

## Laminat aluminium-szkło i sposób jego wytwarzania

Przedmiotem wynalazku jest laminat aluminium-szkło i sposób wytwarzania laminatu aluminium-szkło.

5           Znany i stosowany jest z amerykańskiego zgłoszenia patentowego nr US20130209764 A1 laminat kompozytowy z warstwą samonaprawiającą się, gdzie struktura kompozytowa zawiera wiele warstw materiału kompozytowego i co najmniej jedną warstwę materiału samonaprawiającego się.

10           Ponadto znany jest z amerykańskiego zgłoszenia patentowego nr US20090191402 A1 laminat, który zawiera pierwszą warstwę składającą się z żywicy elastomerowej i połączoną z nią warstwę samonaprawiającą się na bazie kapsulek. Laminat wykazuje samonaprawę, kiedy zastosuje się działanie siły o niskiej energii działające na warstwy samonaprawiające się.

15           Znane są z amerykańskiego opisu patentowego nr US9127915 B1 lekkie materiały kompozytowe, które są odporne na działania energii balistycznej oraz są odporne na działanie ognia. Zawierają one w swojej strukturze półkryształiczny termoplast i nanocząsteczki, które potrafią stworzyć samonaprawiającą się warstwę.

20           Z artykułu "Self-healing composites: A state-of-the-art review" autorstwa N. J. Kanu, E. Gupta, U. K. Vates I G.K. Singh w czasopiśmie Composite Part A:Applied Science and Manufacturing Volume 121, June 2019, Pages 474-486 znany jest proces zniszczenia i samonaprawy w kompozytach poddanych różnym testom mechanicznym. Jako warstwy samonaprawiające się zastosowane były nanorurki węglowe.

25           W artykule "Recovery of Mode I self-healing interlaminar fracture toughness of fiber metal laminate by modified double cantilever beam test" Autorstwa L. Shanmugam, M. Naebe, J.K. Russell, J. Varley I J. Yang w Composites Comunnications Volume 16, December 2019, Pages 25-29 przedstawiony został laminat metalowo-włóknisty składający się z cienkich blach

metalowych oraz warstwy polimerowej samonaprawiającej się i warstwy polimerowej zawierającej włókna węglowe.

Artykuł “The interlaminar resistance of carbon fiber-Al laminate reinforced with hollow and core-shell microcapsules” M.D. Shokrian, K. Shelesh- Nezhad, R. Najjar I E. Bigdeli Theoretical and Applied Fracture Mechanics Volume 110, December 2020, 102778 przedstawia laminaty metalowo-włókniste na bazie aluminium i kompozytu węglowego zawierającego włókna węglowe, gdzie zastosowana jest warstwa mikrokapsulek jako samonaprawiająca się.

Celem wynalazku jest wytworzenie laminatu aluminium-szkło odpornego na uderzenia i zginanie wykorzystywanego na skrzydła samolotu.

Istotą laminatu aluminium-szkło posiadającego od zewnętrznej strony arkusz blachy ze stopu aluminium, który na obu powierzchniach posiada warstwę ceramiczną z nałożoną warstwą żywicy polimerowej, według wynalazku, jest to, że w części środkowej laminatu znajdują się dwie jednakowe warstwy samonaprawiające się o grubości od 1,5 mm do 2,3 mm każda, składające się z włókien szklanych wypełnionych diizocyjanianem izoforonu i połączonych żywicą epoksydową, które ułożone są naprzemiennie z dwiema jednakowymi warstwami samonaprawiającymi się o grubości od 1,5 mm do 2,3 mm każda, składającymi się z włókien szklanych wypełnionych roztworem dietylenotriaminy składającym się z wody w ilości 10% wagowo i dietylenotriaminy w ilości 90% wagowo i połączonych żywicą epoksydową. Do zewnętrznych powierzchni skrajnych warstw samonaprawiających się przylega adhezyjnie warstwa żywicy polimerowej o grubości od 10  $\mu\text{m}$  do 30  $\mu\text{m}$ , która nałożona jest na warstwę ceramiczną o grubości od 8  $\mu\text{m}$  do 15  $\mu\text{m}$  znajdującą się na arkuszu blachy ze stopu aluminium o grubości od 0,3 mm do 0,5 mm. Arkusz blachy ze stopu aluminium na zewnętrznej powierzchni posiada warstwę ceramiczną o grubości od 8  $\mu\text{m}$  do 15  $\mu\text{m}$  z nałożoną warstwą żywicy polimerowej o grubości od 10  $\mu\text{m}$  do 30  $\mu\text{m}$ .

Istotą sposobu wytwarzania laminatu aluminium-szkło, według wynalazku, jest to, że na dwa arkusze blachy ze stopu aluminium o grubości od 0,3 mm do 0,5 mm posiadające na obu powierzchniach warstwę ceramiczną o grubości od 8  $\mu\text{m}$

do 15  $\mu\text{m}$  nakłada się obustronnie warstwę żywicy polimerowej o grubości od 10  $\mu\text{m}$  do 30  $\mu\text{m}$ , po czym pozostawia się na czas 3 h w temperaturze 23°C. Następnie na jeden z arkuszy blachy ze stopu aluminium o grubości od 0,3 mm do 0,5 mm posiadający na obu powierzchniach warstwę ceramiczną o grubości od 8  $\mu\text{m}$  do 15  $\mu\text{m}$  i warstwę żywicy polimerowej o grubości od 10  $\mu\text{m}$  do 30  $\mu\text{m}$  nakłada się naprzemiennie dwie jednakowe warstwy włókien szklanych wypełnionych diizocyjaniem izoforonu o grubości od 0,25 mm do 1 mm każda i dwie jednakowe warstwy włókien szklanych wypełnionych roztworem dietylenotriaminy składającym się z wody w ilości 10% wagowo i dietylenotriaminy w ilości 90% wagowo o grubości od 0,25 mm do 1 mm każda, przy czym każdą warstwę włókien szklanych laminuje się ręcznie żywicą epoksydową. Otrzymuje się ułożone naprzemiennie dwie jednakowe warstwy samonaprawiające się o grubości od 1,5 mm do 2,3 mm każda, składające się z włókien szklanych wypełnionych diizocyjaniem izoforonu i połączonych żywicą epoksydową i dwie jednakowe warstwy samonaprawiające się o grubości od 1,5 mm do 2,3 mm każda, składające się z włókien szklanych wypełnionych roztworem dietylenotriaminy składającym się z wody w ilości 10% wagowo i dietylenotriaminy w ilości 90% wagowo i połączonych żywicą epoksydową. Następnie nakłada się drugi z arkuszy blachy ze stopu aluminium o grubości od 0,3 mm do 0,5 mm posiadający na obu powierzchniach warstwę ceramiczną o grubości od 8  $\mu\text{m}$  do 15  $\mu\text{m}$  i warstwę żywicy polimerowej o grubości od 10  $\mu\text{m}$  do 30  $\mu\text{m}$ . Następnie wykonuje się pakiet próżniowy i odsysa się powietrze do podciśnienia - 0,08 MPa, po czym poddaje się całość procesowi utwardzania w czasie 3 h w temperaturze 23°C.

Korzystnie jest, gdy nakłada się naprzemiennie dwie jednakowe warstwy włókien szklanych wypełnionych diizocyjaniem izoforonu i dwie jednakowe warstwy włókien szklanych wypełnionych roztworem dietylenotriaminy składającym się z wody w ilości 10% wagowo i dietylenotriaminy w ilości 90% wagowo w kierunku ułożenia  $0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ$  albo  $0^\circ/90^\circ/90^\circ/0^\circ$  albo  $+45^\circ/-45^\circ/-45^\circ/+45^\circ$ .

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że otrzymuje się laminat aluminium-szkło o wysokich właściwościach odpornościowych i absorpcyjnych na uderzenia o niskiej prędkości oraz na zginanie trzy-punktowe. Zastosowana warstwa zawierająca włókna szklane wypełnione środkiem samonaprawiającym się hamuje rozwój pęknięć w laminacie i uzyskuje się po 24h efekt samonaprawy laminatu. Właściwości laminatu wytworzonego sposobem według wynalazku umożliwiają wykorzystanie go w przemyśle lotniczym.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia przekrój poprzeczny laminatu.

#### 10           Przykład 1

Sposób wytwarzania laminatu aluminium-szkło polegał na tym, że dwa arkusze blachy 1 ze stopu AlCu4Mg1 w stanie utwardzenia T3 według normy PN-EN 515:2017-05 o wymiarach 300 x 400 mm i grubości 0,5 mm poddano procesowi utleniania anodowego poprzez metodę elektrochemiczną w wodnym roztworze kwasu chromowego (VI), gdzie proces anodowania przebiegał w sposób następujący: oczyszczanie papierem ściernym o gradacji od 1000 do 2000 i odtłuszczenie acetonem blach ze stopu aluminium, odtłuszczenie alkaliczne, płukanie i trawienie w kąpeli sulfochromowej, płukanie, anodowanie w kwasie chromowym -bezwodnik kwasu chromowego w temperaturze 35°-45°C przy napięciu ≈20V oraz w czasie ≈45minut. Po procesie anodowania płukano w wodzie dwa arkusze blachy 1 przez 15 minut i pozostawiono do wysuszenia w temperaturze 23°C. Każdą warstwę ceramiczną 2 o grubości 10 μm wytworzoną na arkuszach blachy 1 powleczono warstwą środka uaktywniającego powierzchnię na bazie syntetycznej żywicy polimerowej o udziale masowym alkohol diacetonowy 35%, chromian strontu (VI) 1%, alkohol metylowy 1%, keton metylowo-etylowy - Butanon 25%, tetrahydrofuran 20%, 1-metoksypropan-2-ol 5%, żywica fenolowo-formaldehydowa 1%, eter glicydowy polimeru fenolowo-formaldehydowego 1%, żywica epoksydowa 5%, woda 5%, eter 3-(trimetoksylilo) propyloglicydylowy 1%, tworząc warstwę żywicy polimerowej 3 o grubości 20 μm. Następnie pozostawiono na czas 3 h w temperaturze 23°C. Po

wysuszeniu na jeden z arkuszy blachy 1 posiadający na obu powierzchniach warstwę ceramiczną 2 i warstwę żywicy polimerowej 3 nałożono naprzemiennie dwie jednakowe warstwy włókien szklanych wypełnionych diizocyjanianem izoforonu o grubości 1 mm każda i dwie jednakowe warstwy włókien szklanych wypełnionych roztworem dietylenotriaminy składającym się z wody w ilości 10% wagowo i dietylenotriaminy w ilości 90% wagowo o grubości 1 mm każda w kierunku ułożenia  $0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ$ , przy czym każdą warstwę włókien szklanych laminowano ręcznie żywicą epoksydową. Otrzymano ułożone naprzemiennie dwie jednakowe warstwy samonaprawiające się 4a o grubości 2,3 mm każda, składające się z włókien szklanych wypełnionych diizocyjanianem izoforonu i połączonych żywicą epoksydową i dwie jednakowe warstwy samonaprawiające się 4b o grubości 2,3 mm każda, składające się z włókien szklanych wypełnionych roztworem dietylenotriaminy składającym się z wody w ilości 10% wagowo i dietylenotriaminy w ilości 90% wagowo i połączonych żywicą epoksydową. Następnie nałożono drugi z arkuszy blachy 1 posiadający na obu powierzchniach warstwę ceramiczną 2 i warstwę żywicy polimerowej 3. Całość ułożono na formie aluminiowej i za pomocą pakietu próżniowego odessano powietrze do podciśnienia -0,08 MPa, po czym poddano całość procesowi utwardzania w temperaturze  $23^\circ\text{C}$ . Wewnątrz komory autoklawu nagrzewano i chłodzono pakiet próżniowy z prędkością  $1^\circ\text{C}/\text{min}$ . Cały proces utwardzania z nagrzewaniem i chłodzeniem przebiegał w czasie 3 h.

W wytworzonym laminacie aluminium-szkło w części środkowej znajdują się dwie jednakowe warstwy samonaprawiające się 4a o grubości 2,3 mm każda, składające się z włókien szklanych wypełnionych diizocyjanianem izoforonu i połączonych żywicą epoksydową, które ułożone są naprzemiennie z dwiema jednakowymi warstwami samonaprawiającymi się 4b o grubości 2,3 mm każda, składającymi się z włókien szklanych wypełnionych roztworem dietylenotriaminy składającym się z wody w ilości 10% wagowo i dietylenotriaminy w ilości 90% wagowo i połączonych żywicą epoksydową. Do zewnętrznych powierzchni skrajnych warstw samonaprawiających się 4a i 4b przylega adhezyjnie warstwa

żywicy polimerowej 3 o grubości 20  $\mu\text{m}$ . Warstwa żywicy polimerowej 3 nałożona jest na warstwę ceramiczną 2 o grubości 10  $\mu\text{m}$  znajdującą się na arkuszu blachy 1 ze stopu AlCu4Mg1 o grubości 0,5 mm. Arkusz blachy 1 na zewnętrznej powierzchni posiada warstwę ceramiczną 2 o grubości 10  $\mu\text{m}$  z nałożoną warstwą 5 żywicy polimerowej 3 o grubości 20  $\mu\text{m}$ .

Otrzymany laminat poddano badaniom na trzy-punktowe zginanie, w którym po 24 h uzyskano właściwości samonaprawiające, polegające na przywróceniu integralności struktury. Laminat poddano badaniom na uderzenia o niskiej prędkości poniżej 5 m/s w zakresie energii 5 J i 10 J. Laminat 10 charakteryzował się tym, że warstwa z włóknami szklanymi po uderzeniu została zniszczona, natomiast po 24h pojawił się efekt samonaprawy struktury.

#### Przykład 2

Sposób wytwarzania laminatu aluminium-szkło polegał na tym, że dwa 15 arkusze blachy 1 ze stopu AlCu4Mg1 w stanie utwardzenia T3 według normy PN-EN 515:2017-05 o wymiarach 300 x 400 mm i grubości 0,3 mm poddano procesowi utleniania anodowego poprzez metodę elektrochemiczną w wodnym roztworze kwasu chromowego (VI), gdzie proces anodowania przebiegał w sposób następujący: oczyszczanie papierem ściernym o gradacji od 1000 do 2000 i odtłuszczenie acetonem blach ze stopu aluminium, odtłuszczenie alkaliczne, 20 płukanie i trawienie w kąpeli sulfochromowej, płukanie, anodowanie w kwasie chromowym -bezwodnik kwasu chromowego w temperaturze 35°-45°C przy napięciu  $\approx 20\text{V}$  oraz w czasie  $\approx 45\text{minut}$ . Po procesie anodowania płukano w wodzie dwa arkusze blachy 1 przez 15 minut i pozostawiono do wysuszenia w temperaturze 23°C. Każdą warstwę ceramiczną 2 o grubości 8  $\mu\text{m}$  wytworzoną 25 na arkuszach blachy 1 powleczono warstwą środka uaktywniającego powierzchnię na bazie syntetycznej żywicy polimerowej o udziale masowym alkohol diacetonowy 35%, chromian strontu (VI) 1%, alkohol metylowy 1%, keton metylowo-etylowy - Butanon 25%, tetrahydrofuran 20%, 1-metoksypropan-2-ol 5%, żywica fenolowo-formaldehidowa 1%, eter glicydowy polimeru fenolowo- 30 formaldehydowego 1%, żywica epoksydowa 5%, woda 5%, eter 3-

(trimetoksylo) propyloglicydylowy 1%, tworząc warstwę żywicy polimerowej 3 o grubości 10  $\mu\text{m}$ . Następnie pozostawiono na czas 3 h w temperaturze 23°C. Po wysuszeniu na jeden z arkuszy blachy 1 posiadający na obu powierzchniach warstwę ceramiczną 2 i warstwę żywicy polimerowej 3 nałożono naprzemiennie 5 dwie jednakowe warstwy włókien szklanych wypełnionych diizocyjanianem izoformu o grubości 0,25 mm każda i dwie jednakowe warstwy włókien szklanych wypełnionych roztworem dietylenotriaminy składającym się z wody w ilości 10% wagowo i dietylenotriaminy w ilości 90% wagowo o grubości 0,25 mm każda w kierunku ułożenia 0°/90°/90°/0°, przy czym każdą warstwę włókien szklanych 10 laminowano ręcznie żywicą epoksydową. Otrzymano ułożone naprzemiennie dwie jednakowe warstwy samonaprawiające się 4a o grubości 1,5 mm każda, składające się z włókien szklanych wypełnionych diizocyjanianem izoformu i połączonych żywicą epoksydową i dwie jednakowe warstwy samonaprawiające się 4b 15 o grubości 1,5 mm każda, składające się z włókien szklanych wypełnionych roztworem dietylenotriaminy składającym się z wody w ilości 10% wagowo i dietylenotriaminy w ilości 90% wagowo i połączonych żywicą epoksydową. Następnie nałożono drugi z arkuszy blachy 1 posiadający na obu powierzchniach warstwę ceramiczną 2 i warstwę żywicy polimerowej 3. Całość ułożono na formie aluminiowej i za pomocą pakietu próżniowego odessano powietrze do podciśnienia 20 -0,08 MPa, po czym poddano całość procesowi utwardzania w temperaturze 23°C. Wewnątrz komory autoklawu nagrzewano i chłodzono pakiet próżniowy z prędkością 1°C/min. Cały proces utwardzania z nagrzewaniem i chłodzeniem przebiegał w czasie 3 h.

W wytworzonym laminacie aluminium-szkło w części środkowej znajdują 25 się dwie jednakowe warstwy samonaprawiające się 4a o grubości 1,5 mm każda, składające się z włókien szklanych wypełnionych diizocyjanianem izoformu i połączonych żywicą epoksydową, które ułożone są naprzemiennie z dwiema jednakowymi warstwami samonaprawiającymi się 4b o grubości 1,5 mm każda, składającymi się z włókien szklanych wypełnionych roztworem dietylenotriaminy 30 składającym się z wody w ilości 10% wagowo i dietylenotriaminy w ilości 90%

wagowo i połączonych żywicą epoksydową. Do zewnętrznych powierzchni skrajnych warstw samonaprawiających się 4a i 4b przylega adhezyjnie warstwa żywicy polimerowej 3 o grubości 10  $\mu\text{m}$ . Warstwa żywicy polimerowej 3 nałożona jest na warstwę ceramiczną 2 o grubości 8  $\mu\text{m}$  znajdującą się na arkuszu blachy 1 ze stopu AlCu4Mg1 o grubości 0,3 mm. Arkusz blachy 1 na zewnętrznej powierzchni posiada warstwę ceramiczną 2 o grubości 8  $\mu\text{m}$  z nałożoną warstwą żywicy polimerowej 3 o grubości 10  $\mu\text{m}$ .

Otrzymany laminat poddano badaniom na trzy-punktowe zginanie, w którym po 24 h uzyskano właściwości samonaprawiające, polegające na przywróceniu integralności struktury. Laminat poddano badaniom na uderzenia o niskiej prędkości poniżej 1 m/s w zakresie energii 5J. Laminat charakteryzował się tym, że warstwa z włóknami szklanymi po uderzeniu została zniszczona, natomiast po 24h pojawił się efekt samonaprawy struktury.

### Przykład 3

Sposób wytwarzania laminatu aluminium-szkło polegał na tym, że dwa arkusze blachy 1 ze stopu AlCu4Mg1 w stanie utwardzenia T3 według normy PN-EN 515:2017-05 o wymiarach 300 x 400 mm i grubości 0,5 mm poddano procesowi utleniania anodowego poprzez metodę elektrochemiczną w wodnym roztworze kwasu chromowego (VI), gdzie proces anodowania przebiegał w sposób następujący: oczyszczanie papierem ściernym o gradacji od 1000 do 2000 i odtłuszczenie acetonem blach ze stopu aluminium, odtłuszczenie alkaliczne, płukanie i trawienie w kąpeli sulfochromowej, płukanie, anodowanie w kwasie chromowym -bezwodnik kwasu chromowego w temperaturze 35°-45°C przy napięciu  $\approx 20\text{V}$  oraz w czasie  $\approx 45$  minut. Po procesie anodowania płukano w wodzie dwa arkusze blachy 1 przez 15 minut i pozostawiono do wysuszenia w temperaturze 23°C. Każdą warstwę ceramiczną 2 o grubości 12  $\mu\text{m}$  wytworzoną na arkuszach blachy 1 powleczono warstwą środka uaktywniającego powierzchnię na bazie syntetycznej żywicy polimerowej o udziale masowym alkohol diacetonowy 35%, chromian strontu (VI) 1%, alkohol metylowy 1%, keton metylowo-etylowy - Butanon 25%, tetrahydrofuran 20%, 1-metoksypropan-2-ol

5%, żywica fenolowo-formaldehydowa 1%, eter glicydowy polimeru fenolowo-formaldehydowego 1%, żywica epoksydowa 5%, woda 5%, eter 3-(trimetoksysililo) propyloglicydylowy 1%, tworząc warstwę żywicy polimerowej 3 o grubości 30  $\mu\text{m}$ . Następnie pozostawiono na czas 3 h w temperaturze 23°C. Po wysuszeniu na jeden z arkuszy blachy 1 posiadający na obu powierzchniach warstwę ceramiczną 2 i warstwę żywicy polimerowej 3 nałożono naprzemiennie dwie jednakowe warstwy włókien szklanych wypełnionych diizocyjaniem izoformu o grubości 1 mm każda i dwie jednakowe warstwy włókien szklanych wypełnionych roztworem dietylenotriaminy składającym się z wody w ilości 10% wagowo i dietylenotriaminy w ilości 90% wagowo o grubości 1 mm każda w kierunku ułożenia  $+45^\circ/-45^\circ/-45^\circ/+45^\circ$ , przy czym każdą warstwę włókien szklanych laminowano ręcznie żywicą epoksydową. Otrzymano ułożone naprzemiennie dwie jednakowe warstwy samonaprawiające się 4a o grubości 2,3 mm każda, składające się z włókien szklanych wypełnionych diizocyjaniem izoformu i połączonych żywicą epoksydową i dwie jednakowe warstwy samonaprawiające się 4b o grubości 2,3 mm każda, składające się z włókien szklanych wypełnionych roztworem dietylenotriaminy składającym się z wody w ilości 10% wagowo i dietylenotriaminy w ilości 90% wagowo i połączonych żywicą epoksydową. Następnie nałożono drugi z arkuszy blachy 1 posiadający na obu powierzchniach warstwę ceramiczną 2 i warstwę żywicy polimerowej 3. Całość ułożono na formie aluminiowej i za pomocą pakietu próżniowego odessano powietrze do podciśnienia -0,08 MPa, po czym poddano całość procesowi utwardzania w temperaturze 23°C. Wewnątrz komory autoklawu nagrzewano i chłodzono pakiet próżniowy z prędkością 1°C/min. Cały proces utwardzania z nagrzewaniem i chłodzeniem przebiegał w czasie 3 h.

W wytworzonym laminacie aluminium-szkło w części środkowej znajdują się dwie jednakowe warstwy samonaprawiające się 4a o grubości 2,3 mm każda, składające się z włókien szklanych wypełnionych diizocyjaniem izoformu i połączonych żywicą epoksydową, które ułożone są naprzemiennie z dwiema jednakowymi warstwami samonaprawiającymi się 4b o grubości 2,3 mm każda,

składającymi się z włókien szklanych wypełnionych roztworem dietylenotriaminy składającym się z wody w ilości 10% wagowo i dietylenotriaminy w ilości 90% wagowo i połączonych żywicą epoksydową. Do zewnętrznych powierzchni skrajnych warstw samonaprawiających się 4a i 4b przylega adhezyjnie warstwa żywicy polimerowej 3 o grubości 30  $\mu\text{m}$ . Warstwa żywicy polimerowej 3 nałożona jest na warstwę ceramiczną 2 o grubości 12  $\mu\text{m}$  znajdującą się na arkuszu blachy 1 ze stopu AlCu4Mg1 o grubości 0,5mm. Arkusz blachy 1 na zewnętrznej powierzchni posiada warstwę ceramiczną 2 o grubości 12  $\mu\text{m}$  z nałożoną warstwą żywicy polimerowej 3 o grubości 30  $\mu\text{m}$ .

Otrzymany laminat poddano badaniom na trzy-punktowe zginanie, w którym po 24 h uzyskano właściwości samonaprawiające, polegające na przywróceniu integralności struktury. Laminat poddano badaniom na uderzenia o niskiej prędkości poniżej 2 m/s w zakresie energii 5J. Laminat charakteryzował się tym, że warstwa z włóknami szklanymi po uderzeniu została zniszczona, natomiast po 24h pojawił się efekt samonaprawy struktury.

POLITECHNIKA LUBELSKA  
Zespół rzeczników patentowych  
ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin  
tel. 81 538 46 29

RZECZNIK PATENTOWY  
*Pater*  
mgr Paulina Pater  
Nr ew. 3571