Połączenie hybrydowe 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.

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 część 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.

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.

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".

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.

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.

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.

Opis zgłoszenia patentowego JPS57152917A dotyczy montażu elementów wzmacniających. Element wzmacniający, posiada otwory przez które dokonuje się wtrysku szybkowiążącego kleju, który wypełnia pustą przestrzeń ograniczoną elementem wzmacniającym i wzmacnianym. 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. 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 thickplate 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, 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 albo żywicy epoksydowej.

Przedmiotem wynalazku połączenie hybrydowe pierwszego elementu z tworzywa polimerowego oraz drugiego elementu metalowego albo kompozytowego z wykorzystaniem dwustronnej taśmy adhezyjnej z otworami, w których znajduje się klej epoksydowy albo żywica epoksydowa oraz sposób jego wykonania.

Istotą połączenia jest to, że pierwszy element posiada na swojej roboczej powierzchni wypusty, na około których znajdują się rowki, połączone ze sobą, **natomiast** na roboczej powierzchni pierwszego elementu od strony wypustów naklejona jest pierwsza powierzchnia klejowa dwustronnej taśmy adhezyjnej o grubości w zakresie od 0,09 mm do 1,6 mm, w której znajdują się otwory o wymiarach wypustów powiększonych o zadaną wartość. W dwustronnej taśmie adhezyjnej znajduje się również przelotowy otwór wtryskowy znajdujący się na wysokości rowków. Do drugiej powierzchni klejowej dwustronnej taśmy adhezyjnej przyklejona jest powierzchnia robocza drugiego elementu posiadającego na swojej roboczej powierzchni otwory przelotowe o wymiarach wypustów. W drugim elemencie znajduje się przelotowy otwór wtryskowy. **Tudzież** w rowkach pierwszego elementu, otworach dwustronnej taśmy adhezyjnej oraz w wolnych przestrzeniach otworów i przelotowym otworze wtryskowym drugiego elementu znajduje się klej epoksydowy albo żywica epoksydowa.

Istotą sposobu wykonania połączenia hybrydowego **jest to, że** na powierzchnie roboczą pierwszego elementu, który posiada na swojej roboczej powierzchni wypusty, na około których znajdują się rowki, połączone ze sobą nakleja się pierwszą powierzchnią klejową dwustronną taśmę adhezyjną, w której znajdują się otwory o wymiarach wypustów powiększonych o zadaną wartość oraz przelotowy otwór wtryskowy, w ten sposób aby wypusty pierwszego elementu znajdowały się w otworach dwustronnej taśmy adhezyjnej oraz aby pierwszy otwór wtryskowy znajdował się na wysokości połączenia rowków pierwszego elementu. W dalszej kolejności na drugą powierzchnię klejową dwustronnej taśmy adhezyjnej nakleja się powierzchnię roboczą drugiego elementu z otworami przelotowymi i przelotowym otworem wtryskowym w ten sposób aby wypusty pierwszego

elementu znajdowały się w otworach przelotowych drugiego elementu oraz otwór wtryskowy drugiego elementu znajdował się na wysokości otworu wtryskowego dwustronnej taśmy adhezyjnej. Następnie poprzez otwór wtryskowy drugiego elementu wtryskuje się klej epoksydowy albo żywicę epoksydową z ciśnieniem pozwalającym na wypełnienie pustej przestrzeni.

Korzystnymi skutkami zastosowania wynalazku są wyeliminowanie luzu w połączeniu mechanicznym, co wpłynie na jego równomierne obciążenie i zwiększenie wytrzymałości oraz to, że zapewniona zostanie stała grubość połączenia.

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

fig. 1 – pierwszy element w widoku perspektywicznym,

fig. 2 – zbliżenie pierwszego elementu z naklejaną taśmą adhezyjną,

fig. 3 – drugi element w widoku perspektywicznym,

fig. 4 -przedstawia gotowe połączenie w widoku perspektywicznym,

fig. 5a ,5b, 5c, 5d, 5e – widoki z góry połączeń w kolejnych przykładach wykonania.

Połączenie hybrydowe pierwszego elementu 1 z tworzywa polimerowego oraz drugiego elementu 2 metalowego albo kompozytowego z wykorzystaniem dwustronnej taśmy adhezyjnej 3 z otworami 3.1, w których znajduje się klej epoksydowy albo żywica epoksydowa w ogólnym przykładzie wykonania polega na tym, że pierwszy element 1 posiada na swojej roboczej powierzchni wypusty 1.1, na około których znajdują się rowki 1.2, połączone ze sobą. 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 znajdują się otwory 3.1 o wymiarach wypustów 1.1 powiększonych o zadaną wartość. W dwustronnej taśmie adhezyjnej 3 znajduje się również przelotowy otwór wtryskowy 3.2 znajdujący się na wysokości rowków 1.2. Do drugiej powierzchni klejowej dwustronnej taśmy adhezyjnej 3 przyklejona jest powierzchnia robocza drugiego elementu 2 posiadającego na swojej roboczej powierzchni otwory przelotowe 2.1 o wymiarach wypustów 1.1. W drugim elemencie 2 znajduje się przelotowy otwór wtryskowy 2.2. W rowkach 1.2 pierwszego elementu 1, otworach 3.1 dwustronnej taśmy adhezyjnej 3 oraz w wolnych przestrzeniach otworów 2.1 i przelotowym otworze wtryskowym 2.2 drugiego elementu 2 znajduje się klej epoksydowy albo żywica epoksydowa.

Sposób wykonania połączenia hybrydowego pierwszego elementu 1 z tworzywa polimerowego oraz drugiego elementu 2 metalowego albo kompozytowego z wykorzystaniem dwustronnej taśmy adhezyjnej 3 z otworami 3.1, w których znajduje się klej epoksydowy albo żywica epoksydowa **polega na tym, że** na powierzchnie roboczą pierwszego elementu 1, który posiada na swojej roboczej powierzchni wypusty 1.1, na około których znajdują się rowki 1.2, połączone ze sobą nakleja się pierwszą powierzchnią klejową dwustronną taśmę adhezyjną 3, w której znajdują się

otwory 3.1 o wymiarach wypustów 1.1 powiększonych o zadaną wartość oraz przelotowy otwór wtryskowy 3.2, w ten sposób aby wypusty 1.1 pierwszego elementu 1 znajdowały się w otworach 3.1 dwustronnej taśmy adhezyjnej 3 oraz aby pierwszy otwór wtryskowy 3.2 znajdował się na wysokości połączenia rowków 1.2 pierwszego elementu 1. **Następnie** na drugą powierzchnię klejową dwustronnej taśmy adhezyjnej 3 nakleja się powierzchnię roboczą drugiego elementu 2 z otworami przelotowymi 2.1 i przelotowym otworem wtryskowym 2.2 w ten sposób aby wypusty 1.1 pierwszego elementu 1 znajdowały się w otworach przelotowych 2.1 drugiego elementu 2 oraz otwór wtryskowy 2.2 drugiego elementu znajdował się na wysokości otworu wtryskowego 3.2 dwustronnej taśmy adhezyjnej 3. Następnie poprzez otwór wtryskowy 2.2 drugiego elementu 2 wtryskuje się klej epoksydowy albo żywicę epoksydową z ciśnieniem pozwalającym na wypełnienie pustej przestrzeni. Parametry dla poszczególnych przykładów zostały przedstawione w tabeli 1.

We wszystkich przykładach wykonania szerokość rowka 1.2 wynosiła 1 mm, zaś ich głębokość wynosiła 0,5 mm.

Otrzymane połączenia poddano testom jednoosiowego rozciągania na maszynie wytrzymałościowej MTS 250kN. 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]	Różnica pomiędzy średnicą wypustu a średnicą otworu w taśmie	Stosunek a/b [mm] / [mm]
Przykład 1	ABS	Aluminium 2017 AT4	Tesa 51571	0,09	Distal Classic	4	5	2,1	0,5	30/30=1
Przykład 2	ABS	Aluminium 2017 AT4	Tesa 51571	0,09	Epidian 652 + utwardzacz IDA	4	5	2,1	0,5	30/70=0,43
Przykład 3	ABS	Aluminium 2017 AT4	VHB 5962	1,6	Distal Classic	3	8	3,6	0,8	40/40=1
Przykład 4	ABS	Aluminium 2017 AT4	VHB 5962	1,6	Epidian 652 + utwardzacz IDA	6	5	3,6	0,5	30/45=0,66
Przykład 5	ABS	Kompozyt EP GC 201	Tesa 51571	0,09	Distal Classic	15	3	2,1	0,3	40/30=1,33
Przykład 6	ABS	Kompozyt EP GC 201	Tesa 51571	0,09	Epidian 652 + utwardzacz IDA	4	6	2,1	0,5	35/35=1
Przykład 7	ABS	Kompozyt EP GC 201	VHB 5962	1,6	Distal Classic	4	6	3,6	0,5	35/75=0,46
Przykład 8	ABS	Kompozyt EP GC 201	VHB 5962	1,6	Epidian 652 + utwardzacz IDA	3	9	3,6	0,8	45/45=1
Przykład 9	HIPS	Aluminium 2017 AT4	Tesa 51571	0,09	Distal Classic	6	6	2,1	0,5	35/50=0,6
Przykład 10	HIPS	Aluminium 2017 AT4	Tesa 51571	0,09	Epidian 652 + utwardzacz IDA	15	4	2,1	0,3	45/35=1,28
Przykład 11	HIPS	Aluminium 2017 AT4	VHB 5962	1,6	Distal Classic	4	7	3,6	0,5	40/40=1
Przykład 12	HIPS	Aluminium 2017 AT4	VHB 5962	1,6	Epidian 652 + utwardzacz IDA	4	7	3,6	0,5	40/80=0,5
Przykład 13	HIPS	Kompozyt EP GC 201	Tesa 51571	0,09	Distal Classic	3	10	2,1	0,8	50/50=1
Przykład 14	HIPS	Kompozyt EP GC 201	Tesa 51571	0,09	Epidian 652 + utwardzacz IDA	6	7	2,1	0,5	40/55=0,72
Przykład 15	HIPS	Kompozyt EP GC 201	VHB 5962	1,6	Distal Classic	15	5	3,6	0,3	50/40=1,25
Przykład 16	HIPS	Kompozyt EP GC 201	VHB 5962	1,6	Epidian 652 + utwardzacz IDA	4	8	3,6	0,5	45/45=1

Tabela 2. Wyniki badań.

Przykład wykonania	Maksymalna siła [N]
Przykład 1	830
Przykład 2	900
Przykład 3	1650
Przykład 4	1270
Przykład 5	1620
Przykład 6	1195
Przykład 7	1296
Przykład 8	2088
Przykład 9	1829
Przykład 10	2880
Przykład 11	1627
Przykład 12	1764
Przykład 13	2578
Przykład 14	2489
Przykład 15	4500
Przykład 16	2125

Wykaz oznaczeń:

1. Pierwszy element
    1.1. Wypust
    1.2. Rowek
2. Drugi element
    2.1. Otwór przelotowy
    2.2. Przelotowy otwór wtryskowy
3. Dwustronna taśma adhezyjna
    3.1. Otwór
    3.2. Przelotowy otwór wtryskowy