

## Połączenie hybrydowe z wykorzystaniem łączników mechanicznych i sposób jego wykonania

Przedmiotem wynalazku jest połączenie hybrydowe, w którego skład wchodzi dwustronna taśma adhezyjna oraz dwuskładnikowy klej epoksydowy, a także sposób jego wykonania.

5

Opis patentowy [US10307976B2](#) przedstawia sposób naprawy części samochodowej, który obejmuje zapewnienie zakładki łącznika i nałożenie płynnego materiału termoplastycznego na zakładkę łącznika i/lub część samochodową w celu przymocowania zakładki łącznika do części samochodowej. Klapka łącząca zawiera: część ustalającą o wymiarach umożliwiających przymocowanie do pierwszej części samochodowej. Część ustalająca ma wiele otworów przez nią utworzonych. Otwory te są przystosowane do przyjmowania płynnego materiału termoplastycznego w celu zamocowania części ustalającej do części samochodowej. Część sprzęgającą wyznaczającą kształt odpowiadający kształtowi części samochodowej. Część sprzęgająca tworzy sprzęg, który jest skonfigurowany tak, aby funkcjonalnie sprzęgać się z innym łącznikiem drugiej części samochodowej.

10

Opis zgłoszenia patentowego [EP3385076A1](#) dotyczy połączenia dwóch części polimerowych, które są tworzone poprzez drukowanie 3D. Obejmuje ono wytwarzanie addytywne pierwszych i drugich cech łączenia na pierwszym i drugim składniku polimerowym, tak że powstaje mechaniczna blokada poprzez podcięcie geometrycznych cech materiału klejącego, gdy składniki polimerowe są łączone. Klej jest dodawany pomiędzy współpracującymi elementami w celu wzmocnienia połączenia.

15

Opis zgłoszenia patentowego [EP3556557A1](#) dotyczy połączenia w którym użyto wydruku 3D do wytworzenia cylindrycznych pinów na tkaninie z włókien węglowych. Piny służą jako dodatkowe wzmocnienie i zapobiegają rozwarstwieniu kolejnych warstw tkaniny po ich przesyceniu żywicą i utwardzeniu. Wynalazek ma zastosowanie w połączeniach typu „T”.

20

Opis zgłoszenia patentowego [US2018354204A1](#) dotyczy połączenia w którym gniazdo wykonane jest metodą wydruku 3D i służy do mocowania panelu typu „plaster miodu”. Gniazdo posiada kanał doprowadzający materiał wypełniający np. w postaci kleju epoksydowego.

25

Opis patentowy [KR102165283B1](#) dotyczy połączenia części metalowej i polimerowej także zbrojonej np. CFRP lub GFRP. Na powierzchni zakładki jednej z łączonych części wykonuje się metodą drukowania 3D wystające piny, które spełniają rolę łączników mechanicznych wzmacniając połączenie adhezyjne.

30

Opis patentowy [US10155266B2](#) dotyczy łączenia dwóch części poprzez użycie kleju i znacznej ilości pinów wykonanych w jednej z łączonych części lub poprzez użycie dodatkowego łącznika z obustronnymi pinami. Piny wbijają się w materiał (polimer lub polimer zbrojony) i wzmacniają połączenie adhezyjne. Metoda ma zastosowanie do łączenia części wykonanych z różnych materiałów.

35

Opis zgłoszenia patentowego [JPS57152917A](#) dotyczy montażu elementów wzmocniających. Element wzmocniający, posiada otwory przez które dokonuje się wtrysku szybkowiążącego kleju, który wypełnia pustą przestrzeń ograniczoną elementem wzmocniającym i wzmocnianym. Metoda może też służyć do łączenia wielkogabarytowych części eliminując spawanie.

W artykule P. Golewski, T. Sadowski, The influence of dual adhesive in single lap joints on strength and energyabsorption, Materials Today: Proceedings 45 (2021) 4280–4285 znane jest rozwiązanie polegające na wykorzystaniu adhezyjnej taśmy dwustronnej i epoksydowego kleju w połączeniu zakładkowym. Nie stosuje się w tym przypadku otworów, brak jest łączników mechanicznych, kleje epoksydowy jest nakładany za pomocą pędzelka.

W artykule S. Mistry, P. Joshi, R. Dhandhukiya, S. Gandhi, N. Bhanushali, C. Desai, Finite element studies of bolted, riveted, bonded and hybrid step-lap joints of thick plate DOI: 10.1016/j.matpr.2021.07.467 znane jest rozwiązanie połączenia hybrydowego, gdzie wykorzystuje się łączniki mechaniczne w postaci nitów oraz klej epoksydowy. Łączniki mechaniczne nie są w tym przypadku integralne z żadną z nakładek. Otwory muszą być wiercone w obu nakładkach, nie wykorzystuje się adhezyjnej taśmy dwustronnej, zaś klej nie jest podawany poprzez wtrysk.

Celem wynalazku jest wykonanie połączenia hybrydowego, zwłaszcza elementu wykonanego techniką druku 3D w oparciu o użycie dwustronnej taśmy adhezyjnej oraz dwuskładnikowego kleju epoksydowego.

Przedmiotem wynalazku jest połączenie hybrydowe z wykorzystaniem łączników mechanicznych i sposób jego wykonania.

Połączenie hybrydowe z wykorzystaniem łączników mechanicznych i kleju epoksydowego składa się z pierwszego elementu z tworzywa polimerowego oraz drugiego elementu metalowego albo kompozytowego z wykorzystaniem dwustronnej taśmy adhezyjnej z otworem i wybraniem, w którym znajduje się klej epoksydowy. Jego istotą jest to, że pierwszy element posiada na swojej roboczej powierzchni okrągły wypust. Na roboczej powierzchni pierwszego elementu naklejona jest pierwsza powierzchnia klejowa dwustronnej taśmy adhezyjnej o grubości w zakresie od 0,09 mm do 1,6 mm, w której znajduje się otwór o wymiarach odpowiadających okrągłemu wypustowi. Także w dwustronnej taśmie adhezyjnej znajduje się wybranie, w które wtrzyśnięty jest klej epoksydowy. W drugim elemencie znajdują się przelotowy otwór, którego położenie i wymiary odpowiadają położeniu i wymiarom okrągłego wypustu znajdującego się na pierwszym elemencie, w którym znajduje się ten wypust oraz na wysokości wybrania znajduje się otwór wtryskowy, tudzież w bocznej powierzchni taśmy adhezyjnej znajduje się otwór wylotowy lub w drugim elemencie na wysokości wybrania znajduje się otwór wylotowy.

Istotą sposobu wykonania połączenia z wykorzystaniem łączników mechanicznych i kleju epoksydowego składającego się z pierwszego elementu oraz drugiego elementu z otworem wtryskowym z wykorzystaniem dwustronnej taśmy adhezyjnej z przelotowym otworem oraz z wybraniem, w którym znajduje się wtrzyśnięty klej epoksydowy jest to, że na powierzchni roboczej pierwszego elementu na której znajdują się wypusty nakleja się pierwszą powierzchnię klejową dwustronnej taśmy adhezyjnej, w której znajduje się otwór i wybranie w ten sposób aby w przelotowym otworze znajdował się wypust. W **dalszym etapie** na drugą powierzchnię klejową dwustronnej taśmy adhezyjnej nakleja się powierzchnię roboczą drugiego elementu w ten sposób aby

wypust znajdował się w przelotowym otworze znajdującym się w drugim elemencie. Dalej poprzez otwór wtryskowy wtryskuje się klej adhezyjny z ciśnieniem pozwalającym na wypełnienie wybrania.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest: zwiększenie sztywności i wytrzymałości połączenia opartego na dwustronnej taśmie adhezyjnej, możliwość kształtowania charakterystyki pracy połączenia poprzez dobór stosunku pola powierzchni łączników mechanicznych, płynnego kleju epoksydowego oraz dwustronnej taśmy adhezyjnej, zapewnienie stałej grubości połączenia dzięki zastosowaniu taśmy adhezyjnej, wyeliminowanie wypłytki.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniony na rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

fig. 1 – przykład pierwszego połączenia w rozstrzeleniu w widoku perspektywicznym

fig. 2 – przykład drugiego połączenia w rozstrzeleniu w widoku perspektywicznym

fig. 3a ,3b, 3c, 3d, 3e – widoki z góry połączeń w kolejnych przykładach wykonania.

Połączenie hybrydowe z wykorzystaniem łączników mechanicznych i kleju epoksydowego w przykładach wykonania przedstawione zostały na rysunku. Połączenia te składają się z pierwszego elementu 1 z tworzywa polimerowego oraz drugiego elementu 2 metalowego albo kompozytowego z wykorzystaniem dwustronnej taśmy adhezyjnej 3 z otworem 3.1 i wybraniem 3.2, w którym znajduje się klej epoksydowy 4. Pierwszy element 1 posiada na swojej roboczej powierzchni okrągłe wypusty 1.1, oraz na roboczej powierzchni pierwszego elementu 1 naklejona jest pierwsza powierzchnia klejowa dwustronnej taśmy adhezyjnej 3 o grubości w zakresie od 0,09 mm do 1,6 mm, w której znajduje się otwór 3.1 o wymiarach odpowiadających okrągłemu wypustowi 1.1 a także w dwustronnej taśmie adhezyjnej 3 znajduje się wybranie 3.2, w które wtrysnięty jest klej epoksydowy 4. W drugim elemencie 2 znajdują się przelotowe otwory 2.1, którego położenie i wymiary odpowiadają położeniu i wymiarom okrągłych wypustów 1.1 znajdujących się na pierwszym elemencie 1, w którym znajduje się ten wypust 1.1 oraz na wysokości wybrania 3.1 znajduje się otwór wtryskowy 2.2, tudzież w bocznej powierzchni taśmy adhezyjnej 3 znajduje się otwór wylotowy 3.3 lub w drugim elemencie 2 na wysokości wybrania 3.1 znajduje się otwór wylotowy 2.3.

Sposób wykonania połączenia z wykorzystaniem łączników mechanicznych i kleju epoksydowego składającego się z pierwszego elementu 1 oraz drugiego elementu 2 z otworem wtryskowym 2.2 z wykorzystaniem dwustronnej taśmy adhezyjnej 3 z przelotowym otworem 3.1 oraz z wybraniem 3.2, w którym znajduje się wtrysnięty klej epoksydowy 4 polega na tym, że na powierzchni roboczą pierwszego elementu 1 na której znajdują się wypusty 1.1 nakleja się pierwszą powierzchnią klejową dwustronnej taśmy adhezyjnej 3, w której znajduje się otwór 3.1 i wybranie 3.2 w ten sposób aby w przelotowych otworach 3.1 znajdowały się wypusty 1.1. W dalszym etapie na drugą powierzchnią klejową dwustronnej taśmy adhezyjnej 3 nakleja się powierzchnią roboczą drugiego elementu 2 w ten sposób aby wypusty 1.1 znajdowały się w przelotowych otworach 2.1

znajdujących się w drugim elemencie 2. W dalszej kolejności poprzez otwór wtryskowy 2.2 wtryskuje się klej adhezyjny z ciśnieniem pozwalającym na wypełnienie wybrania 3.2.

5 Wymiary i parametry poszczególnych połączeń w różnych przykładach wykonania zostały przedstawione w tabeli 1 oraz na fig. 3a, 3b, 3c, 3d, 3e rysunku.

Wytworzone w poszczególnych przykładach połączenia poddano testom jednoosiowego rozciągania na maszynie wytrzymałościowej MTS 100kN. Otrzymane wyniki zestawiono w tabeli 2

RZECZNIK PATENTOWY

*Maciej Nowicki*  
mgr inż. Maciej Nowicki  
Nr wp. 3476

Tabela 1. Przykłady wykonania

	Materiał podłoża 1	Materiał podłoża 2	Rodzaj taśmy	Grubość taśmy [mm]	Materiał wypełnienia	Ilość wypustów [szt.]	Średnica wypustów [mm]	Wysokość wypustów [mm]	Ilość komór	Pole powierzchni kleju [cm <sup>2</sup> ]	Stosunek a/b [mm] / [mm]
Przykład 1	ABS	Aluminium 2017 AT4	Tesa 51571	0,09	Distal Classic	4	5	2,1	1	1,8	30/30=1
Przykład 2	ABS	Aluminium 2017 AT4	Tesa 51571	0,09	Epidian 5 + utwardzacz PAC	2	7	2,1	2	5	44/80=0,55
Przykład 3	ABS	Aluminium 2017 AT4	VHB 5962	1,6	Distal Classic	1	20	3,6	2	38,3	120/100=1,2
Przykład 4	ABS	Aluminium 2017 AT4	VHB 5962	1,6	Epidian 5 + utwardzacz PAC	3	30	3,6	2	6,3	80/210=0,38
Przykład 5	ABS	Kompozyt EP GC 201	Tesa 51571	0,09	Distal Classic	3	15	2,1	2	30,3	100/100=1
Przykład 6	ABS	Kompozyt EP GC 201	Tesa 51571	0,09	Epidian 5 + utwardzacz PAC	4	5	2,1	1	2,1	35/35=1
Przykład 7	ABS	Kompozyt EP GC 201	VHB 5962	1,6	Distal Classic	2	7	3,6	2	5,8	50/85=0,58
Przykład 8	ABS	Kompozyt EP GC 201	VHB 5962	1,6	Epidian 5 + utwardzacz PAC	1	20	3,6	2	44,0	125/105=1,2
Przykład 9	HIPS	Aluminium 2017 AT4	Tesa 51571	0,09	Distal Classic	3	30	2,1	2	7,2	85/215=0,39
Przykład 10	HIPS	Aluminium 2017 AT4	Tesa 51571	0,09	Epidian 5 + utwardzacz PAC	3	15	2,1	2	34,8	105/105=1
Przykład 11	HIPS	Aluminium 2017 AT4	VHB 5962	1,6	Distal Classic	4	5	3,6	1	2,4	40/40=1
Przykład 12	HIPS	Aluminium 2017 AT4	VHB 5962	1,6	Epidian 5 + utwardzacz PAC	2	7	3,6	2	6,6	55/90=0,6
Przykład 13	HIPS	Kompozyt EP GC 201	Tesa 51571	0,09	Distal Classic	1	20	2,1	2	50,7	130/110=1,2
Przykład 14	HIPS	Kompozyt EP GC 201	Tesa 51571	0,09	Epidian 5 + utwardzacz PAC	3	30	2,1	2	8,3	90/220=0,4
Przykład 15	HIPS	Kompozyt EP GC 201	VHB 5962	1,6	Distal Classic	3	15	3,6	2	40,1	110/110=1
Przykład 16	HIPS	Kompozyt EP GC 201	VHB 5962	1,6	Epidian 5 + utwardzacz PAC	5	5	3,6	1	2,7	45/45=1

Tabela 2. Wyniki badań.

Przykład wykonania	Maksymalna siła [kN]
Przykład 1	1,32
Przykład 2	2,9
Przykład 3	9,7
Przykład 4	6,0
Przykład 5	8,1
Przykład 6	1,5
Przykład 7	3,3
Przykład 8	11,2
Przykład 9	6,9
Przykład 10	9,3
Przykład 11	1,7
Przykład 12	3,8
Przykład 13	12,8
Przykład 14	7,9
Przykład 15	10,7
Przykład 16	2,0

Wykaz oznaczeń:

1. Pierwszy element
  - 1.1. Wypust
2. Drugi element
  - 2.1. Otwór przelotowy
  - 2.2. Przelotowy otwór wtryskowy
  - 2.3. Przelotowy otwór wylotowy
3. Dwustronna taśma adhezyjna
  - 3.1. Otwór
  - 3.2. Wybranie
  - 3.3. Otwór wylotowy