

5 jednakże dotyczą one laminatów polimer-metal-polimer i tytan-ceramika.

Z patentu europejskiego nr EP0056288 znany jest laminat warstwowy zawierający dwie cienkie blachy aluminium po obróbce cieplnej oraz kompozyt polimerowy na bazie włókien
10 polyparaphenylene—terephthalamidowe, które charakteryzują się wysoką wartością modułu sprężystości pomiędzy 50 GPa a 250 GPa. Autorzy patentów opisali sposób wytwarzania laminatu jako naprzemienne ułożenie kilku warstw materiału organicznego i aluminium. Materiały tego typu bazujące na
15 organicznych włóknach nie mogą być stosowane w wysokich temperaturach, zazwyczaj powyżej 120° C do 130° C.

Europejski patent nr EP0312150 opisuje wykorzystanie włókien węglowych, aramidowych, polietylenowych lub szklanych w formie włókien ciągłych ułożonych równoległe do
20 siebie, w co najmniej jednym kierunku w połączeniu z warstwą kleju termoplastycznego.

W europejskim zgłoszeniu patentowym nr EP0323660 zastrzeżony jest proces wytwarzania elementów w konstrukcjach kadłuba samolotu zawierających
25 wielowarstwową płytę kompozytową wytworzoną z użyciem żywic termoutwardzalnych, na bazie żywic epoksydowych. Dla opisywanych kompozytowych płyt laminatów określa się te kompozyty jako Glare®.

5 W zgłoszeniu patentowym europejskim nr EP0312151 opisane jest wykorzystanie wielowarstwowego laminatu na bazie włókien szklanych do wykorzystania w przemyśle lotniczym i kosmonautyce.

Aktualny stan wiedzy na temat procesów wytwarzania,
10 charakterystyki i zastosowania złożonych laminatów zawierających aluminium-włókna szklane zostały opisany między innymi w artykule „Fibre Metal Laminates for High Capacity Aircraft”, przez A. Vlot, L. B. Voegesang and T. J. de Vries, 30th International SAMPE Technical Conference,
15 październik 20 24, 1998, strona 456- 470, jak również w artykule "The Residual Strength of Fibre Metal Laminates: Glare 2 and Glare 3", by C. A. J. R. Vermeeren, 30th International SAMPE Technical Conference, Październik 20 24, 1998, strony 471-482. Natomiast w artykule „A review on the
20 development and properties of continuous fiber/epoxy/aluminum hybrid composites for aircraft structures” Edsona Cocchieri Botelho, i innych, Materials Research, Vol. 9, No. 3, str. 247-256, 2006, autorzy przedstawili laminaty metalowo-włókniste, opisując wytwarzanie oraz porównanie
25 właściwości wytrzymałościowych. Laminaty aluminium- włókna węglowe wykazały wyższą wartość modułu Younga niż laminaty zawierające włókna szklane, która wyniosła 58.9 ± 2 GPa, natomiast wytrzymałość na rozciąganie wynosiła około 420 MPa.

5 Kompozytowe laminaty wielowarstwowe zazwyczaj składają się z N cienkich blach stopu aluminium poddanych anodowaniu w kwasach chromowym, siarkowym czy fosforowym ułożonych naprzemiennie z N- 1 warstwami żywicy epoksydowej wzmocnionej włóknami szklanymi. Arkusze
10 zawierające włókna węglowe przesączone żywicą mogą być nazywane „prepregami”. Blachy aluminiowe układane naprzemiennie z warstwami polimerowymi wzmocnionymi włóknami węglowymi w taki sposób, że po zewnętrznych stronach gotowego laminatu znajdują się arkusze aluminiowe
15 tworząc wielowarstwowy laminat kompozytowy. W laminatach wykorzystane są zazwyczaj stopy aluminium opisane w normie PN-EN 573-3 i PN-79/H-82160 należące do serii 2xxx i 7xxx, a szczególnie stop 2024 EN- AW AlCu4Mg1 w stanie T3. Grubość omawianych cienkich blach stopu aluminium wynosi
20 0,3 mm i 0,5 mm. Laminat blacha aluminium jest poddana procesowi anodowania z nałożeniem tzw. warstw przejściowych uaktywniających powierzchnię.

5 Istotą sposobu wytwarzania laminatu aluminium- węgiel-
aluminium **jest to, że** dwa arkusze blachy aluminiowej
o grubości od 0,3 mm do 0,5 mm poddaje się procesowi
utleniania anodowego w wodnym roztworze kwasu
chromowego lub kwasu siarkowego, po czym na powierzchnię
10 blach aluminiowych nakłada się warstwę środka
uaktywniającego powierzchnię na bazie syntetycznych żywic
polimerowych korzystnie o udziale masowym metyloetyloketon
40%, alkohol diacetonowy 40%, czterowodorofuran 30%, woda
5%, 1-methoxy-2-propanol 5%, żywica epoksydowa, 5%,
15 phenol-formaldehyde polymer glycidyl ether 1%,
3(trimethoxysilyl)propyl glycidyl ether 1%, chromian(vi) strontu
1%, phenolic polymer 0.39%, alkohol metylowy 0.29%.
Następnie na jedną z blach aluminiowych nakłada się kolejno
po sobie cztery warstwy kompozytu epoksydowo- węglowego
20 o grubości każda 0,131 mm w kierunkach ułożenia włókien
węglowych 0/0/0/0° lub +45/+45/-45/-45°, przykrywając drugą
blachą aluminiową. Utworzony laminat układa się na formie
aluminiowej i za pomocą pakietu próżniowego odsysa się
powietrze do podciśnienia 0,08 MPa. Całość utwardza się
25 w komorze autoklawu w zakresie temperatur od 135°C do
180°C oraz ciśnieniu w zakresie 0,4 do 0,7 MPa w czasie od 4
do 6 h przy czym nagrzewanie i chłodzenie wewnątrz komory
autoklawu przebiega z prędkością 2°C/min.

5 Istotą laminat aluminium- węgiel- aluminium jest to, że
składa się z dwóch arkuszy blachy aluminiowej pokrytych
kolejno warstwą anodowaną i warstwą środka uaktywniającego
powierzchnię na bazie syntetycznych żywic polimerowych
korzystnie o udziale masowym metyloetyloketon 40%, alkohol
10 diacetonowy 40%, czterowodorofuran 30%, woda 5%, 1-
methoxy-2-propanol 5%, żywica epoksydowa, 5%, phenol-
formaldehyde polymer glycidyl ether 1%,
3(trimethoxysilyl)propyl glycidyl ether 1%, chromian(vi) strontu
1%, phenolic polymer 0.39%, alkohol metylowy 0.29%
15 pomiędzy, którymi znajduje się kompozyt epoksydowo-
węglowy.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest otrzymanie laminatu
o wysokich właściwościach wytrzymałości na rozciąganie, nie
posiadający porowatości oraz tym, że do blachy aluminiowej
20 dobrze przylega warstwa kompozytu epoksydowo- węglowego.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania został
przedstawiony na rysunku, na którym widoczny jest przekrój
poprzeczny laminatu aluminium- węgiel- aluminium.

Przykład 1. Dwa arkusze blachy aluminium o wymiarach
25 300 x 400 mm i grubości 0,3 mm poddano procesowi utleniania
anodowego w wodnym roztworze kwasu chromowego po czym
na powierzchnię blach aluminiowych nałożono warstwę środka
uaktywniającego powierzchnię na bazie syntetycznych żywic
polimerowych o udziale masowym metyloetyloketon 40%,

- 5 alkohol diacetonowy 40%, czterowodorofuran 30%, woda 5%,
1-methoxy-2-propanol 5%, żywica epoksydowa, 5%, phenol-
formaldehyde polymer glycidyl ether 1%,
3(trimethoxysilyl)propyl glycidyl ether 1%, chromian(vi) strontu
1%, phenolic polymer 0.39%, alkohol metylowy 0.29%.
- 10 Następnie na jedną z blach aluminiowych nałożono kolejno po
sobie cztery warstwy kompozytu epoksydowo- węglowego
o grubości każda 0,131 mm w kierunkach ułożenia włókien
węglowych 0/0/0/0° przykrywając drugą blachą aluminiową.
Utworzony laminat ułożono na formie aluminiowej i za pomocą
- 15 pakietu próżniowego odessano powietrze do podciśnienia 0,08
MPa. Całość utwardzono w komorze autoklawu w temperaturze
+135°C oraz ciśnieniu 0,4 MPa. Nagrzewanie i chłodzenie
wewnątrz komory autoklawu przebiegało z prędkością 2°C/min.
Cały proces utwardzania z nagrzewaniem i chłodzeniem
- 20 przebiegał w czasie 4 godzin Chłodzenie następowało
z prędkością 2°C/min. Po zakończeniu procesu utwardzania
otrzymano laminat aluminium- węgiel- aluminium. Laminat
charakteryzuje się takimi parametrami wytrzymałościowymi jak:
moduł Young' 100 GPa i wytrzymałość na rozciąganie 1200
- 25 MPa.

Przykład 2. Dwa arkusze blachy aluminium o wymiarach 300x400 mm i grubości 0,5 mm podano procesowi utleniania anodowego w wodnym roztworze kwasu chromowego po czym na powierzchnię blach aluminiowych nałożono warstwę środka

5 uaktywniającego powierzchnię na bazie syntetycznych żywic
polimerowych o udziale masowym metyloetyloketon 40%,
alkohol diacetonowy 40%, czterowodorofuran 30%, woda 5%,
1-methoxy-2-propanol 5%, żywica epoksydowa, 5%, phenol-
formaldehyde polymer glycidyl ether 1%,
10 3(trimethoxysilyl)propyl glycidyl ether 1%, chromian(vi) strontu
1%, phenolic polymer 0.39%, alkohol metylowy 0.29%.
Następnie na jedną z blach aluminiowych nałożono kolejno po
sobie cztery warstwy kompozytu epoksydowo- węglowego
o grubości każda 0,131 mm w kierunkach ułożenia włókien
15 węglowych 0/0/0/0°, przykrywając drugą blachą aluminiową.
Utworzony laminat ułożono na formie aluminiowej i za pomocą
pakietu próżniowego odessano powietrze do podciśnienia
0,08 MPa. Całość utwardzono w komorze autoklawu
w temperaturze +135°C oraz ciśnieniu 0,4MPa. Nagrzewanie
20 i chłodzenie wewnątrz komory autoklawu przebiegało
z prędkością 2°C/min. Cały proces utwardzania
z nagrzewaniem i chłodzeniem przebiegał w czasie około 4
godzin. Po zakończeniu procesu utwardzania otrzymano
laminat aluminium- węgiel- aluminium. Laminat charakteryzuje
25 się takimi parametrami wytrzymałościowymi jak: moduł Young'
a 90GPa i wytrzymałość na rozciąganie 1000 MPa.

Przykład 3. Dwa arkusze blachy aluminium o wymiarach
300 x 400 mm i grubości 0,5 mm poddano procesowi utleniania
anodowego w wodnym roztworze kwasu chromowego po czym

5 na powierzchnię blach aluminiowych nałożono warstwę środka uaktywniającego powierzchnię na bazie syntetycznych żywic polimerowych o udziale masowym metyloetyloketon 40%, alkohol diacetonowy 40%, czterowodorofuran 30%, woda 5%, 1-methoxy-2-propanol 5%, żywica epoksydowa, 5%, phenol-
10 formaldehyde polymer glycidyl ether 1%, 3(trimethoxysilyl)propyl glycidyl ether 1%, chromian(vi) strontu 1%, phenolic polymer 0.39%, alkohol metylowy 0.29%. Następnie na jedną z blach aluminiowych nałożono kolejno po sobie cztery warstwy kompozytu epoksydowo- węglowego
15 o grubości każda 0,131 mm w kierunkach ułożenia włókien węglowych +45/+45/-45/-45° przykrywając drugą blachą aluminiową. Utworzony laminat ułożono na formie aluminiowej i za pomocą pakietu próżniowego odessano powietrze do podciśnienia 0,08 MPa. Całość utwardzono w komorze
20 autoklawu temperaturze +135°C oraz ciśnieniu 0,4MPa. Nagrzewanie i chłodzenie wewnątrz komory autoklawu przebiegało z prędkością 2°C/min. Cały proces utwardzania z nagrzewaniem i chłodzeniem przebiegał w czasie około 4 godzin. Chłodzenie następuje z prędkością 2°C/min. Po
25 zakończeniu procesu utwardzania otrzymano laminat aluminium- węgiel- aluminium. Laminat charakteryzuje się takimi parametrami wytrzymałościowymi jak: moduł Young' a 50 GPa i wytrzymałość na rozciąganie od 320 MPa.

5 Przykład 4. Dwa arkusze blachy aluminium o wymiarach
300 x 400 mm i grubości 0,5 mm poddaje się procesowi
utleniania anodowego w wodnym roztworze kwasu siarkowego,
po czym na powierzchnię blach aluminiowych nałożono
warstwę środka uaktywniającego powierzchnię na bazie
10 syntetycznych żywic polimerowych o udziale masowym
metyloetyloketon 40%, alkohol diacetonowy 40%,
czterowodorofuran 30%, woda 5%, 1-methoxy-2-propanol 5%,
żywica epoksydowa, 5%, phenol-formaldehyde polymer glycidyl
ether 1%, 3(trimethoxysilyl)propyl glycidyl ether 1%,
15 chromian(vi) strontu 1%, phenolic polymer 0.39%, alkohol
metylowy 0.29%. Następnie na jedną z blach aluminiowych
nałożono kolejno po sobie cztery warstwy kompozytu
epoksydowo- węglowego o grubości każda 0,131 mm
w kierunkach ułożenia włókien węglowych 0/0/0/0°,
20 przykrywając drugą blachą aluminiową. Utworzony laminat
ułożono na formie aluminiowej i za pomocą pakietu
próżniowego odessano powietrze do podciśnienia 0,08 MPa.
Całość utwardzono w komorze autoklawu w temperaturze
+135°C oraz ciśnieniu w 0,4 MPa. Nagrzewanie i chłodzenie
25 wewnątrz komory autoklawu przebiegało z prędkością 2°C/min.
Cały proces utwardzania z nagrzewaniem i chłodzeniem
przebiegał w czasie około 4 godzin Po zakończeniu procesu
utwardzania otrzymano laminat aluminium- węgiel- aluminium.
Laminat charakteryzuje się takimi parametrami

5 wytrzymałościowymi jak: moduł Young'a 80 GPa i wytrzymałość na rozciąganie 1000 MPa.

Przykład 5. Dwa arkusze blachy aluminium o wymiarach 300 x 400 mm i grubości 0,3 mm poddano procesowi utleniania anodowego w wodnym roztworze kwasu chromowego po czym
10 na powierzchnię blach aluminiowych nałożono warstwę środka uaktywniającego powierzchnię na bazie syntetycznych żywic polimerowych o udziale masowym metyloetyloketon 40%, alkohol diacetonowy 40%, czterowodorofuran 30%, woda 5%, 1-methoxy-2-propanol 5%, żywica epoksydowa, 5%, phenol-
15 formaldehyde polymer glycidyl ether 1%, 3(trimethoxysilyl)propyl glycidyl ether 1%, chromian(vi) strontu 1%, phenolic polymer 0.39%, alkohol metylowy 0.29%. Następnie na jedną z blach aluminiowych nałożono kolejno po sobie cztery warstwy kompozytu epoksydowo- węglowego
20 o grubości każda 0,131 mm w kierunkach ułożenia włókien węglowych 0/0/0/0° przykrywając drugą blachą aluminiową. Utworzony laminat ułożono na formie aluminiowej i za pomocą pakietu próżniowego odessano powietrze do podciśnienia 0,08 MPa. Całość utwardzono w komorze autoklawu w temperaturze
25 +180°C oraz ciśnieniu 0,7 MPa. Nagrzewanie i chłodzenie wewnątrz komory autoklawu przebiegało z prędkością 2°C/min. Cały proces utwardzania z nagrzewaniem i chłodzeniem przebiegał w czasie 6 godzin. Chłodzenie następowało z prędkością 2°C/min. Po zakończeniu procesu utwardzania

5 otrzymano laminat aluminium- węgiel- aluminium. Laminat
charakteryzuje się takimi parametrami wytrzymałościowymi jak:
moduł Young' 95 GPa i wytrzymałość na rozciąganie 1500
MPa.

Przykład 6. Dwa arkusze blachy aluminium o wymiarach
10 300 x 400 mm i grubości 0,3 mm poddano procesowi utleniania
anodowego w wodnym roztworze kwasu chromowego po czym
na powierzchnię blach aluminiowych nałożono warstwę środka
uaktywniającego powierzchnię na bazie syntetycznych żywic
polimerowych o udziale masowym metyloetyloketon 40%,
15 alkohol diacetonowy 40%, czterowodorofuran 30%, woda 5%,
1-methoxy-2-propanol 5%, żywica epoksydowa, 5%, phenol-
formaldehyde polymer glycidyl ether 1%,
3(trimethoxysilyl)propyl glycidyl ether 1%, chromian(vi) strontu
1%, phenolic polymer 0.39%, alkohol metylowy 0.29%.
20 Następnie na jedną z blach aluminiowych nałożono kolejno po
sobie cztery warstwy kompozytu epoksydowo- węglowego
o grubości każda 0,131 mm w kierunkach ułożenia włókien
węglowych +45/+45/-45/-45° przykrywając drugą blachą
aluminiową. Utworzony laminat ułożono na formie aluminiowej
25 i za pomocą pakietu próżniowego odessano powietrze do
podciśnienia 0,08 MPa. Całość utwardzono w komorze
autoklawu temperaturze +180°C oraz ciśnieniu 0,7 MPa.
Nagrzewanie i chłodzenie wewnątrz komory autoklawu
przebiegało z prędkością 2°C/min. Cały proces utwardzania

5 z nagrzewaniem i chłodzeniem przebiegał w czasie około 6 godzin. Chłodzenie następuje z prędkością 2°C/min. Po zakończeniu procesu utwardzania otrzymano laminat aluminium- węgiel- aluminium. Laminat charakteryzuje się takimi parametrami wytrzymałościowymi jak: moduł Young' a
10 45 GPa i wytrzymałość na rozciąganie 340 MPa.

Przykład 7. Dwa arkusze blachy aluminium o wymiarach 300x400 mm i grubości 0,5 mm podano procesowi utleniania anodowego w wodnym roztworze kwasu chromowego po czym na powierzchnię blach aluminiowych nałożono warstwę środka
15 uaktywniającego powierzchnię na bazie syntetycznych żywic polimerowych o udziale masowym metyloetyloketon 40%, alkohol diacetonowy 40%, czterowodorofuran 30%, woda 5%, 1-methoxy-2-propanol 5%, żywica epoksydowa, 5%, phenol-formaldehyde polymer glycidyl ether 1%,
20 3(trimethoxysilyl)propyl glycidyl ether 1%, chromian(vi) strontu 1%, phenolic polymer 0.39%, alkohol metylowy 0.29%. Następnie na jedną z blach aluminiowych nałożono kolejno po sobie cztery warstwy kompozytu epoksydowo- węglowego o grubości każda 0,131 mm w kierunkach ułożenia włókien
25 węglowych 0/0/0/0°, przykrywając drugą blachą aluminiową. Utworzony laminat ułożono na formie aluminiowej i za pomocą pakietu próżniowego odessano powietrze do podciśnienia 0,08 MPa. Całość utwardzono w komorze autoklawu w temperaturze +180°C oraz ciśnieniu 0,7 MPa. Nagrzewanie

5 i chłodzenie wewnątrz komory autoklawu przebiegało z prędkością 2°C/min. Cały proces utwardzania z nagrzewaniem i chłodzeniem przebiegał w czasie około 6 godzin. Po zakończeniu procesu utwardzania otrzymano laminat aluminium- węgiel- aluminium. Laminat charakteryzuje
10 się takimi parametrami wytrzymałościowymi jak: moduł Young' a 85GPa i wytrzymałość na rozciąganie 1100 MPa.

Przykład 8. Dwa arkusze blachy aluminium o wymiarach 300 x 400 mm i grubości 0,5 mm poddaje się procesowi utleniania anodowego w wodnym roztworze kwasu siarkowego,
15 po czym na powierzchnię blach aluminiowych nałożono warstwę środka uaktywniającego powierzchnię na bazie syntetycznych żywic polimerowych o udziale masowym metyloetyloketon 40%, alkohol diacetonowy 40%, czterowodorofuran 30%, woda 5%, 1-methoxy-2-propanol 5%,
20 żywica epoksydowa, 5%, phenol-formaldehyde polymer glycidyl ether 1%, 3(trimethoxysilyl)propyl glycidyl ether 1%, chromian(vi) strontu 1%, phenolic polymer 0.39%, alkohol metylowy 0.29%. Następnie na jedną z blach aluminiowych nałożono kolejno po sobie cztery warstwy kompozytu
25 epoksydowo- węglowego o grubości każda 0,131 mm w kierunkach ułożenia włókien węglowych 0/0/0/0°, przykrywając drugą blachą aluminiową. Utworzony laminat ułożono na formie aluminiowej i za pomocą pakietu próżniowego odessano powietrze do podciśnienia 0,08 MPa.


5 Całość utwardzono w komorze autoklawu w temperaturze
+180°C oraz ciśnieniu w 0,7 MPa. Nagrzewanie i chłodzenie
wewnątrz komory autoklawu przebiegało z prędkością 2°C/min.
Cały proces utwardzania z nagrzewaniem i chłodzeniem
10 przebiegał w czasie około 6 godzin Po zakończeniu procesu
utwardzania otrzymano laminat aluminium- węgiel- aluminium.
Laminat charakteryzuje się takimi parametrami
wytrzymałościowymi jak: moduł Young' a 80 GPa
i wytrzymałość na rozciąganie od 1100 MPa.

Przykład 9. Dwa arkusze blachy aluminium o wymiarach
15 300 x 400 mm i grubości 0,5 mm poddano procesowi utleniania
anodowego w wodnym roztworze kwasu siarkowego po czym
na powierzchnię blach aluminiowych nałożono warstwę środka
uaktywniającego powierzchnię na bazie syntetycznych żywic
polimerowych o udziale masowym metyloetyloketon 40%,
20 alkohol diacetonowy 40%, czterowodorofuran 30%, woda 5%,
1-methoxy-2-propanol 5%, żywica epoksydowa, 5%, phenol-
formaldehyde polymer glycidyl ether 1%,
3(trimethoxysilyl)propyl glycidyl ether 1%, chromian(vi) strontu
1%, phenolic polymer 0.39%, alkohol metylowy 0.29%.
25 Następnie na jedną z blach aluminiowych nałożono kolejno po
sobie cztery warstwy kompozytu epoksydowo- węglowego o
grubości każda 0,131 mm w kierunkach ułożenia włókien
węglowych +45/+45/-45/-45° przykrywając drugą blachą
aluminiową. Utworzony laminat ułożono na formie aluminiowej

5 i za pomocą pakietu próżniowego odessano powietrze do
podciśnienia 0,08 MPa. Całość utwardzono w komorze
autoklawu temperaturze +180°C oraz ciśnieniu 0,7MPa.
Nagrzewanie i chłodzenie wewnątrz komory autoklawu
przebiegało z prędkością 2°C/min. Cały proces utwardzania z
10 nagrzewaniem i chłodzeniem przebiegał w czasie około 6
godzin. Chłodzenie następuje z prędkością 2°C/min. Po
zakończeniu procesu utwardzania otrzymano laminat
aluminium- węgiel- aluminium. Laminat charakteryzuje się
takimi parametrami wytrzymałościowymi jak: moduł Young'
15 a 50 GPa i wytrzymałość na rozciąganie 380 MPa.

POLITECHNIKA LUBELSKA
Biuro Rzecznika Patentowego
ul. Nadbystrzycka 40A, 20-618 Lublin
tel.: 81-538 41 30

RZECZNIK PATENTOWY


mgr inż. Tomasz Mićczek
Nr ew. 2796