# Połączenie hybrydowe z wewnętrznym łącznikiem mechanicznym i sposób jego wykonania

Przedmiotem wynalazku jestpołączenie 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. Nie stosuje się w tym przypadku otworów, brak jest łączników mechanicznych, kleje epoksydowy jest nakładany za pomocą pędzelka.

W artykuleS.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, 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 wewnętrznym łącznikiem mechanicznym i sposób jego wykonania.

Połączenie hybrydowe z wewnętrznym łącznikiem mechanicznym pierwszego elementu z tworzywa polimerowego oraz drugiego elementu metalowego albo kompozytowego z wykorzystaniem dwustronnej taśmy adhezyjnej z wolnymi przestrzeniami, w których znajduje się klej epoksydowy. Jego istotą w pierwszej odmianie jest to, że pierwszy element posiada na swojej roboczej powierzchni wypusty, na około których znajdują się rowki, połączone ze sobą. 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 nieprzelotowe otwory o wymiarach wypustów. W drugim elemencie znajduje się przelotowy otwór wtryskowy ułożony współosiowo do otworu wtryskowego w dwustronnej taśmie adhezyjnej. W drugim elemencie na wysokości otworu w dwustronnej taśmie adhezyjnej znajduje się otwór wylotowy. W rowkach pierwszego elementu, otworach dwustronnej taśmy adhezyjnej oraz w wolnych przestrzeniach otworów i przelotowym otworze wtryskowym drugiego elementu znajduje się klej epoksydowy.

Istotą połączenia w drugiej odmianie jest to, że pierwszy element posiada na swojej roboczej powierzchni okrągłe wypust, natomiast 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, oraz w dwustronnej taśmie adhezyjnej znajduje się wybranie, w które wtryśnięty jest klej epoksydowy. W drugim elemencie znajdują się nieprzelotowy otwór, którego położenie i wymiary odpowiadają

położeniu i wymiarom okrągłego wypustu znajdującego się na pierwszym elemencie, w którym znajduje się ten wypust. W drugim elemencie na wysokości wybrania znajduje się otwór wylotowy lub w bocznej powierzchni taśmy adhezyjnej znajduje się otwór wylotowy .

Przedmiotem wynalazku jest również sposób wykonania połączenia hybrydowego z wewnętrznym łącznikiem mechanicznym pierwszego elementu z tworzywa polimerowego oraz drugiego elementu metalowego albo kompozytowego z wykorzystaniem dwustronnej taśmy adhezyjnej z otworami, w których znajduje się klej epoksydowy. Jego istotą w pierwszej odmianie 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. Po czym na drugą powierzchnię klejową dwustronnej taśmy adhezyjnej nakleja się powierzchnię roboczą drugiego elementu z nieprzelotowymi otworami 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 z ciśnieniem pozwalającym na wypełnienie pustej przestrzeni.

Jego istotą w drugiej odmianie jest to, że na powierzchnie roboczą 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, a w dalszym etapie na drugą powierzchnię klejową dwustronnej taśmy adhezyjnej nakleja się powierzchnię roboczą drugiego elementu w ten sposób aby wypust znajdował się w nieprzelotowym otworze znajdującym się w drugim elemencie po czym poprzez otwór wtryskowy wtryskuje się klej epoksydowy z ciśnieniem pozwalającym na wypełnienie wybrania.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest: zapewnienie wysokiej estetyki oraz szczelności połączenia poprzez to, że otwór w którym umieszczony jest wypust nie jest przelotowy i tym samym nie jest on widoczny z zewnątrz, zapewnienie stałej grubości połączenia, możliwość kształtowania charakterystyki połączenia.

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

fig. 1 – pierwszy element w widoku perspektywicznym, rozstrzelonym,

fig. 2 – drugi element w widoku perspektywicznym,

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

Połączenie hybrydowe z wewnętrznym łącznikiem mechanicznym pierwszego elementu 1 z tworzywa polimerowego oraz drugiego elementu 2 metalowego albo kompozytowego z wykorzystaniem dwustronnej taśmy adhezyjnej 3 z wolnymi przestrzeniami, w których znajduje się klej epoksydowy w pierwszej odmianie według wynalazku w ogólnym przykładzie wykonania posiada ogólną budowę, w której pierwszy element 1 posiada na swojej roboczej powierzchni wypusty 1.1, na około których znajdują się rowki 1.2, połączone ze sobą. Natomiast na roboczej powierzchni pierwszego elementu 1 od strony wypustów 1.1 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 nieprzelotowe otwory 2.1 o wymiarach wypustów 1.1. W drugim elemencie 2 znajduje się przelotowy otwór wtryskowy 2.2 ułożony współosiowo do otworu wtryskowego 3.2 w dwustronnej taśmie adhezyjnej 3. W drugim elemencie 2 na wysokości otworu 3.1 w dwustronnej taśmie adhezyjnej 3 znajduje się otwór wylotowy 2.3. Tudzież 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.

Sposób wykonania hybrydowego połączenia z wewnętrznym łącznikiem mechanicznym 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 w pierwszej odmianie według wynalazku w ogólnym przykładzie wykonania 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. W dalszej kolejności na drugą powierzchnię klejową dwustronnej taśmy adhezyjnej 3 nakleja się powierzchnię roboczą drugiego elementu 2 z nieprzelotowymi otworami 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 z ciśnieniem pozwalającym na wypełnienie pustej przestrzeni.

Połączenie hybrydowe z wewnętrznym łącznikiem mechanicznym pierwszego elementu 1 z tworzywa polimerowego oraz drugiego elementu 2 metalowego albo kompozytowego z wykorzystaniem dwustronnej taśmy adhezyjnej 3 z wolnymi przestrzeniami, w których znajduje się klej epoksydowy w drugiej odmianie według wynalazku w ogólnym przykładzie wykonania posiada ogólną budowę

pierwszy element 1 posiada na swojej roboczej powierzchni okrągłe wypust 1.1. 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, oraz w dwustronnej taśmie adhezyjnej 3 znajduje się wybranie 3.3, w które wtryśnięty jest klej epoksydowy 4. W drugim elemencie 2 znajdują się nieprzelotowy otwór 2.1, którego położenie i wymiary odpowiadają położeniu i wymiarom okrągłego wypustu 1.1 znajdującego się na pierwszym elemencie 1, w którym znajduje się ten wypust 1.1. Tudzież w drugim elemencie 2 na wysokości wybrania 3.3 znajduje się otwór wylotowy 2.3 lub w bocznej powierzchni taśmy adhezyjnej 3 znajduje się otwór wylotowy 3.4.

Sposób wykonania hybrydowego połączenia z wewnętrznym łącznikiem mechanicznym z wewnętrznym łącznikiem mechanicznym 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 w drugiej odmianie według wynalazku w ogólnym przykładzie wykonania polega na tym, że na powierzchnie roboczą pierwszego elementu 1 na której znajdują się wypusty 1.1 nakleja się pierwszą powierzchnię klejową dwustronnej taśmy adhezyjnej 3, w której znajduje się otwór 3.1 i wybranie 3.3 w ten sposób aby w przelotowym otworze 3.1 znajdował się wypust 1.1. W dalszym etapie na drugą powierzchnię klejową dwustronnej taśmy adhezyjnej 3 nakleja się powierzchnię roboczą drugiego elementu 2 w ten sposób aby wypust 1.1 znajdował się w nieprzelotowym otworze 2.1 znajdującym się w drugim elemencie 2 po czym poprzez otwór wtryskowy 2.2 wtryskuje się klej epoksydowy z ciśnieniem pozwalającym na wypełnienie wybrania 3.3.

Parametry dla poszczególnych przykładów zostały przedstawione w tabeli 1.

W 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.

Na fig. 1 i 2 rysunku zostało pokazane połączenie wspólne dla dwóch odmian jego wykonania.

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] | Rodzaj kleju płynnego | Ilość wypustów [szt.] | Średnica wypustów [mm] | Wysokość wypustów [mm] | Pole powierzchni kleju [$cm^2$] | Stosunek a/b [mm] / [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Przykład 1 | ABS | Aluminium 2017 AT4 | Tesa 51571 | 0,09 | Distal Classic | 3 | 8 | 2,1 | 9,6 | 40 / 80 = 0,5 |
| Przykład 2 | ABS | Aluminium 2017 AT4 | Tesa 51571 | 0,09 | Epidian 5 + utwardzacz PAC | 4 | 5 | 2,1 | - | 30 / 30 = 1 |
| Przykład 3 | ABS | Aluminium 2017 AT4 | VHB 5962 | 1,6 | Distal Classic | 1 | 15 | 3,6 | 12,6 | 60 / 100 = 0,6 |
| Przykład 4 | ABS | Aluminium 2017 AT4 | VHB 5962 | 1,6 | Epidian 5 + utwardzacz PAC | 1 | 20 | 3,6 | 38,4 | 120 / 100 = 1,2 |
| Przykład 5 | ABS | Kompozyt EP GC 201 | Tesa 51571 | 0,09 | Distal Classic | 3 | 30 | 2,1 | 6,3 | 80 / 210 = 0,38 |
| Przykład 6 | ABS | Kompozyt EP GC 201 | Tesa 51571 | 0,09 | Epidian 5 + utwardzacz PAC | 3 | 10 | 2,1 | 11,5 | 50 / 100 = 0,5 |
| Przykład 7 | ABS | Kompozyt EP GC 201 | VHB 5962 | 1,6 | Distal Classic | 4 | 7 | 3,6 | - | 35 / 35 = 1 |
| Przykład 8 | ABS | Kompozyt EP GC 201 | VHB 5962 | 1,6 | Epidian 5 + utwardzacz PAC | 1 | 18 | 3,6 | 15,1 | 70 / 100 = 0,7 |
| Przykład 9 | HIPS | Aluminium 2017 AT4 | Tesa 51571 | 0,09 | Distal Classic | 1 | 24 | 2,1 | 46,1 | 140 / 100 = 1,4 |
| Przykład 10 | HIPS | Aluminium 2017 AT4 | Tesa 51571 | 0,09 | Epidian 5 + utwardzacz PAC | 3 | 35 | 2,1 | 7,6 | 90 / 220 = 0,41 |
| Przykład 11 | HIPS | Aluminium 2017 AT4 | VHB 5962 | 1,6 | Distal Classic | 3 | 12 | 3,6 | 13,8 | 60 / 120 =0,5 |
| Przykład 12 | HIPS | Aluminium 2017 AT4 | VHB 5962 | 1,6 | Epidian 5 + utwardzacz PAC | 4 | 9 | 3,6 | - | 45 / 45 = 1 |
| Przykład 13 | HIPS | Kompozyt EP GC 201 | Tesa 51571 | 0,09 | Distal Classic | 1 | 21 | 2,1 | 18,1 | 80 / 120 = 0,66 |
| Przykład 14 | HIPS | Kompozyt EP GC 201 | Tesa 51571 | 0,09 | Epidian 5 + utwardzacz PAC | 1 | 28 | 2,1 | 55,3 | 150 / 110 = 1,36 |
| Przykład 15 | HIPS | Kompozyt EP GC 201 | VHB 5962 | 1,6 | Distal Classic | 3 | 40 | 3,6 | 9,1 | 110 / 230 = 0,48 |
| Przykład 16 | HIPS | Kompozyt EP GC 201 | VHB 5962 | 1,6 | Epidian 5 + utwardzacz PAC | 3 | 14 | 3,6 | 16,6 | 70 / 130 = 0,54 |

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

Tabela 2. Wyniki badań.

| Przykład wykonania | Maksymalna siła [kN] |
|---|---|
| Przykład 1 | 2,43 |
| Przykład 2 | 0,8 |
| Przykład 3 | 3,2 |
| Przykład 4 | 9,5 |
| Przykład 5 | 6,0 |
| Przykład 6 | 2,9 |
| Przykład 7 | 1,0 |
| Przykład 8 | 3,8 |
| Przykład 9 | 11,4 |
| Przykład 10 | 7,2 |
| Przykład 11 | 3,5 |
| Przykład 12 | 1,2 |
| Przykład 13 | 4,6 |
| Przykład 14 | 13,7 |
| Przykład 15 | 8,6 |
| Przykład 16 | 4,2 |

Wykaz oznaczeń:

1. Pierwszy element
   1.1. Wypust
   1.2. Rowki
2. Drugi element
   2.1. Otwór nieprzelotowy
   2.2. Otwór wtryskowy
   2.3. Otwór wylotowy
3. Dwustronna taśma adhezyjna
   3.1. Otwór
   3.2. Przelotowy otwór wtryskowy
   3.3. Wybranie
   3.4. Otwór wylotowy
4. Klej epoksydowy