

PROSPETTO MODULO U
DOMANDA DI BREVETTO PER MODELLO D'UTILITA'

NUMERO DI DOMANDA:

DATA DI DEPOSITO:

A. RICHIEDENTE/I COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE, RESIDENZA O STATO:

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

P.le Aldo Moro 7
00185 ROMA RM

C. TITOLO

PANNELLI COMPOSITI

SEZIONE

CLASSE

SOTTOCLASSE

GRUPPO

SOTTOGRUPPO

E. CLASSE PROPOSTA

O. RIASSUNTO

L'invenzione riguarda un pannello in materiale composito, in cui detto materiale composito comprende una matrice geopolimerica e fibre di lana. Nella preparazione della matrice geopolimerica i materiali naturali vengono preferibilmente in parte sostituiti con ceneri da biomasse vegetali e/o animali. I pannelli compositi descritti hanno caratteristiche chimico-fisiche che li rendono ottimi materiali da isolamento e ignifughi, che possono trovare applicazione in svariati settori: come elementi funzionali, strutturali e non, in edilizia, nel settore navale, dell'autotrasporto, dell'arredamento, etc.

P. DISEGNO PRINCIPALE

FIRMA DEL / DEI

RICHIEDENTE / I

p.i. di CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
Albo 1239 B D.ssa Cristina BIGGI

DESCRIZIONE

Annessa a domanda di BREVETTO PER MODELLO DI UTILITÀ avente per titolo

“PANNELLI COMPOSITI”

A nome: CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

con sede in:

P.le Aldo Moro 7 ROMA Italia

Mandatari: D.ssa Cristina BIGGI, Albo iscr. nr.1239 B, Ing. Dario ALDE, Albo iscr. nr.1338 B, Ing. Marco BELLASIO, Albo iscr. nr.1088 B, D.ssa Michela ERRICO, Albo iscr. nr.1520 B, Ing. Simona INCHINGALO, Albo iscr. nr.1341 B, Ing. Giancarlo PENZA, Albo iscr. nr.1335 B, D.ssa Elena ROSSETTI, Albo iscr. nr.1124B, Elio Fabrizio TANSINI, Albo iscr. nr.697 BM, Ing. Luigi TARABBIA, Albo iscr. nr.1005 BM, Dott. Bartolomeo TIRLONI, Albo iscr. nr.1207 B, Ing. Lucia VITTORANGELI, Albo iscr. nr.983 BM, Ing. Umberto ZERMANI, Albo iscr. nr.1518 B

CAMPO DELL'INVENZIONE

La presente invenzione riguarda pannelli compositi contenenti una matrice geo-polimerica rinforzata con fibre naturali e il loro utilizzo come materiali per isolamento, in particolare nel settore delle costruzioni edilizie e civili, nella cantieristica navale e autotrasporto, oltre ad impieghi nel settore dell'arredo urbano e dell'agricoltura.

STATO DELL'ARTE

I rifiuti costituiti da scarti e sottoprodotti di materiali naturali a base di cheratina, come ad esempio lana grezza, capelli, zoccoli e corna, ammontano a circa 5 milioni di tonnellate su base annua. Se si esclude la
5 possibilità di impiego di questi scarti in agricoltura come fertilizzanti, il loro riutilizzo in ambito industriale risulta attualmente ancora piuttosto scarso; pertanto la gestione di questi rifiuti rappresenta un problema sempre più pressante a causa sia dell'aumentare dei costi di smaltimento, sia dell'entrata in vigore di normative ambientali sempre più stringenti.

Per questo motivo, sono state cercate negli ultimi anni applicazioni industriali che permettano la re-introduzione di questi scarti, in particolare dei cascami di lana grezza, nei cicli industriali.

Il Richiedente ha sperimentato con successo la possibilità di realizzare
5 materiali compositi costituiti da una matrice geo-polimerica in cui sono disperse fibre di origine naturale, in particolare lana di pecora. Con il termine geo-polimero viene identificata una classe di polimeri inorganici allumino-silicatico-alcasini ottenuti a temperatura ambiente per reazione tra una fonte di composti silico-alluminati in forma solida (e.g. caolino) e una
10 soluzione di un silicato di un metallo alcalino, in condizioni fortemente basiche. I geo-polimeri mostrano generalmente proprietà simili a quelle dei materiali ceramici. I compositi ottenuti dall'incorporazione degli scarti di lana nella matrice geo-polimerica si sono rivelati adatti alla realizzazione di vasi da fiori in grado di assicurare un rilascio costante di sostanze
15 organiche utili alla crescita delle piante, derivanti dalla degradazione delle fibre naturali contenute nel composito stesso, pur mantenendo una stabilità dimensionale del manufatto nel lungo periodo (*"Design of wool-geopolymer pots"*, Proceedings of the 38th ICACC International Conference on Advanced Ceramics and Composites, 26-31 Gennaio
20 2014, Daytona Beach, Florida).

Test meccanici condotti su materiali geo-polimerici rinforzati con lana Merino o lana per tappeti (*"Synthesis and mechanical properties of new fibre-reinforced composites of inorganic polymers with natural wool fibers"*, M. Alzeer, K.J.D. MacKenzie, J. Mater. Sci., 2012, 47:6958-6965) hanno
25 evidenziato come la presenza di materiali naturali fibrosi inglobati nella matrice di polimero inorganico ne aumentino la resistenza alla flessione, lasciandone pressoché inalterata la degradazione termica.

Un ulteriore processo industriale che genera una elevata quantità di sottoprodotti potenzialmente ri-utilizzabili è quello della combustione delle
30 biomasse. La realizzazione di numerosi impianti di combustione di biomasse vegetali e/o animali ha permesso negli ultimi anni di produrre

“energia pulita” dai rifiuti e residui di origine biologica provenienti da: agricoltura, silvicoltura, acquacoltura, nonché dalla parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani. Tuttavia questi processi di combustione generano inevitabilmente grandi volumi di ceneri, che devono essere
5 adeguatamente smaltite oppure reintrodotte in cicli produttivi industriali in grado di diminuirne l’impatto ambientale e sulla salute umana. E’ stata dimostrata la possibilità di utilizzare le ceneri derivanti dalla combustione di materiale vegetale e/o animale, come ad esempio quelle prodotte dagli impianti di combustione di biomassa, come fonte alternativa di silico-
10 alluminati nella preparazione di geo-polimeri, sostituendo del tutto o in parte le tradizionali fonti naturali di silico-alluminati, come la caolinite, normalmente utilizzate in questo tipo di sintesi.

Il Richiedente si è posto pertanto il problema di valorizzare gli scarti e i sottoprodotti del settore dell’allevamento e dell’agricoltura, quali la lana e
15 le ceneri prodotte dagli impianti di combustione delle biomasse, il cui riutilizzo è ancora piuttosto limitato con conseguenti impatti negativi sull’ambiente e sulla salute umana.

DESCRIZIONE

Tale obiettivo ed altri di seguito specificati possono essere raggiunti
20 tramite la realizzazione di un pannello, che comprende almeno uno strato di materiale composito, in cui detto materiale composito comprende una matrice geo-polimerica e fibre di lana in essa disperse.

Preferibilmente, detto materiale composito comprende 10-90% in volume di matrice geo-polimerica e 90-10% in volume di fibre di lana. Il volume
25 percentuale di fibre di lana presenti nel materiale composito influenza le caratteristiche chimico-fisiche del pannello comprendente detto composito. In particolare, aumentando il volume percentuale di fibre di lana presenti nel composito è possibile aumentare la tenacità e/o la resistenza a
flessione del pannello, diminuendo la sua densità e rendendo così
30 possibile la realizzazione di pannelli più leggeri a parità di prestazioni e dimensioni.

Il pannello secondo l'invenzione viene realizzato mediante un procedimento che prevede le seguenti fasi:

- (1) miscelazione a temperatura ambiente di almeno una fonte di composti silico-alluminati in forma solida con una soluzione di un silicato di un metallo alcalino, in condizioni fortemente basiche;
- (2) aggiunta della sospensione ottenuta nella fase (1) alle fibre di lana o viceversa e formatura del pannello;
- (3) consolidamento del materiale composito a una temperatura $\leq 100^{\circ}\text{C}$ per un tempo ≥ 24 ore.

10 Nella fase (1) di miscelazione dei reagenti per la preparazione della matrice geopolimerica vengono normalmente impiegate argille di origine naturale, ad esempio caolini, come fonte di composti silico-alluminati. Preferibilmente, per la produzione del pannello secondo l'invenzione dette argille di origine naturale possono essere sostituite del tutto o in parte con
15 ceneri provenienti da impianti di combustione di biomasse vegetali e/o animali. Le ceneri da biomasse sono generalmente composte da elevate quantità di calcio e fosforo e da fasi cristalline quali idrossiapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), idrossiapatite sostituita o calcio fosfato che possono essere integrate nella matrice geopolimerica. Tale sostituzione permette di
20 realizzare un pannello in cui la matrice geo-polimerica del materiale composito comprende ceneri da biomasse animali e/o vegetali, in percentuali estremamente variabili in funzione delle loro caratteristiche chimico-fisiche, permettendo quindi il riutilizzo e la valorizzazione di queste ceneri, altrimenti destinate ad essere smaltite come rifiuti con conseguenti
25 impatti ambientali.

La fase (2) viene svolta preferibilmente imbevendo uniformemente le fibre di lana con la sospensione proveniente dalla fase (1); successivamente la formatura del pannello può avvenire mediante diverse tecniche note, generalmente mediante colaggio in stampo, infiltrazione, impregnazione e
30 laminazione in vuoto (vacuum bagging) o stampaggio per compressione. Opzionalmente, durante la fase di formatura le fibre di lana possono

essere opportunamente orientate lungo una direzione preferenziale in modo da conferire al pannello proprietà anisotrope.

Durante la fase (3) di consolidamento, il materiale composito viene riscaldato a temperature $\leq 100^{\circ}\text{C}$ per un tempo ≥ 24 ore.

- 5 Secondo una prima variante, il pannello secondo l'invenzione comprende almeno uno strato di materiale composito, in cui detto materiale composito è sotto forma di una struttura con porosità aggiuntiva indotta (schiuma composita).

Per la realizzazione di questa prima variante del pannello secondo
10 l'invenzione, durante la fase (2) di preparazione del pannello, dopo l'aggiunta della sospensione proveniente dalla fase (1) alle fibre di lana e prima della formatura, nel materiale composito viene indotta la formazione di una struttura porosa (foaming). La formazione di schiuma può essere realizzata insufflando un opportuno gas nel materiale composito, oppure
15 generando lo sviluppo di gas nella miscela geo-polimerica mediante l'aggiunta di determinate sostanze, ad esempio polveri metalliche di Si. Un altro metodo per indurre porosità nella struttura composita sfrutta le proprietà schiumogene di una specifica proteina secondo un metodo noto nell'arte.

- 20 Il pannello secondo l'invenzione può essere realizzato con diversi spessori, in funzione del previsto utilizzo finale. Tipicamente, detto spessore è minore o uguale a 10 cm, preferibilmente minore o uguale a 5 cm, più preferibilmente compreso tra 1,0 mm e 4 cm.

I pannelli così ottenuti mostrano una eccellente combinazione di
25 caratteristiche chimico-fisiche che li rendono degli eccellenti materiali da isolamento con le seguenti caratteristiche strutturali, in particolare:

- grazie alla presenza di una matrice geopolimerica rigida rinforzata con fibre di lana, i pannelli hanno buona resistenza alla frattura combinata con una buona stabilità strutturale,
- 30 - le fibre di lana vanno normalmente incontro a degradazione termica sopra i 250°C , ma sono un noto ritardante di fiamma. Inoltre la matrice

geopolimerica protegge le fibre di lana aumentando la stabilità termica del materiale composito fino oltre 800°C, rendendo i pannelli un eccellente materiale ignifugo e un buon isolante termico.

I pannelli comprendenti il materiale composito sotto forma di schiuma
5 possono inoltre presentare proprietà di isolamento termico e acustico superiori rispetto ai pannelli comprendenti il materiale composito non sotto forma di schiuma.

Secondo una ulteriore variante, nel pannello secondo l'invenzione il materiale composito comprende almeno un agente impermeabilizzante
10 noto nell'arte. Il materiale composito infatti si presenta come un materiale poroso in grado di assorbire acqua. Il pannello secondo l'invenzione è pertanto normalmente igroscopico. L'igroscopicità del pannello può essere ridotta o annullata sfruttando la porosità del materiale composito stesso, trattando quest'ultimo con agenti impermeabilizzanti disponibili sul
15 mercato, come ad esempio alchilpolisilossani, poliuretani, siliconi, acrilati ecc.

Per la realizzazione di pannelli di grandi dimensioni è preferibile accoppiare il materiale composito a uno strato di supporto per aumentarne la stabilità dimensionale. Pertanto, secondo una ulteriore variante, il
20 pannello secondo l'invenzione comprende uno strato di supporto accoppiato all'almeno uno strato di materiale composito.

I materiali che realizzano il supporto (continuo o discontinuo) comprendono preferibilmente, ma non esclusivamente: pannelli in gesso, gesso fibrorinforzato, fibrocemento, tavolati in legno, fibra di legno, legno
25 minerale, truciolato, profilati metallici come l'acciaio inox, etc..

L'accoppiamento del supporto al materiale composito può avvenire mediante ancoraggio meccanico con viti autofilettanti o tasselli a disco di dimensioni variabili in funzione della densità e resistenza del composito oppure mediante fissaggio chimico con collanti di natura organica o
30 inorganica.

Per la realizzazione di pannelli con specifiche caratteristiche estetiche, ad

esempio una particolare consistenza della superficie (texture) o una particolare veste grafica, è possibile accoppiare al materiale composito almeno un ulteriore strato di finitura. Preferibilmente, detto strato di finitura ha uno spessore inferiore a quello del materiale composito. Pertanto, secondo una ulteriore variante, il pannello secondo l'invenzione comprende almeno un strato di finitura accoppiato all'almeno uno strato di materiale composito. Lo strato di finitura è realizzato, in maniera non esclusiva, mediante rivestimento con smalti, vernici a finitura lucida o satinata, conglomerati organici o inorganici con filler o inerti a vista, resine organiche o inorganiche con texture a incisione o stampata, etc.

L'accoppiamento dello strato di finitura al materiale composito può avvenire mediante rivestimento, colaggio, deposizione a rullo o spray per finiture allo stato liquido o pastoso, oppure mediante incollaggio chimico o ancoraggio meccanico per strati di finitura rigidi.

Nel caso in cui il pannello secondo l'invenzione comprenda anche uno strato di supporto, detto strato di finitura è accoppiato sulla superficie del materiale composito opposta rispetto alla superficie del materiale composito a contatto con lo strato di supporto.

Secondo un ulteriore aspetto dell'invenzione, è possibile realizzare il pannello multistrato con una struttura a sandwich di tipo A/B/A in cui A comprende almeno un pannello secondo l'invenzione, comprendente un materiale composito come precedentemente descritto, e B è uno strato in fibre di lana. Opzionalmente, il pannello che costituisce lo strato A comprende una pluralità di pannelli secondo quanto precedentemente descritto aventi densità diversa tra loro. Almeno uno degli strati A del pannello multistrato può opzionalmente comprendere, oltre al materiale composito come precedentemente descritto, anche uno strato di supporto per aumentare la stabilità dimensionale del pannello e/o uno strato di finitura per modificarne le caratteristiche estetiche.

In virtù delle loro proprietà isolanti, i pannelli secondo l'invenzione possono trovare applicazione come pannelli da costruzione, come

elementi ignifughi, strutturali e non, preferibilmente per uso in edilizia e nella cantieristica navale, nel settore automobilistico e dei trasporti in generale; come elementi funzionali nei settori dell'arredamento, dell'arredo urbano, dell'agricoltura, etc.

5 ESEMPIO 1

Un pannello secondo l'invenzione è stato realizzato preparando una matrice geopolimerica ($\text{Si/Al} = 2.0$, $\text{K/Al} = 0.85$) miscelando metacaolino (Argical M-1200S fornito da AGS-Mineraux, Francia, $D50 = 2 \mu\text{m}$) con una soluzione acquosa di potassio silicato, ottenuta sciogliendo KOH solida
10 (purezza 85%, fornita da Sigma Aldrich, USA) in acqua, in presenza di una soluzione di K_2SiO_3 (Ingessil Srl, Italia) fino ad ottenere un rapporto molare $\text{H}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 23$. La sospensione di geopolimero è stata posta in agitazione a temperatura ambiente per 20 min. e successivamente caricata con fibre lavate di lana di pecora fino ad ottenere una massa
15 uniforme. Le fibre di lana rappresentano il 10% in peso del materiale composito. Il materiale composito è stato poi posto in uno stampo 10×10 cm formando uno strato dello spessore di circa 1 cm, sigillato e consolidato in a temperatura ambiente per 24 ore, quindi posto in stufa elettrica per 24 ore a $T=80^\circ\text{C}$. Dopo consolidamento la densità del
20 pannello è risultata di circa 1000 Kg/m^2 e la sua conduttività elettrica di 0.2 W/mk . La resistenza media a flessione del materiale, testata su barrette a sezione rettangolare mediante prova a 3 punti, è risultata di $4,7 \pm 0,50 \text{ MPa}$. Dal test mediante cono calorimetro il materiale ha mostrato un tempo di
25 ignizione tendente all'infinito, velocità di rilascio del calore (HRR) pari a $5,42 \text{ kW/m}^2$ e un picco della velocità di rilascio del calore (pHRR) pari a $15,74 \text{ kW/m}^2$.

ESEMPIO 2

Un pannello secondo l'invenzione è stato realizzato preparando una matrice geopolimerica a bassa densità e macroporosità controllata
30 miscelando metacaolino (Argical M-1200S fornito da AGS-Mineraux, Francia, $D50 = 2 \mu\text{m}$) con una soluzione acquosa di potassio silicato con

rapporto molare $H_2O/K_2O = 23$, ottenuta come descritto nell'Esempio 1. La miscela di geopolimero è stata posta in agitazione a temperatura ambiente per 20 min., quindi è stata aggiunta una frazione di lana in matasse finemente separate (lunghezza delle fibre di lana mediamente compresa
5 tra 0,5-1,5 cm) e, una volta ottenuto un composto omogeneo, è stato aggiunto silicio metallico in polvere nella misura dello 0,1-0,5% in peso rispetto al metacaolino, fino ad ottenere un composto schiumoso. La formazione di una struttura porosa, in grado di intrappolare aria, può risultare utile ai fini di un utilizzo come isolante termico o acustico, e le
10 fibre di lana conferiscono al materiale poroso ulteriore resistenza, opponendosi al collasso della struttura.

ESEMPIO 3

Un pannello monostrato a sezione sottile secondo l'invenzione è stato realizzato preparando una matrice geopolimerica miscelando metacaolino
15 (Argical M-1200S fornito da AGS-Mineraux, Francia, $D_{50} = 2 \mu m$) con una soluzione acquosa di potassio silicato commerciale (KS 35-35, Ingessil S.r.l., Italia) di densità 1,34 g/ml, avente rapporto molare SiO_2/K_2O pari a 3,09. La matrice geo-polimerica è stata posta in agitazione a temperatura ambiente per 20 min., quindi utilizzata per l'impregnazione a rullo di 4
20 strati di fibre di lana in matasse grossolane. Gli strati impregnati sono stati sovrapposti l'uno all'altro, mantenendo un'orditura 0-90 per strati adiacenti e disposti su un supporto rigido. Per favorire l'impregnazione è stato applicato il vuoto mediante vacuum bagging per 24 ore a temperatura ambiente. Il materiale ottenuto, ancora umido, è stato quindi modellato
25 nella forma desiderata per il pannello e consolidato per 24 ore a $80^\circ C$ in stufa elettrica ventilata. Il pannello risultante ha uno spessore di circa 1 mm e finitura superficiale liscia. La fibra di lana rappresenta circa il 15% in peso del materiale finale.

ESEMPIO 4

30 Un pannello secondo l'invenzione è stato realizzato preparando una matrice geo-polimerica composita miscelando insieme metacaolino

(Argical M-1200S fornito da AGS-Mineraux, Francia, D50 = 2 μm) e ceneri da biomasse vegetali e/o animali, a granulometria variabile compresa tra i 5 e i 100 μm , in rapporto ponderale reciproco di 2:1. Le polveri sono state miscelate a secco e successivamente attivate con una soluzione acquosa di potassio silicato con rapporto molare $\text{H}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 23$, ottenuta come descritto nell'Esempio 1. La miscela di geo-polimero è stata posta in agitazione a temperatura ambiente per 20 min., quindi è stata aggiunta una frazione di lana in matasse finemente separate (lunghezza delle fibre di lana mediamente compresa tra 0,2-1,0 cm) in misura pari al 5% in peso rispetto alla miscela. Una volta ottenuto un composto omogeneo, è stato colato in uno stampo di 10 x 10 cm e posto in stufa elettrica ventilata a 80°C per il consolidamento.

RIVENDICAZIONI

- 5 1. Pannello comprendente almeno uno strato di materiale composito, in cui detto materiale composito comprende una matrice geopolimerica e fibre di lana in essa disperse.
2. Pannello secondo la rivendicazione 1 in cui detto materiale composito comprende 10-90% in volume di matrice geopolimerica e 90-10% in volume di fibre di lana.
- 10 3. Pannello secondo le rivendicazioni 1 o 2, in cui la matrice geopolimerica comprende ceneri da biomasse vegetali e/o animali.
4. Pannello secondo una delle rivendicazioni da 1 a 3, in cui detto materiale composito è sotto forma di schiuma.
- 15 5. Pannello secondo una delle rivendicazioni da 1 a 4, in cui il materiale composito comprende inoltre almeno un agente impermeabilizzante.
6. Pannello secondo una delle rivendicazioni da 1 a 5, in cui detto pannello comprende uno strato di supporto accoppiato all'almeno uno strato di materiale composito.
- 20 7. Pannello secondo una delle rivendicazioni da 1 a 6, in cui detto pannello comprende almeno un strato di finitura accoppiato all'almeno uno strato di materiale composito.
8. Pannello multistrato avente struttura A/B/A, in cui A è uno strato comprendente almeno un pannello secondo le rivendicazioni da 1 a 7 e B è uno strato in fibre di lana.
- 25 9. Pannello multistrato secondo la rivendicazione 8, in cui A è uno strato comprendente una pluralità di pannelli secondo le rivendicazioni da 1 a 7 aventi densità diversa tra loro.

IL MANDATARIOD.ssa Cristina BIGGI
(Albo iscr. n. 1239 B)