه هو عبارة عن دالة لطول التباعد المستخدم في قياس الانحناء، على سبيل المثال المسافة بين عناصر التدعيم، والمعروفة أيضًا بـ "التباعد التدعيمي". في القياس المسجل هنا، تم استخدام تباعد تدعيم يبلغ 250 مم تقريبًا، وفقًا لتباعدات التدعيم المسجلة بشكل نموذجي في معايير الجمعية الأمريكية لاختبار المواد American Society for Testing (ASTM) and Materials بالنسبة لقياسات الانحناء. إن التباعد بين الدعامات البعيدة بدرجة كبيرة عن بعضها البعض سوف يسمح بوجود مقدار أكبر من الانحرافات القصوى.

بشكل أكثر تحديدًا، تمتلك الألواح المكشوفة هنا انحراف أقصى يبلغ من حوالي 0.2 أضعاف إلى حوالي 2.0 أضعاف سُمكها لطول تباعدي يبلغ 250 مم تقريبًا، بشكل مفضل أكثر حوالي 0.3 أضعاف إلى حوالي 2.0 أضعاف، بشكل مفضل أكثر كذلك حوالي 0.35 أضعاف إلى حوالي 2.0 أضعاف، على سبيل المثال حوالي 0.5 أضعاف إلى حوالي 2.0 أضعاف، أو حوالي 0.8 أضعاف إلى حوالي 2.0 أضعاف، أو حوالي 1.2 أضعاف إلى حوالي 2.0 أضعاف، أو حوالي 1.5 أضعاف إلى حوالي 2.0 أضعاف، أو حوالي 1.8 أضعاف إلى حوالي 2.0 أضعاف؛ مع انحراف أقصى يبلغ حوالي 2.0 أضعاف، أو أكثر، الأكثر تفضيلًا لسُمك اللوح.

على سبيل المثال، تبين أن الألواح ذات سُمك طبقة من الحجر يبلغ 5 أو 10 مم تقريبًا وتشتمل على لب تكتل فلين بسُمك 10 مم تقريبًا لها انحراف أقصى يبلغ حوالي 0.35 إلى حوالي 2 أضعاف السُمك الكلي للوح على طول تباعدي يبلغ 250 مم تقريبًا. عند المقارنة بلوح حجري بنفس سُمك طبقة تشطيب السطح للوح المذكور أعلاه، على سبيل المثال 10 مم، تبين أن الانحراف لتمزُّق اللوح المذكور هنا يزيد بمُعامل أكبر بحوالي 10 إلى 20 أضعاف، أو أكثر، بناءً على نوع الحجر. بشكل أكثر نفعًا، بالنسبة لانحرافات تصل إلى حوالي 90% على الأقل من هذا الانحراف الأقصى، تمت ملاحظة استعادة شكل جوهرية (على سبيل المثال استعادة حوالي 88% على الأقل من شكل اللوح الأصلي، بشكل مفضل أكثر حوالي 90% على الأقل، وبشكل مفضل أكثر كذلك حوالي 95% على الأقل، ووصولًا إلى حوالي 100%) للألواح. تعتبر تلك الخصائص هي خصائص مُجدية للألواح بشكل خاص.

يتم توضيح ذلك الخصائص المميز للتشوه المرن للألواح المكشوفة هنا أيضًا عبر الأشكال 6 و7 والتي توضح بيانيًا، بالترتيب الانحراف المتوسط (مقاسًا بـ مم) في مقابل الحمل (مقاسًا بـ نيوتن)، والانحراف المتوسط في مقابل مقاومة الانحناء (مقاسة بـ ميجا باسكال؛ والـمُقاسة وفقًا لـ ASTM C293). إن الانحراف المتوسط هو عبارة عن المتغير الذي يتم قياسه باختبار الانحناء والذي يختلف بناءً على الحمل الـمُطبَّق بين صفر والانحراف الأقصى الذي تمت ملاحظته عند حمل تمزُّق. تسجل الأشكال 6 و7 خصائص لوح يشتمل على طبقة حجر جيري بحري أبيض سُمكها 5 مم تقريبًا وطبقة تكتل فلين سُمكها 10 مم تقريبًا (NL20 من Amorim Cork Composites، Mozelos VFR، Portugal) مع طبقتين من طبقات ألياف زجاجية مشبعة بالإيبوكسي

epoxy-impregnated glass fiber layers (راتنج الإيبوكسي عبارة عن Resotech 1050 من .Resoltech S.A.R.L، Eguilles، France). تشتمل طبقة الألياف الأولى first fiber layer على نسيج زجاجي ثنائي المحور يتكون من طبقتين نسيج من ألياف fiber fabric زجاجية مُوجهة باتجاه واحد وموضوعة عند صفر درجة و90 درجة، ولديها كتلة نوعية تبلغ 600 جم/م2 تقريبًا؛ وتشتمل الطبقة الثانية على نسيج صوفي ذي كتلة نوعية تبلغ 300 جم/م2 تقريبًا.

إن تقنية قياس التمدد المرئي المُستخدمة في ملاحظة هذا التشوه المرن للألواح المكشوفة هنا تستخدم ارتباط الصور المرئية video image correlation (VIC). ارتباط الصور المرئية video image correlation (VIC) عبارة عن نظام لقياس وتصوُّر كل من الالتواء والحركة عبر مقارنة الصور. فإنه يوفر قياسات مكتملة المجال، ثنائية أو ثلاثية الأبعاد للشكل، والإزاحة والالتواء، بناءً على مفهوم ارتباط الصور الرقمية. باستخدام هذه الطريقة، يتم قياس الحركة الهدف الفعلية ويكون موتِر الالتواء نسبةً إلى لاغرانج متوفر عند كل نقطة على سطح العينة.

يتكون النظام من واحدة أو اثنتين من الكاميرات (للتحليل ثنائي الأبعاد Two- 2D dimensionalأو ثلاثي الأبعاد three-dimensional 3D على التوالي) التي تلتقط صور أثناء اختبار ميكانيكي، على سبيل المثال تشوه اللوح بواسطة الانحراف deflection ، أو الانحناء bending ، وبرمجيات حاسوب software والتي تقوم بالارتباط، بناءً على العرض البياني والمراقبة للبكسلات الصور image pixels. باستخدام هذا الجهاز، من الممكن تسجيل الإزاحة بشكل شديد الدقة على كل نقطة للعينة بتعقب البكسلات في الصور المتوفرة بواسطة الكاميرا. ثم يتم بعد ذلك تحليل البيانات بواسطة برمجيات الحاسوب ذات الصلة، حيث توفر معلومات شديدة الدقة عمّا يحدث في التركيب أثناء اختبار الانحناء.

يتم تصنيع الألواح وفقًا للكشف الحالي بسهولة حيث يكون إنتاجها متوافق بشكل مميز مع التقنية المتوفرة حاليًا في صناعة معالجة الحجر. تحديدًا:

التوافق مع نطاق واسع جدًا من المواد الحجرية ومشتقاتها، والتي يتم الحصول عليها نموذجيًا بمتوسط خشونة سطح average surface roughness (Ra) من حوالي 0.1 إلى حوالي 30 ميكرومتر (مُقاس وفقًا لتقنيات طوبوغرافيا السطح معيارية)، ومسامية مفتوحة أكبر من حوالي

0.01% (مُقاسة وفقًا لـ EN1936). تعتبر هذه الخصائص هي النموذجية لمعظم المواد الحجرية وقيم خشونة السطح الخاصة بالألواح المُعالَجة وفقًا لتقنية متوفرة حاليًا.

التوافق مع أبعاد اللوح المنتجة حاليًا (على سبيل المثال طول وعرض 3500 مم تقريبًا وسُمك يبلغ حوالي 10–50 مم) مع إمكانية استخدام عمليات تشطيب سطح تقليدية (على سبيل المثال الشحذ والتلميع) لترقيق طبقة المادة الحجرية stone material أو المشتقة منها إلى أقل ما يمكن من سُمك حوالي 2 مم.

التوافق مع استخدام راتنج وعمليات معالجة معروفة في صناعة معالجة الأحجار لتعزيز التدعيم وتشطيب السطح.

في الألواح الصفائحية متعددة الطبقات multilayer laminate panels الموصوفة هنا، تمتلك الواحدة أو أكثر من الطبقات الحجرية أو الطبقات المشتقة من الحجر سُمك يتراوح من حوالي 2 مم إلى حوالي 50 مم، بشكل مفضل من حوالي 2 مم إلى حوالي 40 مم، بشكل مفضل أكثر من حوالي 2 مم إلى حوالي 30 مم، بشكل مفضل أكثر كذلك من حوالي 2 مم إلى حوالي 20 مم، وبشكل مفضل أكثر آخر من حوالي 2 مم إلى حوالي 15 مم. تتضمن نطاقات السُمك المفضلة الأخرى للطبقة التي أساسها حجر من حوالي 2 مم إلى حوالي 10 مم، حوالي 5 مم إلى حوالي 15 مم، وحوالي 10 مم إلى حوالي 20 مم. وبشكل أكثر تفضيلًا، الطبقة التي أساسها حجر الواحدة على الأقل يبلغ سُمكها حوالي 2 مم، حوالي 5 مم، حوالي 10 مم أو حوالي 15 مم.

يتراوح السُمك الكلي لمنتجات الألواح المكشوفة هنا نموذجيًا من حوالي 5 مم إلى حوالي 60 مم، بشكل مفضل من حوالي 5 مم إلى حوالي 50 مم، وبشكل مفضل أكثر من حوالي 5 مم إلى حوالي 45 مم. إن سماكات كلية أخرى تكون ممكنة بناءً على الطبقات الفردية المتضمنة في التراكيب الكلية، بالإضافة إلى الاستخدام المرغوب للألواح.

تشتمل الألواح على واحدة أو أكثر من طبقات من ألياف مشبعة براتنج fibers impregnated with resin، يبلغ سُمك كل منها على حدة من حوالي 0.5 إلى حوالي 5 مم، على سبيل المثال، حوالي 0.5 إلى حوالي 2.0 مم.

علاوةً على ذلك، الواحدة أو أكثر من طبقات من مادة لها خصائص تعتمد على الفلين cork أو مشتقة من الفلين cork derivative material المتضمن في الألواح متعددة الطبقات multilayer panels لديها نموذجيًا سُمك يتراوح من حوالي 1 مم إلى حوالي 50 مم، بشكل مفضل أكثر من حوالي 3 مم إلى حوالي 40 مم، بشكل مفضل أكثر آخر من حوالي 5 مم إلى حوالي 30 مم، أو من حوالي 5 مم إلى حوالي 25 مم، أو من حوالي 5 مم إلى حوالي 20 مم، مع طبقات أساسها الفلين cork-based layers ذات سُمك من حوالي 5 مم إلى حوالي 15 مم، على سبيل المثال 10 مم تقريبًا، لتكون مفضلة تحديدًا.

بالإضافة إلى الأبعاد المفصلة هنا، يمكن أن تتم تهيأة التقنية إلى أبعاد أخرى حسب الحاجة، على سبيل المثال كما هو مطلوب من قِبَل الاستخدام النهائي المحدد الذي يُستخدَم فيه اللوح.

يتم الوصول إلى الخصائص المذكورة أعلاه بالنسبة للألواح الابتكارية بشكل كبير عبر الاختيار المحدد للمكونات المختلفة، وتنسيقها وأبعادها في الصفيحة متعددة الطبقات، بالإضافة إلى اقتران الطبقات المختلفة متأثرًا بعملية التصنيع. توفر التقنية الموصوفة مواد صفائحية متعدد الطبقات جديدة، والتي تلاقي أو تلبي المتطلبات التقنية للتطبيقات التي تستخدم حاليًا حجر طبيعي natural stone أو مشتقاته. علاوةً على ذلك، يمكن موافقة المواد متعددة الطبقات إلى منتجات تركيبية مختلفة (على سبيل المثال ألواح واجهية مُهواة)، أو زخرفيات، تشتمل على جميع أنواع الأغطية coverings /الأغلفة coatings الداخلية والخارجية، الأرضيات floors ، مواد (فرش) الأرضيات، المناضد والأسطح، بالإضافة إلى تراكيب إطارية للنوافذ، الأبواب والمباني، على سبيل المثال.

وبناءً عليه، بالإضافة إلى المميزات المرتبطة باستخدام ألواح حجرية stone slabs خفيفة الوزن، على سبيل المثال وزن أقل وأبعاد أكبر، تمتلك الألواح وفقًا للكشف الحالي المزايا الفريدة التالية: 1) مرونة ميكانيكية أعلى بدرجة كبيرة والقدرة على ملائمة الانحناء واستعادة شكلها الأصلي؛ 2) مقاومة تصادم مُعززة وامتصاص الطاقة؛ و3) خصائص عزل حراري وصوتي thermal and acoustic insulation properties فائقة ناتجة عن استخدام مادة من الفلين أو مشتقة منه.

الخصائص الميكانيكية للوح الصفائحي Mechanical Behaviour of the Laminated Panel

يستحث انحناء مادة متدرج إجهاد، والذي يتنوع بين إجهاد شد أقصى إلى إجهاد ضاغط أقصى على كلا جانبي المادة. إن ما يُسمى بـ "المحور المتعادل" يحدد الموقع الذي يفصل إجهادات الشد عن الإجهادات الضاغطة والذي يناظر جهد منعدم (يساوي صفر).

وفقًا للنظرية الكلاسيكية (التقليدية) لأشعة الانحناء، بالنسبة لمادة متجانسة لديها مُعامل يونج ثابت لإجهادات الشد والإجهادات الضاغطة، يكون المحور المتعادل متوافق مع الخط الناصف. على الرغم من ذلك، على مادة مُركبة ذات طبقات مختلفة، يمكن إزاحة المحور المتعادل بضبط سُمك كل مادة مع الأخذ في الاعتبار مُعامل يونج خاصتهم.

بالنسبة للوح متعدد الطبقات الذي تم الكشف عنه هنا، وكما تمت مناقشته سابقًا، يقع الخط المتعادل دائمًا خارج طبقة المادة التي توفر تشطيب السطح الذي أساسه حجر، ويقع بشكل مفضل في الطبقة التي أساسها فلين cork-based layer . ويكون ذلك وفقًا للعلاقة التالية:

$$h2 = h\sqrt{\gamma} / (1 + \sqrt{\gamma})$$

حيث h2 عبارة عن أقصى سُمك (بـ مم) للطبقة للمادة التي توفر تشطيب السطح؛ h عبارة عن السُمك الكلي (بـ مم) للوح الصفائحي laminated board؛ وγ عبارة عن نسبة مُعامل يونج للشد (ET) tensile Young's modulus ومُعامل يونج الضاغط (Ec) compressive Young's modulus، ويتم تعيين كل منهم على حدة وفقًا لـ ASTM C293.

في حالة المواد المُركبة الصفائحية متعددة الطبقات laminated multilayer composites وفقًا للكشف الحالي، فإن المادة التي أساسها حجر stone-based material المستخدمة كمادة تشطيب للسطح surface finish material، عند اختبارها وحدها، تعرض استجابة ضعيفة إلى إجهاد الشد بالمقارنة مع استجابتها إلى الإجهاد الضاغط. تكون إجهادات الحد الأدنى نموذجيًا من حوالي 7 حتى حوالي 10 أضعاف أقل. على الرغم من ذلك، لكي يحدث هذا التأثير المرغوب، فمن اللازم الأخذ في الاعتبار كيف أن خصائص الطبقات المختلفة تتعلق ببعضها البعض.

وبالتالي، توفر الألواح الصفائحية متعددة الطبقات multilayer laminate panels وفقًا للكشف الحالي مواد من حجر مُحسّنة لديها خصائص ميكانيكية mechanical properties مميزة.

المواد

تكون مادة تشطيب السطح ذات الاحتمال الأكبر للاستخدام في الألواح المكشوفة عبارة عن حجر طبيعي natural stone. بشكل عام، تتصرف مواد المصدر الشبيهة بالصخر بشكل مختلف بناءً على الخصائص الفيزيائية، الكيميائية والبنية الدقيقة لها. باستخدام طريقة التصميم والتصنيع وفقًا للكشف الحالي، فإنه من الممكن أن يتوسع استخدام معظم هذه المواد، حيث يتم التغلب على الحدود الناتجة عن الخصائص الميكانيكية Mechanical properties الضعيفة (على سبيل المثال مقاومة الشد، مقاومة القص أو مقاومة التصادم) إلى حدٍ كبير.

تشتمل أنواع الحجر الطبيعي Natural stone الملائمة تحديدًا للاستخدام في الألواح متعددة الطبقات multilayer panels على تلك المستخدمة نموذجيًا في تطبيقات تكسية بالألواح الحجرية، على سبيل المثال الأحجار الجيرية limestones، الرخام marbles، الجرانيت granites بما فيها النايس gneisses (صخر جرانيتي متحول) والبجماتيت pegmatites (صخر ناري)، صخور الشيست schist rocks (صخر بركاني) بما فيها الأردواز (لوح حجري) والكوارتزيت quartzite ، والحجر المتكتل agglomerated stone.

بالنسبة للطبقة الواحدة على الأقل من مادة من فلين cork أو مشتقة من الفلين cork derivative material، يمكن أن يتم استخدام مواد مُعالَجة طبيعيًا أو صناعيًا، والتي تمتلك نموذجيًا كثافات (مُقاسة وفقًا لـ ASTM C271) تبلغ من حوالي 30 إلى حوالي 1500 كجم/م3 وبشكل مفضل من حوالي 100 إلى حوالي 400 كجم/م3. تمتلك المواد المفضلة تحديدًا كثافات تبلغ من حوالي 110 إلى حوالي 350 كجم/م3، وبشكل مفضل أكثر كذلك من حوالي 115 إلى حوالي 300 كجم/م3، أو من حوالي 120 إلى حوالي 250 كجم/م3، على سبيل المثال 120 كجم/م3 تقريبًا، 200 كجم/م3، أو 250 كجم/م3.

تمتلك المواد من الفلين المفضلة Preferred cork-based materials مقاومة ضاغطة (مُقاسة وفقًا لـ ASTM C365) تبلغ من حوالي 0.1 إلى حوالي 1.0 ميجا باسكال، بشكل

مفضل من حوالي 0.2 إلى حوالي 0.8 ميجا باسكال، وبشكل أكثر تفضيلًا أيضًا من حوالي 0.3 إلى حوالي 0.6 ميجا باسكال، على سبيل المثال تقريبًا 0.3 ميجا باسكال، 0.5 ميجا باسكال أو 0.6 ميجا باسكال.

تمتلك المواد من الفلين المفضلة Preferred cork-based materials مُعامل ضاغط compressive modulus (مُقاس وفقًا لـ ASTM C365) يبلغ من حوالي 3.0 إلى حوالي 10.0 ميجا باسكال، بشكل مفضل من حوالي 4.0 إلى حوالي 8.0 ميجا باسكال، وبشكل أكثر تفضيلًا أيضًا من حوالي 5.0 إلى حوالي 7.0 ميجا باسكال، على سبيل المثال تقريبًا 5.1 ميجا باسكال، 6.0 ميجا باسكال أو 6.9 ميجا باسكال.

تمتلك المواد من الفلين المفضلة Preferred cork-based materials مقاومة شد tensile strength (مُقاسة وفقًا لـ ASTM C297) تبلغ من حوالي 0.4 إلى حوالي 0.9 ميجا باسكال، بشكل مفضل من حوالي 0.5 إلى حوالي 0.8 ميجا باسكال، وبشكل أكثر تفضيلًا أيضًا من حوالي 0.6 إلى حوالي 0.7 ميجا باسكال، على سبيل المثال تقريبًا 0.6 ميجا باسكال، أو 0.7 ميجا باسكال.

تمتلك المواد من الفلين المفضلة Preferred cork-based materials مقاومة قص shear strength (مُقاسة وفقًا لـ ASTM C273) تبلغ من حوالي 0.7 إلى حوالي 1.2 ميجا باسكال، بشكل مفضل من حوالي 0.8 إلى حوالي 1.1 ميجا باسكال، وبشكل أكثر تفضيلًا أيضًا من حوالي 0.9 إلى حوالي 1.0 ميجا باسكال، على سبيل المثال تقريبًا 0.9 ميجا باسكال، أو 1.0 ميجا باسكال.

تمتلك المواد من الفلين المفضلة Preferred cork-based materials مُعامل قص shear modulus (مُقاس وفقًا لـ ASTM C273) يبلغ من حوالي 5.7 إلى حوالي 6.2 ميجا باسكال، بشكل مفضل من حوالي 5.8 إلى حوالي 6.1 ميجا باسكال، وبشكل أكثر تفضيلًا أيضًا من حوالي 5.9 إلى حوالي 6.0 ميجا باسكال، على سبيل المثال تقريبًا 5.9 ميجا باسكال، أو 6.0 ميجا باسكال.

تمتلك المواد من الفلين المفضلة Preferred cork-based materials توصيلية حرارية thermal conductivity (مُقاسة وفقًا لـ ASTM C377) تبلغ من حوالي 0.030 إلى حوالي 0.040 وات/متر كلڤن، بشكل مفضل من حوالي 0.031 إلى حوالي 0.038 وات/متر كلڤن، وبشكل أكثر تفضيلًا أيضًا من حوالي 0.032 إلى حوالي 0.036 وات/متر كلڤن، على سبيل المثال تقريبًا 0.032 وات/متر كلڤن، 0.034 وات/متر كلڤن أو 0.036 وات/متر كلڤن.

تمتلك المواد من الفلين المفضلة Preferred cork-based materials مُعامل فقد (عند 1 كيلو هرتز ومُقاس وفقًا لـ ASTM E756) يبلغ من حوالي 0.020 إلى 0.070، وبشكل مفضل أكثر من 0.022 إلى 0.062، على سبيل المثال تقريبًا 0.022، 0.043 أو 0.062.

إن المواد من الفلين تحديدًا التي يُفضّل استخدامها في الألواح متعددة الطبقات multilayer panels الذي تم الكشف عنها تمتلك واحدة من التوليفات التالية للخصائص:

مادة تتسم بواحدة أو أكثر من: كثافة تبلغ حوالي 120 كجم/م3، مقاومة ضاغطة تبلغ حوالي 0.3 ميجا باسكال، مُعامل ضاغط compressive modulus يبلغ حوالي 5.1 ميجا باسكال، مقاومة شد tensile strength تبلغ حوالي 0.6 ميجا باسكال، مقاومة قص shear strength تبلغ حوالي 0.9 ميجا باسكال، مُعامل قص shear modulus يبلغ حوالي 5.9 ميجا باسكال، توصيلية حرارية thermal conductivity تبلغ حوالي 0.032 وات/متر كلڤن ومُعامل فقد يبلغ حوالي 0.022. تمتلك مواد مفضلة بشكل خاص جميع هذه الخصائص.

مادة تتسم بواحدة أو أكثر من: كثافة تبلغ حوالي 200 كجم/م3، مقاومة ضاغطة تبلغ حوالي 0.5 ميجا باسكال، مُعامل ضاغط compressive modulus يبلغ حوالي 6.0 ميجا باسكال، مقاومة شد tensile strength تبلغ حوالي 0.7 ميجا باسكال، مقاومة قص shear strength تبلغ حوالي 0.9 ميجا باسكال، مُعامل قص shear modulus يبلغ حوالي 5.9 ميجا باسكال، توصيلية حرارية thermal conductivity تبلغ حوالي 0.032 وات/متر كلڤن ومُعامل فقد يبلغ حوالي 0.043. تمتلك مواد مفضلة بشكل خاص جميع هذه الخصائص.

مادة تتسم بواحدة أو أكثر من: كثافة تبلغ حوالي 250 كجم/م3، مقاومة ضاغطة تبلغ حوالي 0.6 ميجا باسكال، مُعامل ضاغط compressive modulus يبلغ حوالي 6.9 ميجا باسكال، مقاومة

شد tensile strength تبلغ حوالي 0.7 ميجا باسكال، مقاومة قص shear strength تبلغ حوالي 1.0 ميجا باسكال، مُعامل قص shear modulus يبلغ حوالي 6.0 ميجا باسكال، توصيلية حرارية thermal conductivity تبلغ حوالي 0.036 وات/متر كلفن ومُعامل فقد يبلغ حوالي 0.062. تمتلك مواد مفضلة بشكل خاص جميع هذه الخصائص.

تشتمل المواد الملائمة والمتوفرة بشكل تجاري على، على سبيل المثال، Corecork NL10، NL20 و NL25 المتوفرة من Amorim Cork Composites، Portugal. يُفضّل أن يتم اختيار هذه المواد لتوفير تناول راتنج أدنى، لضمان التشبع (أي دخول الراتنج إلى بعض على الأقل من الفراغات المفتوحة، أو الثغرات، في المادة من الفلين) أثناء المعالجة، وكذلك لتسهيل امتصاص ماء أقل، لمقاومة التعفن والحرائق ولمستوى عالٍ من تخفيف ضوضاء واهتزازات التصادم.

بالنسبة لخصائص الراتنج أثناء إنتاج الألواح، يُلاحظ أنه يتم تشبع أو تشرب الراتنج بشكل نموذجي في المسامات المفتوحة و"فتحات" سطح كل من الطبقات من حجر ومن فلين، يتم توفير الراتنج بواسطة طبقة (طبقات) التعزيز المحتوية على ألياف والتي تعمل على اقتران، أو ربط الطبقات الأخرى معًا لتكوين تركيب لوح موحد. وبناءً عليه، فشل الصفائح متعددة الطبقات عبر انفصال الصفائح بين الطبقات، والذي تمت ملاحظته سابقًا، يتم تقليله إلى حد كبير في الألواح متعدد الطبقات المذكورة هنا، ويكون انتقال الحمل/الإجهاد أكثر فعالية. يعتبر ذلك اختلاف بارز ومميز عن الصفائح العادية، والتي تشتمل نموذجيًا على سطح فاصل منفصل حاد ومحدد جيدًا بين الطبقات. بدون التقيد بنظرية، يُعتقد بأن هذه التوليفة الأساسية من المواد المحددة، وبالأخص تشبع الراتنج في ليس فقط الطبقة (الطبقات) الليفية ولكن أيضًا في الطبقات من الحجر ومن الفلين، يمكن أن تفسر الخصائص الميكانيكية Mechanical properties الغير مُتوقَّعة للمواد المُركبة الموصوفة هنا، مثل المرونة التي تمت ملاحظتها والقدرة على الانحناء واستعادة الشكل الأصلي. يتم تسهيل تشبع أو تشرب الراتنج بواسطة حقيقة أن كل من المواد الحجرية ومن الفلين لديها تراكيب مسامية مفتوحة.

يتم توفير الراتنجات الملائمة للاستخدام في الألواح متعددة الطبقات multilayer panels بشكل نموذجي في صورة سائلة وتشتمل على، على سبيل المثال، راتنجات إيبوكسي، مثل Resoltech

1050، والمتوفر من Resoltech S.A.R.L.، Eguille، France، وSicomin SR1500، المتوفر من Sicomin، Châteauneuf-les-Martigues، France؛ راتنجات بولي إستر polyester resins وتشتمل على، على سبيل المثال، Recapoli 955 DCPD، المتوفر من Resinas Castro S.L.، Pontevedra، Spain؛ راتنجات إسترات ڤينيل إستر vinylester esters، مثل Resicastro X590AC، المتوفر كذلك من Resinas Castro S.L.، Pontevedra، Spain؛ وراتنجات أكريليك acrylic resins، مثل Crestapol 1250LV، المتوفرة من Scott Bader، Wellingborough، UK.

يتم تحسين التركيب الكيميائي ولزوجة الراتنجات المستخدمة بشكل نموذجي مع الأخذ في الاعتبار التركيب الدقيق (أي المعادن وتركيب المسامات) للمواد الحجرية. نموذجيًا، تتراوح لزوجة الراتنجات الملائمة (كما هو موصوف من قِبَل المصنعين) من حوالي 100 إلى حوالي 2000 مللي باسكال.ثانية، بناءً غالبًا على المسامات المفتوحة للمادة من الحجر أو مشتقة منه. تمتلك الراتنجات المفضلة كثيرًا لزوجة من حوالي 100 إلى حوالي 1000 مللي باسكال.ثانية، بشكل مفضل أكثر من حوالي 100 إلى حوالي 500 مللي باسكال.ثانية، وبشكل مفضل أكثر كذلك تتراوح لزوجة الراتنج من حوالي 300 إلى حوالي 450 مللي باسكال.ثانية، على سبيل المثال 400 مللي باسكال.ثانية تقريبًا. نموذجيًا، يمكن أن تتنوع المسامية المفتوحة للمواد من الحجر بين حوالي 0.1% وحوالي 19%، أو أكثر (وفقًا لـ EN1936). كلما كان هذا الرقم أعلى، كلما كانت لزوجة الراتنج الذي يمكن استخدامه أعلى. لذلك، على سبيل المثال، بالنسبة لمادة من حجر لديها مسامية مفتوحة تبلغ على الأقل حوالي 0.1%، يمكن أن يتم استخدام راتنج لديه لزوجة تبلغ على الأقل حوالي 100 مللي باسكال.ثانية؛ بينما، بالنسبة لمادة من حجر لديها مسامية مفتوحة تبلغ حوالي 19%، أو ربما أعلى، يمكن أن يتم استخدام راتنج لديه لزوجة تصل إلى حوالي 2000 مللي باسكال.ثانية. بالإضافة إلى ذلك، نظرًا لأن اللزوجة تعتمد على الحرارة، فإنه يمكن التحكم في ذلك لضمان لزوجات معالجة كافية لاختراق مُحسّن للراتنج إلى الطبقة (الطبقات) من الحجر أو المشتقة منه وإلى طبقة (طبقات) لب من الفلين.

بالنسبة لطبقة الألياف المشبعة بالراتنج resin-impregnated fiber layer الواحدة على الأقل الموجودة في اللوح متعدد الطبقات، كما هو مذكور أعلاه يشتمل اللوح بشكل مفضل على طبقتين

على الأقل من الألياف، واحدة منها موضوعة عند السطح الفاصل بين المادة من حجر أو المشتقة منه وطبقة اللب من الفلين أو المشتقة منه، والثانية موضوعة على الوجه الخارجي لـ اللب من الفلين أو المشتق منه (انظر الشكل 1).

يمكن أن يتم اختيار المواد الليفية التي يمكن استخدامها لتكوين الألواح متعددة الطبقات multilayer panels من تلك المواد المستخدمة بشكل شائع كمُعززات في مواد البناء، على سبيل المثال. تشتمل المواد الليفية الملائمة على مواد منسوجة، تشتمل على سبيل المثال على تلك التي تكون اتجاهات اللحمة (خيوط النسيج العرضية) والسداة (خيوط النسيج الطولية) للألياف عند زاوية 90 درجة تقريبًا من بعضها البعض. تشتمل المواد المنسوجة المفضلة على سيرج (نسيج صوفي)، تيفتان (نسيج سادة)، وما شابه. يمكن أن يتم استخدام مواد غير منسوجة كذلك، تشتمل على سبيل المثال على تلك التي تكون الألياف المكونة فيها مُوجهة باتجاه واحد أو ثنائية المحور، تحديدًا تلك المصنوعة من ألياف زجاجية glass fibers . على سبيل المثال، حيث يشتمل اللوح متعدد الطبقات على طبقتين اثنتين من الألياف كما هو موصوف أعلاه، يُفضّل أن تكون طبقة الألياف الأولى عبارة عن نسيج تعزيز متعدد المحاور، بشكل مفضل أكثر مصنوعة من ألياف زجاجية glass fibers ، والتي تمتلك بشكل مفضل كتلة نوعية بين 150-300 جم/م2 لكل محور دوران، على سبيل المثال نسيج ليفي زجاجي ثنائي المحور ذو ألياف مُوجهة عند صفر/90 درجة والتي لديها كتلة نوعية تبلغ حوالي 600 جم/م2. تشتمل طبقة الألياف الثانية بشكل مفضل على نسيج منسوج ذي كتلة نوعية بين 150-300 جم/م2، على سبيل المثال سيرج أو نسيج تافتان. على الرغم من ذلك، فإنه يمكن تعديل نوع وترتيب طبقات الألياف. علاوةً على ذلك، يمكن كذلك أن يتم استخدام مواد ليفية أخرى (مثل ألياف كربون carbon fibers، ألياف بوليميرية polymeric fibers مثل ®Kevlar وما شابه، وألياف طبيعية المنشأ fibers of natural origin) وترتيبات ألياف fiber arrangements (مثل تعزيز رباعي المحور four-axial reinforcement ، منسوجات محيكة knitted fabrics (مشغولة) ومنسوجات غير منسوجة non-woven fabrics)، وكذلك أنواع راتنجات أخرى (مثل راتنجات تعتمد على زيت أو طبيعية المنشأ) في تصنيع الألواح متعددة الطبقات multilayer panels.

يتم تمثيل التصاميم التمثيلية للألواح متعددة الطبقات الموصوفة هنا في جدول 1. تشتمل جميع الألواح الصفائحية laminate panels في جدول 1 على نفس التعزيز، تحديدًا لب 10 مم لتكتل فلين (NL20، Amorim Cork Composites)، مع طبقتين (أو "جلود") من ألياف زجاجية glass fibers مشبعة في راتنج إيبوكسي glass fiber impregnated in epoxy resin. تقع الأولى عند السطح الفاصل بين طبقة الحجر ولب الفلين وتقع الثانية على الوجه الخارجي لـ اللب. بالنسبة للأنواع المختلفة من الألياف الزجاجية glass fiber لهاتين الطبقتين التي تم استخدامها بأوزان مختلفة، الأولى عبارة عن نسيج زجاجي ثنائي المحور يتكون من طبقتين نسيج اثنتين من ألياف زجاجية glass fibers مُوجهة باتجاه واحد وموضوعة عند صفر درجة و90 درجة، ولديها كتلة نوعية تبلغ 600 جم/م2 تقريبًا؛ والثانية عبارة عن نسيج صوفي لديه كتلة نوعية 300 جم/م2 تقريبًا.إن الراتنج المستخدم في الألواح متعددة الطبقات multilayer panels المذكورة في جدول 1 كان عبارة عن راتنج إيبوكسي epoxy resin من مكونين اثنين والمتوفر تجاريًا، تحديدًا Resoltech 1050، كما هو مذكور أعلاه.

جدول 1. الخصائص الميكانيكية Mechanical properties للألواح متعددة الطبقات مع ثلاث مواد حجرية stone materials مختلفة لديها سُمك 5 و10 مم مقارنةً مع ألواح حجرية stone slabs لديها سُمك 10 و30 مم من نفس المصدر.

		حجر برتغالي			
		حجر جيري أزرق - "Moleanos"	حجر جيري بحري أبيض - " Branco do Mar"		جرانيت SPI - " AzulAlpalhão"
	لوح متعدد الطبقات	حجر	لوح متعدد الطبقات	حجر	لوح متعدد الطبقات	حجر

سُمك طبقة الحجر	5 مم	10 مم	10 مم	30 مم	5 مم	10 مم	10 مم	30 مم	5 مم	10 مم	10 مم
سُمك العينة (مم)	15.8	20.7	10.0	30.0	16.0	21.0	10.0	30.0	16.0	21.0	10.0
كتلة نوعية (كجم/م2)a	17.1	30.0	27.0	78.0	17.2	31.0	25.0	69.0	18.0	30.7	28.0
حمل أقصى (نيوتن)b	198.0	2615.0	290.0	2520.0	1486.0	2550.0	1050.	1196.0	2577.0	3884.0	330.0
مقاومة الانحناء (ميجا باسكال)c	40.2	31.33	14.3	13.9	28.0	24.7	6.5	6.6	46.0	44.0	172.

تشير الأرقام إلى أن الحمل الأقصى ومقاومة الانحناء عبارة عن متوسط من 10 عينات.

كما تم التعيين وفقًا لـ a ASTM C271؛ b ASTM C293؛ و c ASTM C293.

كما هو موضح من خلال النتائج في جدول 1، تمتلك الألواح متعددة الطبقات multilayer panels الذي تم الكشف عنها هنا خصائص ميكانيكية mechanical properties فائقة بالمقارنة مع خصائص ألواح حجرية stone slabs معيارية مميزة مصنوعة من نطاق من أنواع أحجار مختلفة.

توضح الأشكال 3، 4 و5 كذلك الزيادة الرئيسية في الخصائص الميكانيكية Mechanical properties للألواح الصفائحية متعددة الطبقات مقارنةً مع ألواح حجرية stone slabs طبيعية لها سُمك مكافئ. إن الحجر المُختار للمقارنة الموضحة في الأشكال 3 إلى 5 هو عبارة عن حجر جيري أبيض بحري له مسامية متوسطة، على سبيل المثال 8-11% تقريبًا وفقًا لـ EN1936، والذي يعتبر المادة الأكثر طلبًا نسبةً إلى خصائصها الأساسية، حيث أنه ليس فقط واحد من المواد الحجرية الأكثر هشاشة، ولكن من الصعب جدًا الحصول عليه واستعماله بسُمك قليل (مثل 5 أو 10 مم) باستخدام التقنيات المتوفرة حاليًا في صناعة معالجة الأحجار.

خصائص الاستعمال والتطبيق

كما هو مذكور أعلاه، تسمح طريقة الإنتاج المستخدمة للوح متعدد الطبقات بأن يكون مدعوم ذاتيًا حيث يمكن استعمال ألواح كبيرة جدًا (على سبيل المثال 3500 × 2500 مم) بدون الخوف من الإتلاف من خلال تأثير أوزانها، لذلك تسهل من بين أشياء أخرى سهولة النقل. بدون التعزيز الموصوف هنا، لا يمكن نقل صفيحة من مادة تشطيب سطح قليلة السُمك (نموذجيًا 5 مم) قريبة من الأبعاد القُصوى المتوفرة حاليًا في السوق (على سبيل المثال 3500 × 2500 مم). أدنى سُمك يمكن أن يتم إنتاجه حاليًا من أحجار بواسطة الصناعة يبلغ حوالي 8 مم في الجرانيت granites و12 مم في الحجر الجيري limestone، وكذلك فإنها يمكن الحصول عليها فقط بواسطة أحدث التقنيات، تقنيات الحافة القاطعة، والتي لا تزال جديدة وليست تقليدية في صناعة معالجة الأحجار. مع التطور الحالي، فمن الممكن بدء إنتاج الألواح من أحجار باستخدام تقنية معيارية، مثل التكسية بالألواح للمناشير الجماعية (متعددة النصال)، ونحصل بذلك على عنصر

(كما هو موضح، على سبيل المثال، في الشكل 2) يمكن تقسيمه إلى أجزاء لتوفير لوحين اثنين لديهم تقريبًا السُمك النهائي المرغوب لتشطيب سطح المادة التي أساسها حجر stone-based material .

على الجانب الآخر، توجد حالتين حاليًا تسببان صعوبة في السوق متعلقة باستخدام مواد حجرية stone materials أو مشتقة منه. تتعلق الأولى بالموائمة (الحرارية والصوتية) حيث لا تتوافق عادةً المنتجات المصنوعة من هذه المواد مع المواد الأخرى، تحديدًا بالنسبة لاستخدامات فرش الأرضيات floors . تتعلق الثانية بطرق التثبيت المباشر والغير مباشر (أي الإرساء)، والتي تمتلك حاليًا مشكلات موازنة ترتبط بخصائص الحجر وقدرته على تحمل الإجهادات التي تتم مواجهتها أثناء عُمر المنتجات.

توفر طريقة إنتاج الألواح متعددة الطبقات multilayer panels الموصوفة هنا استخدام أنظمة التثبيت/القمط، إما بواسطة وسائل ميكانيكية أو كيميائية، لتكون أكثر جدارة بالثقة، للأسباب التالية (بالرجوع إلى الشكل 1):

يمتلك اللوح متعدد الطبقات سُمك كلي أكبر مقارنةً مع الألواح من طبقة واحدة من مادة من حجر أو مشتقة منه (1)؛

يمكن أن يكون نظام التثبيت/القمط في اتصال مع، أو بشكل مفضل موجود داخل، طبقة التعزيز من الراتنج الليفي fibrous resin (2)، والتي تكون على اتصال مع المادة الحجرية stone material (1)، مع أدنى إجهاد مُستحَث minimal stress being induced في الطبقة الحجرية stone-based layer(1)؛

تزداد مقاومة الشد للخارج pull-out resistance لنظام التثبيت fixing /القمط clamping system بمقدار ضعفين في الألواح متعددة الطبقات multilayer panels الموصوفة هنا، مقارنةً مع لوح حجري معياري standard stone slab ؛

يمكن دراسة إضافة طبقة التعزيز الإضافية (4) لوسائل تثبيت أو استقرار إضافية، حيث تكون هذه الطبقة متباعدة عن المادة الحجرية stone material أو المشتقة منه بواسطة سُمك لب تكتل الفلين وكذلك تمتلك كيمياء سطح مختلفة.

وسائل التثبيت Fixing أو القمط clamping الملائمة للاستخدام مع الألواح الذي تم الكشف عنها هنا، لتثبيت الألواح في تراكيب (مثل جدار) حسب الحاجة، تشتمل، على سبيل المثال، على وسائل تثبيت أو قمط مستخدمة نموذجيًا مع مواد مُركبة، تحديدًا في صناعة البناء. تشتمل هذه الوسائل على مواد مصنوعة من معدن، على سبيل المثال الفولاذ المقاوم للصدأ. مع الألواح الحجرية المعيارية، فإن وسائل التثبيت Fixing أو القمط clamping يجب أن تكون مثبتة بشكل مباشر في الحجر، وبالتالي يخضع الحجر إلى كمية كبيرة من الإجهاد، مما يمكن أن ينتج عنه إضعاف، تصدع وكذلك كسر حادثي لـ اللوح. بالنسبة للألواح الموصوفة هنا، مع ذلك، لقد تبين أن التثبيت المحدد لوسائل التثبيت Fixing (أو القمط) حيث يوجد على الأقل جزئيًا داخل الطبقة من فلين cork-based layer (3) وطبقة الألياف fibrous layer (2) الموجودة بين الطبقة من الفلين cork-based layer (3) والطبقة من الحجر stone-based layer (1)، يحقق نظام شديد الفعالية لتثبيت الألواح في تراكيب أخرى، مثل الجدران walls، والذي لا يضع الطبقة من الحجر تحت إجهاد شديد detrimental stress.

بتفصيل أكبر، يشتمل لوح صفائحي متعدد الطبقات multilayer laminate panel كما هو موصوف هنا على وسائل تثبيت، والتي توجد في فتحة ممتدة خلال الطبقة الواحدة على الأقل من مادة غير متشابهة (3) والطبقة الواحدة على الأقل من الألياف المشبعة براتنج resin-impregnated fibers (2) إلى سطح طبقة المادة التي أساسها حجر stone-based material layer (1)، والتي يتثبت فيها الطبقة الواحدة على الأقل من الألياف المشبعة براتنج resin-impregnated fibers (2). يتم وضع وسيلة التثبيت fixing means في موضع في الفتحة orifice مع راتنج. يمكن أن يتم تثبيت وسيلة التثبيت مع راتنج في سطح طبقة المادة التي أساسها حجر stone-based material layer (1) الموجودة عند طرف الفتحة orifice المتكونة. بالإضافة إلى ذلك، أو في بديل، الحيز في الفتحة، والغير مشغول من قِبَل وسيلة التثبيت fixing means يمكن أن يتم ملأه براتنج.

وسائل التثبيت الملائمة تحديدًا للاستخدام مع الألواح هي تلك التي تشتمل على صفيحة مسطحة إلى حد كبير مع عمود يمتد من منتصف الصفيحة، والذي يمكن أن يكون مجوف ويكون نموذجيًا أسطواني الشكل. أثناء الاستخدام، يتثبت العمود بوسيلة التثبيت fixing means الموجودة بشكل

نموذجي على التركيب الذي يتم فيه تثبيت اللوح، وبالتالي يضع اللوح في الموضع المرغوب. يمكن أن تتنوع أشكال منطقة الصفيحة لوسيلة التثبيت fixing means فيمكن أن تكون، على سبيل المثال مربعة، مستطيلة، دائرية أو سداسية الشكل، كما يمكن أن تحتوي على ثقوب مقطوعة فيها. تشتمل وسيلة التثبيت fixing means الملائمة على تلك المواد المتوفرة تجاريًا باسم "Master-Plate" من Specialinsert s.r.l، لـ Turin، Italy (انظر، على سبيل المثال، http://www.directindustry.com/prod/specialinsert-srl/product-58531-1428839.html).

يتم تثبيت وسائل التثبيت Fixing هذه بألواح صفائحية متعددة الطبقات multilayer laminate panels موصوفة هنا عبر تكوين فتحة في اللوح، والتي تمتد خلال الطبقة الواحدة على الأقل من المادة الغير متشابهة (3) والطبقة الواحدة على الأقل من الألياف المشبعة براتنج resin-impregnated fibers (2) إلى سطح الطبقة من المادة التي أساسها حجر stone-based material (1)، والتي يتم فيها تثبيت الطبقة من الألياف المشبعة براتنج resin-impregnated fibers (2)؛ وضع وسيلة التثبيت fixing means في الفتحة orifice؛ وإما قبل أو بعد، أو كل من قبل وبعد وضع وسيلة التثبيت fixing means في الفتحة orifice، إدخال الراتنج في الفتحة. بشكل مفضل، يتم إدخال الراتنج في الفتحة كل من قبل وبعد وضع وسيلة التثبيت في الفتحة، حيث الحيز الباقي في الفتحة orifice، والغير مشغول من قِبَل وسيلة التثبيت fixing means ، يتم ملأه بالراتنج.

بشكل أكثر تفصيلًا، تشتمل عملية تثبيت وسيلة التثبيت fixing means في اللوح بشكل نموذجي على:

توفير فتحة، أو ثقب، خلال طبقة (طبقات) التعزيز والطبقة (الطبقات) التي أساسها فلين والتي تمتد إلى سطح الطبقة التي أساسها حجر والتي يتم فيها تثبيت طبقة التعزيز، ولكنها لا تمتد إلى الطبقة التي أساسها حجر. يتم ضبط حجم الفتحة orifice بحيث يمكن لوسيلة التثبيت fixing means أن تلائمها. على سبيل المثال، إذا تم استخدام نظام "صفيحة وعمود" لوسيلة التثبيت كما هو موصوف أعلاه، يجب أن تكون الفتحة لها القدرة على ملائمة صفيحة وسيلة التثبيت حيث أنها توضع على السطح الداخلي للطبقة التي أساسها حجر. وبذلك يمتد عمود وسيلة التثبيت إلى أعلى

خلال الفتحة بعيدًا عن الصفيحة، حيث تكون وسيلة التثبيت سهلة التثبيت في الوسيلة المستخدمة لربط اللوح في التركيب المرغوب، أثناء استخدام اللوح. يمكن أن يتم تكوين الفتحة orifice بأي تقنية ملائمة، على سبيل المثال التفريز أو الحفر خلال اللوح من جانبه بعيدًا عن طبقة الحجر إلى أسفل إلى سطح الحجر الداخلي.

بمجرد أن يتم تكوين الفتحة orifice، يتم وضع وسيلة التثبيت fixing means كما هو موضح أعلاه داخل الفتحة ويتم تثبيتها نموذجيًا في موضع بواسطة راتنج. على سبيل المثال، إذا كانت وسيلة التثبيت مصنوعة من معدن، كما في حالة نموذجيًا، راتنج يتم تكوينه تحديدًا لتوافق معدن/حجر يتم استخدامه بشكل مفضل لهذا الغرض. مثال لهذا الراتنج هو AKEMI 2030، وهو عبارة عن راتنج إيبوكسي epoxy resinمتوفر من AKEMI GmbH، Nürnberg، Germany.

ثم يتم ملأ الحيز الباقي في الثقب الخالي بعد ذلك براتنج، كما هو مذكور سابقًا للاستخدام في تحضير طبقات الألياف/الراتنج للوح. يُفضّل استخدام راتنجات إيبوكسي epoxy resins ، مثل Resoltech 1050 المتوفر من Resoltech S.A.R.L لهذا الغرض. يُشبِّع الراتنج طبقة اللب من الفلين، وبشكل مفضل أيضًا الطبقات الأخرى المحيطة بالفتحة orifice.

بمجرد أن تتصلب مكونات الراتنج، أو تقسو، تتثبت وسيلة التثبيت fixing means بشكل مُؤمّن وفعّال للغاية داخل اللوح.

إن الميزة الأساسية لنظام التثبيت المميز هذا بالمقارنة مع الأنظمة التقليدية هي أن الالتصاق بطبقة الحجر يوفر المقاومة للأحمال المتوازنة، بينما يوفر تشبُّع اللب من الفلين حماية إضافية للأحمال الدورية. تحديدًا، تمتص الطبقة من الفلين الاهتزاز بدون الانتقال اللاحق إلى الطبقة التي أساسها حجر.

طريقة التصنيع

تشتمل الألواح وفقًا للكشف الحالي على المواد التالية (بالإشارة إلى الشكل 1):

واحدة أو أكثر من الطبقات من مادة من حجر أو مشتقة منه توفر تشطيب السطح surface finish (1)؛

لب مقاوم للقص مصنوع من الفلين أو مشتقاته (3)؛

واحدة أو أكثر من طبقات الألياف fiber layers (2، 4) مشبعة براتنج impregnated with resin ، والتي توفر المقاومة الميكانيكية عند الأسطح الفاصلة بين (1) و(3) و/أو إلى السطح المكشوف من الطبقة (3) وتضمن اقتران كافي بين الطبقات المكونة.

يمكن تصنيع الألواح وفقًا للاختراع الحالي أيضًا لتكون لديها تصميم متماثل (كما هو موضح في الشكل 2)، والذي يكون مُجدي تحديدًا للتجزئة اللاحقة على طول الطبقة (1) والتي تنتج لوحين، على سبيل المثال كما هو موضح في الشكل 1.

يتم تصنيع الألواح المُركبة متعددة الطبقات وفقًا للكشف الحالي بشكل عام بالطريقة التالية:

توفير طبقة مادة تشطيب سطح (يُفضّل أن تكون جافة) (1)، يتم اختيارها نموذجيًا من مادة من حجر أو مشتقة منه.

توفير طبقة اقتران من ألياف مشبعة براتنج fibers impregnated with resin (2)، نموذجيًا عبر الخطوات التالية:

2أ. – تطبيق راتنج (يُفضّل أن يكون سائل) إلى طبقة المادة من حجر أو مشتقة منه (1)؛ وبعد ذلك

2ب. – تطبيق تنسيق ألياف، على سبيل المثال مادة ألياف زجاجية glass fibers متعددة المحاور، على أعلى الراتنج؛

2ج. – تطبيق لاحق لكمية أخرى من الراتنج (يُفضّل أن يكون سائل) إلى مكون الألياف لضمان تشبع كافي لتنسيق الألياف المترسب في الخطوة 2ب ولتوفير كمية إضافية لتشرب طبقة مادة اللب (على سبيل المثال فلين أو مشتق من الفلين) (3). يتم ضبط نسبة الراتنج إلى الألياف لضمان اقتران كافي بين مادة الحجر أو مادة مشتقة منه وطبقة اللب. تكون هذه النسبة أعلى بشكل مفضل

من نسبة تبلغ حوالي 50%-65% (على وزن على أساس وزن الراتنج إلى الألياف) مستخدمة بشكل شائع في تصنيع المواد المُركبة الطبقية الحالية.

تطبيق مادة اللب (3)، المُختارة من مادة من فلين أو مشتق منه، مثل تكتل فلين؛

تطبيق ضغط يتراوح نموذجيًا من حوالي 10 إلى حوالي 1000 باسكال، بشكل مفضل من حوالي 20 إلى حوالي 200 باسكال، لضمان التصاق بين الطبقات المذكورة أعلاه؛

إذا دعت الحاجة لبناء اللوح المحدد، تطبيق طبقة ألياف مشبعة براتنج fibers impregnated with resin ثانية (4)، والتي يمكن أن تكون أو ألا تكون متطابقة مع الطبقة (2) بناءً على الاستخدام المطلوب، بطريقة مماثلة لتلك الموصوفة في الخطوة 2، على سبيل المثال يتم تطبيق الراتنج السائل إلى طبقة مادة الفلين (3) وبعد ذلك يتم ترسيب تنسيق الألياف ويتم تطبيق الراتنج الإضافي لضمان تشبُّع تنسيق ألياف؛

إتاحة فترة من الوقت للراتنج ليصل إلى نقطة الهلام (الجل) خاصته عند درجة حرارة معالجة محددة، والتي تكون عبارة عن سمة للراتنج المُختار (على سبيل المثال 90 دقيقة تقريبًا عند درجة حرارة الغرفة بالنسبة لـ Resoltech 1050)؛

تطبيق ضغط يبلغ نموذجيًا من حوالي 1 إلى حوالي 50 كيلو باسكال، بشكل مفضل من حوالي 1.5 إلى حوالي 30 كيلو باسكال، لمدة زمنية ونموذجيًا عند درجة حرارة محددة لضمان اقتران كافي ومعالجة الراتنج المُختار (على سبيل المثال 12 ساعة تقريبًا عند درجة حرارة الغرفة بالنسبة لـ Resoltech 1050)؛ و

اختياريًا إجراء معالجة لاحقة عند درجات حرارة متزايدة (على سبيل المثال 60 درجة مئوية تقريبًا) لمدة زمنية (على سبيل المثال 6 ساعات تقريبًا).

يمكن أن يتم استخدام بطانات تحرير إضافية على أسطح مُغطاة براتنج لمنع المواد اللاصقة من ملامسة الأسطح أثناء المعالجة، الاستعمال والنقل.

يمكن أن تشتمل عمليات المعالجة أو المعالجة اللاحقة البديلة على واحدة أو أكثر من الطرق الآتية: التسخين بواسطة التوصيل الحراري؛ التسخين بواسطة الأمواج الدقيقة؛ التسخين بواسطة الأشعة تحت الحمراء؛ والمعالجة الضوئية بالأشعة فوق البنفسجية.

أحد المميزات الهامة للكشف الحالي هي إمكانية التأثير على وحدات صناعية لمعالجة الحجر الموجودة حاليًا. على سبيل المثال، يمكن أن يتم تصنيع ألواح حجرية stone slabs مُعززَة وفقًا للكشف الحالي بأبعاد كبيرة (أي عرض وطول يصلوا إلى 3500 مم تقريبًا). علاوةً على ذلك، يسمح التعزيز المُقدم من خلال الكشف الحالي لعمليات الشحذ والتلميع (الصقل) المتوفرة حاليًا بأن يتم إجراءها بطريقة فعالة في التكلفة وبدون إتلاف طبقة المادة الحجرية stone material أو مشتقاتها. بالإضافة إلى ذلك، باستخدام تقنية صناعة الحجر الحالية (مثل النشر وقطع السلك)، يمكن الحصول من عنصر سطح ذي سُمك أولي يبلغ حوالي 20 مم أو أقل (انظر الشكل 2)، عنصرين أرق، والتي تعتمد السماكات النهائية لهم على كمية المادة المفقودة عبر التآكل (الكشط) بسبب أداة القطع المستخدمة.

عناصر الحماية

1- لوح صفائحي متعدد الطبقات multilayer laminate panel يشتمل على طبقة أولى first layer من مادة أساسها حجر stone-based material (1) ذات سمك من 2مم إلى 50مم، وطبقة ثانية second layer من مادة غير متشابهة dissimilar material (3) لها كثافة أقل وتتألف من الفلين cork أو أحد مشتقاته، وواحدة (2) أو أكثر (4) من الطبقات من ألياف مشبعة براتنج resin impregnated fibers يتم إقحامها بين الطبقة الأولى والطبقة الثانية، حيث يقع موقع المحور المحايد (المتعادل) للوح خارج الطبقة الأولى.

2- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يتم ربط الطبقة المكونة من ألياف مشبعة براتنج resin impregnated fibers (2) بكل من طبقة المادة التي أساسها حجر layer of stone-based material (1) والطبقة من المادة غير المتشابهة layer of dissimilar material (3)، ويشتمل أيضًا على طبقة أخرى من ألياف مشبعة براتنج resin impregnated fibers (4) مرتبطة بالطبقة من مادة غير متشابهة layer of dissimilar material (3).

3- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1 أو 2، حيث تتكون الطبقة الواحدة على الأقل من المادة غير المتشابهة dissimilar material (3) من فلين cork أو مشتقات منه.

4- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون للمادة غير المتشابهة dissimilar material كثافة من 30 إلى 1500 كجم/م3 وبشكل مفضل من 100 إلى 400 كجم/م3.

5- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون للمادة غير المتشابهة dissimilar material مقاومة انضغاطية compressive strength من 0.1 إلى 1.0 ميجا باسكال، وبشكل مفضل من 0.3 إلى 0.8 ميجا باسكال.

6- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون للمادة غير المتشابهة dissimilar material مقاومة شد tensile strength من 0.4 إلى 0.9 ميجا باسكال، وبشكل مفضل من 0.6 إلى 0.7 ميجا باسكال.

7- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون للمادة غير المتشابهة dissimilar material موصلية حرارية thermal conductivity من .030 إلى 0.040 وات/متر كلفن، وبشكل مفضل من 0.032 إلى 0.036 وات/متر كلفن.

8- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون سُمك الطبقة التي أساسها حجر stone-based layer (1) من 2 مم إلى 20 مم، وبشكل مفضل من 2 مم إلى 15 مم.

9- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون سُمك الطبقة الواحدة على الأقل من المادة غير المتشابهة dissimilar material من 1 مم إلى 20 مم، وبشكل مفضل من 5 مم إلى 15 مم.

10- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تكون الألياف fibers الموجودة في الطبقة الواحدة على الأقل من الألياف المشبعة براتنج resin-impregnated fibers (2، 4) في صورة نسيج منسوج woven fabric باتجاهات لحمة وسداة تصنع زاوية 90 درجة تقريبًا مع بعضها البعض، وحيث الكتلة النوعية للنسيج من 50 إلى 800 جرام/م2.

11- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تكون الألياف fibers الموجودة في الطبقة الواحدة على الأقل من الألياف المشبعة براتنج resin-impregnated fibers (2، 4) في صورة نسيج من ألياف زجاجية fabric of glass fibers مُوجه باتجاه واحد أو مُوجه باتجاه ثنائي المحور، وحيث يكون للنسيج fabric أدنى كتلة نوعية تبلغ 150 جرام/م2.

12- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون للمادة التي أساسها حجر stone-based material خشونة سطح surface roughness (Ra) من 0.1 إلى 30 ميكرومتر.

13- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يمتلك مؤشر عزل صوتي sound insulation أكبر من 10 ديسيبل ومُعامل انتقال حراري heat transmission أقل من 5 وات/م2 كلفن.

14- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون له مقاومة انحناء flexural strength والتي تكون أكبر ب ضعفين تقريبًا من مقاومة الانحناء للوح حجري stone slab له نفس سُمك طبقة المادة التي أساسها حجر layer of stone-based material (1).

15- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون له انحراف deflection أقصى يبلغ على الأقل ضعفيْ الانحراف الذي للوح حجري stone slab له نفس سُمك طبقة المادة التي أساسها حجر layer of stone-based material (1)، بالنسبة لطول تباعدي يبلغ 250 مم.

16- اللوح panel وفقًا لعنصر الحماية 1 والذي، بعد التعرض لانحراف deflection يبلغ 90% تقريبًا من انحرافه الأقصى، يستعيد على الأقل 88% من شكله الأصلي.

17- عملية لإنتاج لوح صفائحي متعدد الطبقات multilayer laminate panel وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل العملية على الخطوات التالية:

توفير طبقة أولى first layer من مادة أساسها حجر stone-based material (1) لها سُمك thickness من 2 مم إلى 50 مم؛

توفير طبقة ثانية second layer من مادة غير متشابهة dissimilar material (3) أقل كثافة lower density ، والتي تشتمل على فلين cork أو أحد مشتقات الفلين؛ و

ربط طبقة المادة التي أساسها حجر layer of stone-based material (1) بطبقة المادة غير المتشابهة dissimilar material (3) بواسطة طبقة من ألياف مشبعة براتنج resin

impregnated fibers (2) يتم إقحامها بين طبقة المادة التي أساسها حجر layer of stone-based material (1) وطبقة المادة غير المتشابهة dissimilar material (3)، حيث يقع موضع المحور المحايد neutral axis (المتعادل) للوح خارج الطبقة الأولى first layer.

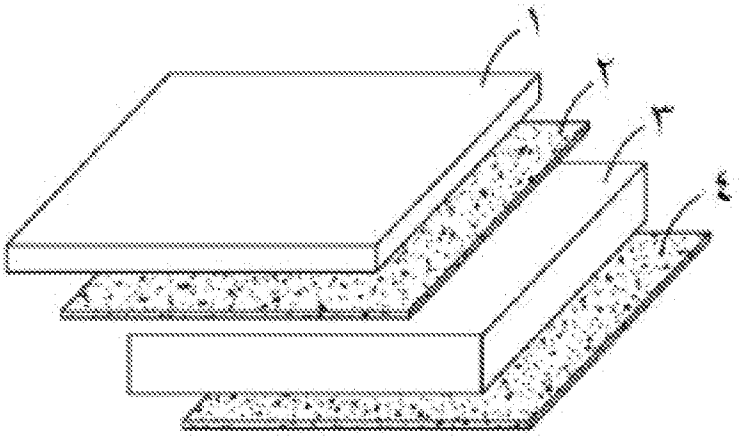
18- العملية وفقًا لعنصر الحماية 17، تشتمل أيضًا على:
ربط طبقة إضافية من ألياف مشبعة براتنج resin impregnated fibers (4) بالجانب المقابل من الطبقة من المادة غير المتشابهة layer of dissimilar material (3)، والذي لا ترتبط به الطبقة الأولى من ألياف غير مشبعة براتنج resin-impregnated fibers.

19- العملية وفقًا لعنصر الحماية 17 أو عنصر الحماية 18 حيث يشتمل توفير طبقة (طبقات) الألياف المشبعة براتنج resin-impregnated fibers (2، 4) على وضع راتنج resin على طبقة المادة التي أساسها حجر layer of stone-based material (1)؛ ثم وضع تنسيق ألياف fiber arrangement فوق الراتنج resin ؛ وبعد ذلك وضع كمية إضافية من الراتنج resinعلى تنسيق الألياف fiber arrangement.

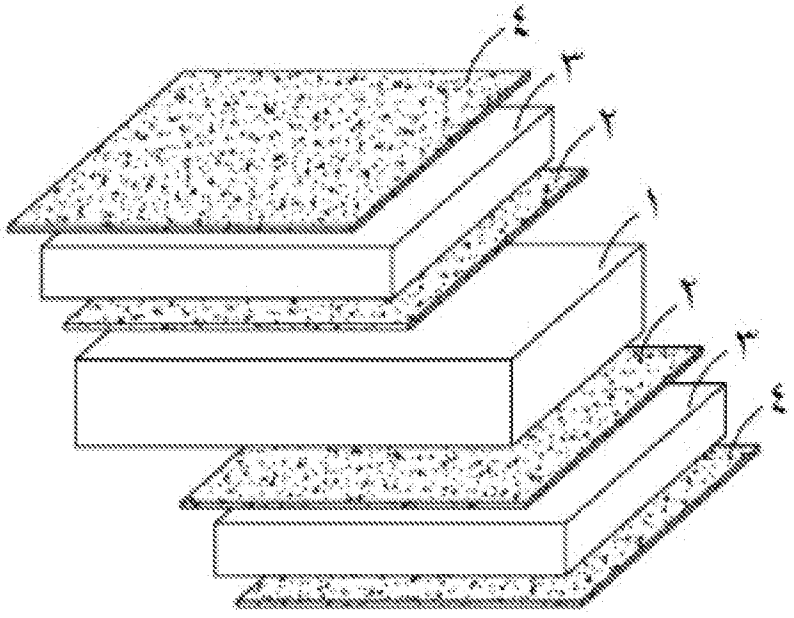
20- العملية وفقًا لعنصر الحماية 19 حيث يكون الراتنج resin في صورة سائلة liquid form ويكون له لزوجة من 100 مللي باسكال.ثانية إلى 2000 مللي باسكال.ثانية.

21- العملية وفقًا لعنصر الحماية 17 حيث تكون المسامية المفتوحة open porosity للمادة التي أساسها حجر stone-based material على الأقل 0.1%.

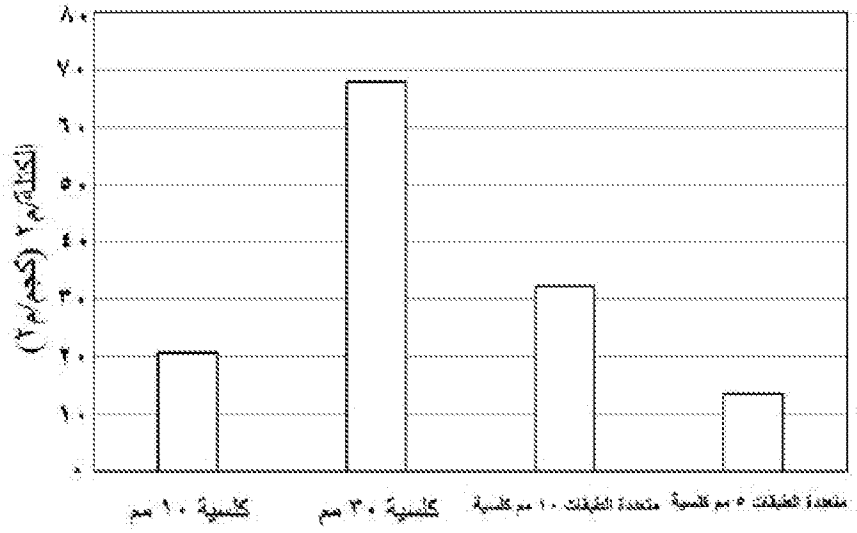
22- العملية وفقًا لعنصر الحماية 21 حيث تكون المسامية المفتوحة open porosity للمادة التي أساسها حجر stone-based material على الأقل 19%.



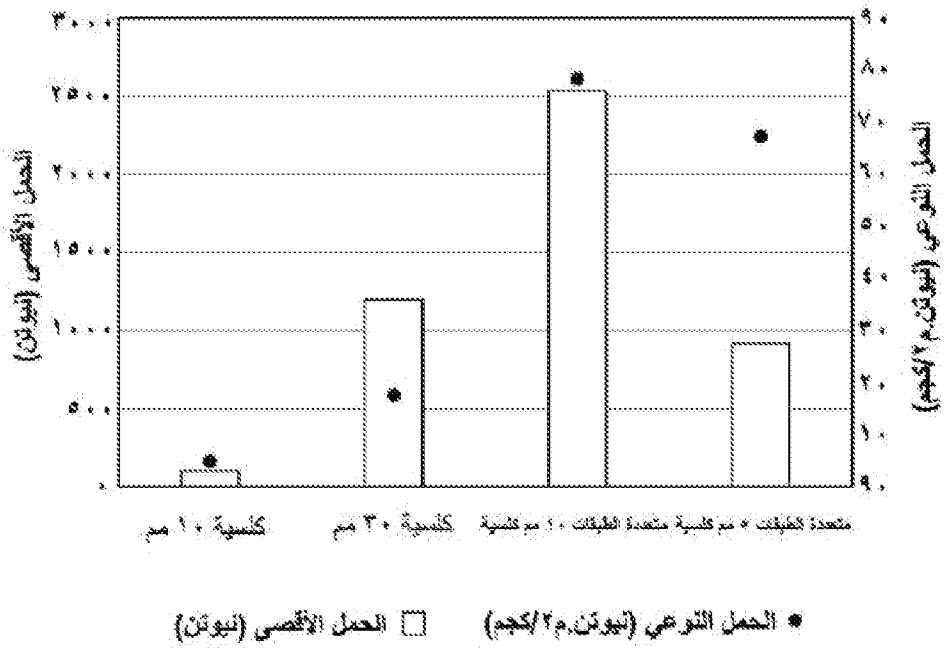
شكل ١



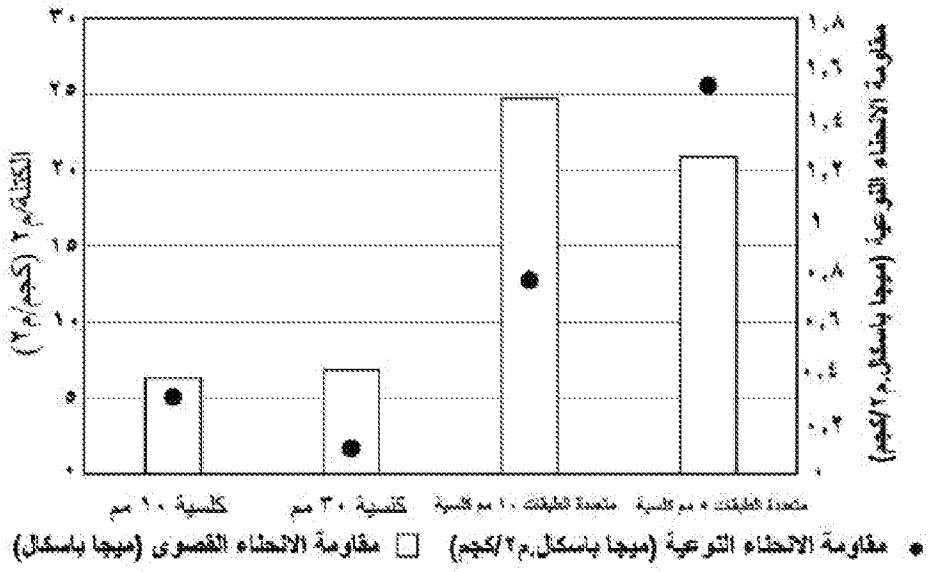
شكل ٢



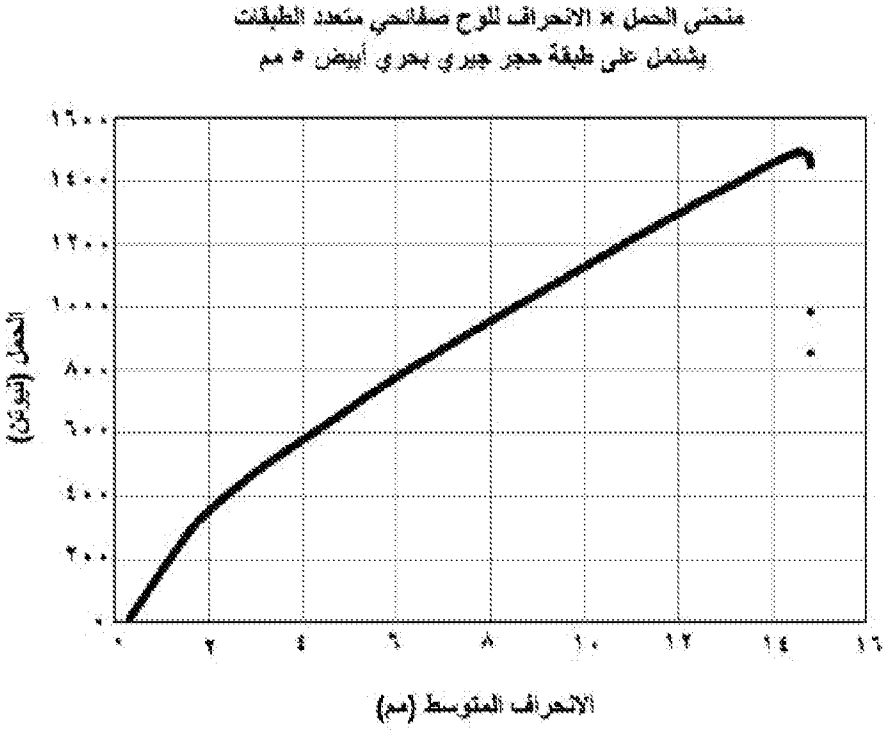
الشكل ٣



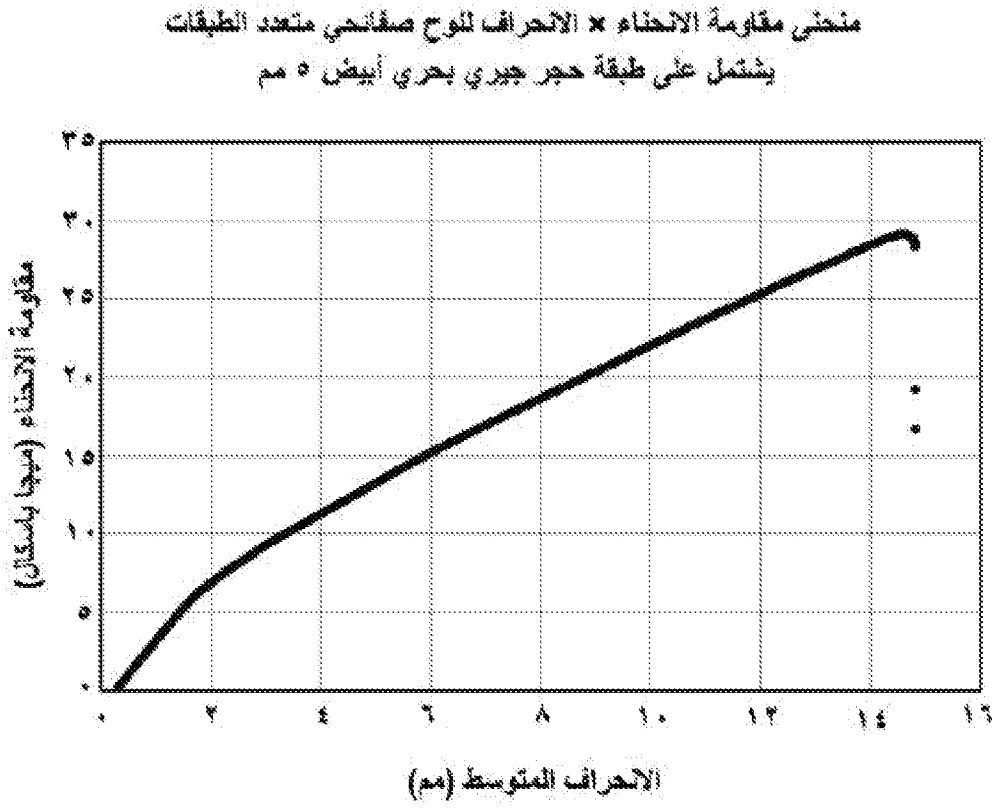
الشكل ٤



الشكل ٥



الشكل ٦


منحنى مقاومة الانحناء x الانحراف للوح صفائحي متعدد الطبقات
يشتمل على طبقة حجر جيري بحري أبيض ٥ مم
مقاومة الانحناء (ميجا باسكال)
٣٥
٣٠
٢٥
٢٠
١٥
١٠
٥
٠
٠
٢
٤
٦
٨
١٠
١٢
١٤
١٦
الانحراف المتوسط (مم)

الشكل ٧

مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

وذلك بشـرط تسـديد المقابل المالي السـنوي للبراءة وعدم بطلانها أو سـقوطها لمخالفتها لأي من أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية أو لائحته التنفيذية.

صادرة عن

الهيئة السعودية للملكية الفكرية

ص ب ٦٥٣١ ، الرياض ١٣٣٢١ ، المملكة العربية السعودية

SAIP@SAIP.GOV.SA