

## **Węzeł połączeniowy dwuteowników**

Przedmiotem wynalazku jest węzeł połączeniowy dwuteowników stosowanych w konstrukcjach budowlanych, zwłaszcza w miejscach występowania momentów zginających.

Znany jest z polskiego opisu wzoru użytkowego Ru.67364 dwuramienny węzeł konstrukcji metalowej, mający element wsporczy w postaci posadowionego pionowo, na podłożu słupa nośnego o przekroju poziomym prostokątnym, do którego zamocowane są wzdłużnice płaskich kratownic belkowych, przy czym do słupa zamocowane są bocznie, jeden nad drugim łączniki w kształcie otwartych do góry ceowników, wystające dwustronnie poza bok słupa, w postaci ramion, w których umieszczone i zamocowane są końce wzdłużnic płaskich kratownic belkowych, przy czym kąty  $\beta$  pomiędzy kratownicami a słupem równają się odpowiednio kątom  $\alpha$ , pod którymi usytuowane są łączniki względem osi słupa.

Znany jest z polskiego zgłoszenia patentowego P.340714 węzeł, łączący elementy konstrukcji budowlanej w budynkach typu hala, wznoszonych w systemie lekkiego szkieletu stalowego. Węzeł łączący charakteryzuje się tym, że stanowią go nie przylegające do siebie końce zimnogiętych profili, tworzące między sobą szczelinę oraz umieszczony w niej łącznik, przy czym profile i łącznik połączone są ze sobą śrubami z nakrętką.

Znane jest z polskiego opisu wynalazku PL188508 doczołowe połączenie sprężone, zawierające śruby sprężające, w których pomiędzy płytami czołowymi usytuowane są wkładki dystansowe w postaci płytek o powierzchni mniejszej niż powierzchnia płyt czołowych. Korzystnie jest gdy powierzchnia wkładek dystansowych stanowi 10-50% powierzchni płyt czołowych.

Znane jest z polskiego opisu wynalazku PL202537 doczołowe połączenia sprężone zawierające płyty czołowe łączone śrubami sprężającymi, w których pomiędzy płytami czołowymi, znajdują się elementy dystansowe usytuowane na obrzeżach płyt a śruby sprężające łączące płyty czołowe rozmieszczone są w strefie rozciąganej pomiędzy elementami dystansowymi a obrysem przekroju łączonych elementów.

Znany jest z polskiego opisu wynalazku PL190817 sposób połączenia

elementów konstrukcji stalowych w którym łączone elementy wykonuje się w ujemnych tolerancjach wymiarowych, a przestrzeń pomiędzy płaszczyznami płyt czołowych wypełnia się substancją sprężysto odkształcalną o niższej wartości modułu sprężystości od modułu sprężystości podłużnej materiałów łączonych elementów. Przestrzeń pomiędzy płaszczyznami płyt czołowych można wypełnić przekładką w formie odkształcalnego ciała stałego albo szybko utwardzalną, korzystnie polimerową, substancją w postaci półpłynnej, którą poddaje się suszeniu i utwardzeniu. W przestrzeni pomiędzy płaszczyznami płyt czołowych można także umieścić siatkę zbrojeniową, korzystnie z włókna szklanego.

Znane są powszechnie połączenia zginanych stalowych dwuteowych elementów konstrukcji budowlanych na śruby zwykłe i śruby sprężone, w których zastosowano w obu łączonych elementach pojedyncze płyty doczołowe o wymiarach podobnych lub nieco większych niż szerokość i wysokość łączonych dwuteowników. W połączeniach z pojedynczymi płytami doczołowymi występują znaczne trudności w uzyskaniu wymaganych przez normy budowlane ostrych tolerancji w zakresie płaskości płyt doczołowych i ich wzajemnego przylegania. Trudności w uzyskaniu wymaganej dokładności wykonania doczołowych połączeń zginanych, w których śruby są sprężone, powodują w praktyce dużą losową zmienność nośności i sztywności takich połączeń, skutkującą nierzadko zniszczeniem połączenia przy znacznie mniejszych wartościach momentu zginającego niż obliczona nośność połączenia na zginanie. Znaczną niedogodnością w realizacji stosowanych śrubowych połączeń doczołowych na śruby sprężające w elementach dwuteowych są duże wymiary prostokątnych pojedynczych płyt doczołowych, przez co zabiegi prostowania lub frezowania takich płyt w celu uzyskania wymaganej płaskości ich powierzchni są kosztowne i bardzo trudne w realizacji. Płyty doczołowe o dużych wymiarach mają zróżnicowane wartości odchyłek od płaskości w różnych miejscach ich powierzchni, co często wywołuje niekorzystny losowy efekt dźwigni podczas obciążania połączenia momentem zginającym, prowadzący do przeciążenia, a nawet zerwania śrub w połączeniu.

Płyty doczołowe z uwagi na swe wymiary mają dużą masę i zwiększają niekorzystnie zużycie stali na wykonanie stalowych konstrukcji budowlanych.

W znanych rozwiązaniach stosowane są różne typy płaskich lub klinowych przekładek w celu wypełnienia szczelin pomiędzy blachami doczołowymi łączonych elementów dwuteowych, które mają ograniczyć niekorzystne skutki braku wymaganej płaskości blach doczołowych i wad ich wzajemnego przylegania. Przekładki

wypełniające powstałe szczeliny są na ogół mało skuteczne, a w wielu przypadkach zmniejszają nośność i sztywność sprężonego połączenia na śruby, gdyż w praktyce dokładne wypełnienie szczelin o losowych wartościach jest bardzo trudne i wręcz niemożliwe. Wadą stosowanych przekładek jest również ryzyko wystąpienia korozji pomiędzy blachami doczołowymi, gdyż w praktyce przekładki nie są w stanie dokładnie wypełnić całej szczeliny.

Celem wynalazku jest rozwiązanie łączenia dwóch stalowych dwuteowych elementów zginanych, z zastosowaniem jako łączników śrub zwykłych lub sprężonych, pozbawione wyżej wymienionych wad.

Węzeł połączeniowy dwuteowników zwłaszcza w miejscach występowania momentów zginających, który tworzą dwa złączone ze sobą połączeniami śrubowymi dwuteowniki, z których co najmniej jeden zestawiany jest z drugim czołowo, przy czym każde połączenie śrubowe każdego dwuteownika, który z drugim dwuteownikiem zestawiany jest czołowo, przeprowadzone jest przez doczołowo przyspawaną do zestawianego czołowo dwuteownika płytę **według wynalazku charakteryzuje się tym, iż** każdy zestawiany czołowo dwuteownik ma co najmniej jedną płytę doczołowo przyspawaną do jednej jego półki, która jest rozciągana w węźle oraz oddaloną od niej co najmniej jedną płytę doczołowo przyspawaną do drugiej jego półki, która jest ściskana w węźle, przy czym przez każdą z tych płyt przeprowadzone jest co najmniej jedno połączenie śrubowe.

Korzystnie oba dwuteowniki wzajemnie ze sobą zestawiane są czołowo albo alternatywnie jeden dwuteownik zestawiany jest czołowo z półką drugiego dwuteownika.

Korzystnie do środka każdego zestawianego czołowo dwuteownika doczołowo przyspawana jest co najmniej jedna płyta, przez którą przeprowadzone jest co najmniej jedno, korzystnie co najmniej dwa połączenia śrubowe.

Korzystnie przyspawana do jednej półki każdego czołowo zestawianego dwuteownika płyta przyspawana jest także do środka przynależnego jej dwuteownika.

Korzystnie płyty przyspawane są także do środków przynależnych im czołowo zestawianych dwuteowników.

Korzystnie, gdy dwuteowniki wzajemnie ze sobą zestawiane są czołowo, do jednej półki każdego dwuteownika doczołowo przyspawane są po dwie płyty a do drugiej półki każdego dwuteownika doczołowo przyspawana jest jedna płyta, która przyspawana jest także do środka przynależnego jej dwuteownika, przy czym przez

każdą z powyższych płyt przeprowadzone są dwa połączenia śrubowe.

Korzystnie, gdy oba dwuteowniki wzajemnie ze sobą zestawiane są czołowo, do obu pólek każdego dwuteownika doczołowo przyspawane są po dwie płyty, a poza tym do środka każdego dwuteownika doczołowo przyspawana jest płyta, przy czym przez każdą z płyt przyspawanych do pólki dwuteowników przeprowadzone jest co najmniej jedno połączenie śrubowe, a przez płyty przyspawane do środków przeprowadzone są co najmniej dwa połączenia śrubowe.

Korzystnie, gdy oba dwuteowniki wzajemnie ze sobą zestawiane są czołowo, do jednej półki każdego dwuteownika w takim zestawieniu doczołowo przyspawane są cztery płyty, do drugiej półki tego dwuteownika doczołowo przyspawana jest jedna płyta, a poza tym do środka każdego dwuteownika doczołowo przyspawana jest płyta, przy czym przez płyty przyspawane do jednej półki i środków obu dwuteowników przeprowadzone są dwa połączenia śrubowe, a przez płyty przyspawane do drugiej półki obu dwuteowników przeprowadzone są cztery połączenia śrubowe.

Korzystnie, gdy dwuteownik zestawiany czołowo zespolony jest z półką drugiego dwuteownika, do jednej półki dwuteownika zestawianego czołowo przyspawane są cztery płyty, do drugiej półki tego dwuteownika doczołowo przyspawana jest jedna płyta, a poza tym do środka tego dwuteownika doczołowo przyspawana jest płyta, przy czym przez płyty przyspawane do jednej półki i środka zestawianego czołowo dwuteownika przeprowadzone są dwa połączenia śrubowe, a przez płytę przyspawaną do drugiej półki tych dwuteowników przeprowadzone są cztery połączenia śrubowe.

Korzystnie, gdy oba dwuteowniki wzajemnie ze sobą zestawiane są czołowo, do każdej półki każdego dwuteownika w takim zestawieniu przyspawana jest jedna płyta, przy czym przez każdą z tych płyt przeprowadzone są co najmniej dwa połączenia śrubowe, a jedna płyta każdego dwuteownika przyspawana jest także do środka przynależnego jej dwuteownika.

Według wynalazku połączenia stalowych dwuteowych elementów, zwłaszcza w miejscach występowania momentów zginających, charakteryzują się tym, że nie stosuje się w nich tylko jednej płyty doczołowej na krawędzi czołowej dwuteowego elementu, ale kilka niezależnych płyt doczołowych o małych wymiarach w planie z otworami na połączenia śrubowe, które to płyty nie są ze sobą wzajemnie połączone. Pojedyncze płyty doczołowe mają otwory na połączenia śrubowe i przyspawane są do pólki dwuteowego elementu oraz korzystnie do jego środka, przy czym każda z płyt

przyspawana jest tylko do jednej z dwóch półek dwuteownika lub samego środka dwuteownika albo do jednej półki i środka.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest wyeliminowanie występującego powszechnie bardzo niekorzystnego zjawiska niedokładnego przylegania płyt doczołowych w połączeniach dwuteowych elementów zginanych, z uwagi iż zastosowane niezależne pojedyncze płyty doczołowe w doczołowych połączeniach łatwo jest do siebie dopasować poprzez proste zabiegi mechaniczne, a w razie potrzeby frezowania ich powierzchnia jest niewielka w porównaniu z tradycyjnymi pełnymi płytami doczołowymi, a więc koszt frezowania jest niewielki. Małe wymiary niezależnych płyt doczołowych w połączeniu nie generują dużych odkształceń spawalniczych i na ogół nie wymagają żadnych specjalnych zabiegów technicznych w celu dobrego wzajemnego dopasowania tych płyt w wykonywanych połączeniach doczołowych.

Ważną zaletą rozwiązania według wynalazku jest wyeliminowanie niekorzystnego losowego efektu dźwigni, występującego w przypadku zastosowania tradycyjnych pojedynczych płyt doczołowych, gdyż pojedyncze niezależne płyty doczołowe mają małe wymiary i efekt niedokładności na jednej z takich płyt nie przenosi się na sąsiednią małą płytę doczołową.

Kolejną zaletą rozwiązania według wynalazku, jest też znaczne zmniejszenie zużycia stali na blachy doczołowe w połączeniach, z uwagi mniejsze płyty mają znacznie mniejszą masę niż pojedyncze płyty wypełniające całą powierzchnię zestawienia dwuteowników. Stosowanie płyt wypełniających całą powierzchnię zestawienia dwuteowników nie ma uzasadnienia wytrzymałościowego, z uwagi, iż płyty takie są realnie wyteżone jedynie w bezpośrednim sąsiedztwie każdej ze śrub, a znaczne ich fragmenty nie są istotnie wyteżone, a więc nie są potrzebne.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia węzeł w pierwszym przykładzie wykonania w widoku z boku, a fig. 2 węzeł w widoku wzdłuż linii A-A z fig. 1, fig. 3 węzeł w drugim przykładzie wykonania w widoku z boku, a fig. 4 węzeł w widoku wzdłuż linii B-B z fig. 3, fig. 5 przedstawia węzeł w trzecim przykładzie wykonania w widoku z boku, a fig. 6 węzeł w widoku wzdłuż linii C-C z fig. 5, fig. 7 przedstawia węzeł w czwartym przykładzie wykonania w widoku z boku, fig. 8 węzeł w widoku wzdłuż linii D-D z fig. 7, fig. 9 przedstawia węzeł w piątym przykładzie wykonania w widoku z boku, fig. 10 węzeł w widoku wzdłuż linii E-E z fig. 9, fig. 11 przedstawia węzeł w szóstym przykładzie wykonania w

widoku z boku a fig. 12 węzeł w widoku wzdłuż linii F-F z fig. 11.

Węzeł połączeniowy dwuteowników w przykładzie wykonania **pierwszym** według wynalazku tworzą dwa zestawiane ze sobą czołowo dwuteowniki 1 zespolone ze sobą połączeniami śrubowymi 3 przeprowadzonymi przez doczołowo przyspawane do każdego z dwuteowników 1, w odstępach od siebie, trzech prostokątnych płyt 4, 5. Dwie spośród tych trzech płyt 4 przyspawane są tylko do jednej, pierwszej półki 1a każdego z dwuteowników 1, a jedna pozostała z tych trzech płyt 5 doczołowo przyspawana jest do drugiej półki 1b oraz środka 1c każdego dwuteownika 1. Połączenia śrubowe 3 przeprowadzone są przez utworzone w płytach 4, 5 przelotowe otwory, przy czym w każdej z płyt 4, 5 utworzone są po dwa przelotowe otwory, przez które przeprowadzone są połączenia śrubowe 3. Do pierwszej półki 1a każdego dwuteownika 1 płyty 4 przyspawane są w obszarze swojego środka, po przeciwnych stronach środka 1c. Jeden przelotowy otwór każdej z płyt 4 umiejscowiony jest nad a drugi pod półką 1a. Płyta 5 każdego z dwuteowników 1 przyspawana do drugiej półki 1b ma szerokość półki 1b dwuteownika 1, wspawana jest pod półką 1b i ma jeden przelotowy otwór po każdej stronie środka 1c. Każda z płyt 4 ma znacznie mniejsze wymiary niż wysokość i szerokość dwuteowników 1, a każda z płyt 5 ma znacznie mniejszą wysokość od wysokości dwuteowników 1. W węźle półki 1a dwuteowników 1, które są rozciągane wskutek działania na połączenie momentu zginającego, mają do siebie przyspawane płyty 4, które nie są przyspawane do środka 1c. Do półki 1b każdego dwuteownika 1, która jest ściskana wskutek działania momentu zginającego, przyspawana jest płyta 5, która przyspawana jest też do środka 1c. Śruby w połączeniu mogą być sprężone lub niesprężone. Dwuteowniki 1 mogą być spawane lub walcowane.

Węzeł połączeniowy dwuteowników w przykładzie wykonania **drugim** według wynalazku tworzą dwa zestawiane ze sobą czołowo dwuteowniki 1 zespolone ze sobą połączeniami śrubowymi 3 przeprowadzonymi przez doczołowo przyspawane do każdego z dwuteowników 1, w odstępach od siebie, sześć prostokątnych płyt 4, 5, 6. Cztery spośród tych sześciu płyt 4 przyspawane są tylko do jednej, pierwszej półki 1a każdego z dwuteowników 1; piąta z tych sześciu płyt 5 doczołowo przyspawana jest do drugiej półki 1b każdego dwuteownika 1; a pozostała szоста płyta 6 doczołowo przyspawana jest do środka 1c każdego dwuteownika 1. Płyta 5 może być przyspawana również do środka 1c przynależnego jej dwuteownika 1. Połączenia śrubowe 3 przeprowadzone są przez utworzone w płytach 4, 5, 6 przelotowe otwory,

przy czym w każdej z płyt 4, 6, które przymocowane są do półki 1a pierwszej albo środka 1c utworzone są po dwa przelotowe otwory przez które przeprowadzone są połączenia śrubowe 3, a w płycie 5 zamocowanej do półki drugiej 1b cztery. Do pierwszej półki 1a każdego dwuteownika 1 płyty 4 przyspawane w obszarze swojego środka, są po dwie po obu stronach środka 1c. Jeden przelotowy otwór każdej z płyt 4 umiejscowiony jest nad a drugi pod półką 1a. Płyta 5 każdego z dwuteowników 1, która przyspawana jest do drugiej półki 1b ma szerokość półki 1b dwuteownika 1, wspawana jest pod półką 1b i ma po dwa przelotowe otwory po każdej stronie środka 1c. Płyta 6 do środka 1c przynależnego jej dwuteownika 1 przymocowana jest pośrodku i jeden przelotowy otwór ma po jednej stronie środka 1c a drugi po drugiej. Płyta 6 do środka 1c zamocowana jest w obszarze jego górnej połowy. Każda z płyt 4, 6 ma znacznie mniejsze wymiary niż wysokość i szerokość dwuteowników 1, a każda z płyt 5 ma znacznie mniejszą wysokość od wysokości dwuteowników 1. W węźle półki 1a dwuteowników 1, które są rozciągane wskutek działania na połączenie momentu zginającego, mają do siebie przyspawane płyty 4, które nie są przyspawane do środka 1c. Do półki 1b dwuteownika 1, która jest ściszana wskutek działania momentu zginającego, przyspawana jest płyta 5. Śruby w połączeniu śrubowym 3 mogą być sprężone lub niesprężone. Dwuteowniki 1 mogą być spawane lub walcowane.

Węzeł połączeniowy dwuteowników w przykładzie wykonania **trzecim** według wynalazku tworzą dwa połączone ze sobą połączeniami śrubowymi 3 dwuteowniki 1, z których pierwszy dwuteownik 1 zestawiany jest czołowo pod kątem prostym z półką 1a drugiego dwuteownika 1. Konstrukcja dwuteownika 1 zestawianego czołowo jest identyczna z konstrukcją dwuteownika 1 z przykładu drugiego. Połączenia śrubowe 3 w drugim dwuteowniku 1 przeprowadzone są przez utworzone w półce 1a przyległej do płyt 4, 5, 6 dwuteownika 1 pierwszego otworach przelotowych. W dwuteowniku 1 zestawianym półką 1a pomiędzy półki 1a, 1b wspawane są wsporniki 2.

Węzeł połączeniowy dwuteowników w przykładzie wykonania **czwartym** według wynalazku tworzą dwa zestawiane ze sobą czołowo dwuteowniki 1 zespolone ze sobą połączeniami śrubowymi 3 przeprowadzonymi przez doczołowo przyspawane do każdego z dwuteowników 1, w odstępach od siebie, pięciu prostokątnych płyt 4, 5, 6. Pierwsze dwie płyty 4 spośród tych pięciu doczołowo przyspawane są tylko do jednej, pierwszej półki 1a każdego z dwuteowników 1, a drugie dwie płyty 5 z tych pięciu doczołowo przyspawane są tylko do drugiej półki 1b każdego dwuteownika 1, a pozostała piąta płyta 6 doczołowo przyspawana jest do środka 1c każdego

dwuteownika 1 w obszarze jego środka. Połączenia śrubowe 3 przeprowadzone są przez utworzone w płytach 4, 5, 6 przelotowe otwory, przy czym w każdej z płyt 4, 5 utworzony jest jeden przelotowy otwór przez który przeprowadzone jest połączenie śrubowe 3. Do pierwszej półki 1a i do drugiej półki 1b każdego dwuteownika 1 płyty 4, 5 przyspawane są po przeciwnych stronach środka 1c i umiejscowione są w obszarze wnętrza dwuteownika 1. Płyta 6 do środka 1c przynależnego jej dwuteownika 1 przymocowana jest pośrodku środka 1c i jeden przelotowy otwór ma po jednej stronie środka 1c a drugi po drugiej. Każda z płyt 4, 5, ma znacznie mniejsze wymiary niż wysokość i szerokość dwuteowników 1, a każda z płyt 6 ma wysokość znacznie mniejszą niż wysokość dwuteowników 1. Śruby w połączeniu mogą być sprężone lub niesprężone. Dwuteowniki 1 mogą być spawane lub walcowane.

Węzeł połączeniowy dwuteowników w przykładzie wykonania **piątym** według wynalazku tworzą dwa zestawiane ze sobą czołowo dwuteowniki 1 zespolone ze sobą połączeniami śrubowymi 3 przeprowadzonymi przez doczołowo i w odstępach od siebie przyspawane do każdego z dwuteowników 1 dwóch prostokątnych płyt 4, 5. Jedna z tych płyt 4 doczołowo przyspawana jest tylko do jednej, pierwszej półki 1a oraz do środka 1c każdego z dwuteowników 1, a druga z tych płyt 5 doczołowo przyspawana jest do drugiej półki 1b i do środka 1c. Połączenia śrubowe 3 przeprowadzone są przez utworzone w płytach 4, 5 przelotowe otwory, przy czym w każdej z płyt 4, 5 utworzone są po dwa przelotowe otwory przez które przeprowadzone są połączenia śrubowe 3. Każda z płyt 4, 5 ma szerokość półki 1a, 1b dwuteowników 1 i wysokość znacznie mniejszą od wysokości dwuteowników 1, wspawana jest pod przynależną jej półką 1a, 1b (we wnętrzu dwuteownika) i ma jeden przelotowy otwór po każdej stronie środka 1c. Śruby w połączeniu mogą być sprężone lub niesprężone. Dwuteowniki 1 mogą być spawane lub walcowane.

Węzeł połączeniowy dwuteowników w przykładzie wykonania **szóstym** według wynalazku zbieżny jest z przykładem wykonania piątym, przy czym różni się od niego tym, iż jedna płyta 4 każdego dwuteownika 1 jest większa i jedną swoją połową jest we wnętrzu przynależnego jej dwuteownika 1 a drugą wychodzi nad jego półkę 1a, w której na obu ćwiartkach ma przelotowe otwory przez które przeprowadzone są połączenia śrubowe 3, poza tym płyta 4 nie jest przyspawana do środka 1c przynależnego jej dwuteownika 1. W węźle płyty 4 obu dwuteowników 1, które są rozciągane wskutek działania na połączenie momentu zginającego, nie są przyspawane do środka 1c, a płyty 5 które są ściskane wskutek działania momentu zginającego,

przyspawane są do środka 1c. Śruby w połączeniu śrubowym 3 mogą być sprężone lub niesprężone. Dwuteowniki mogą 1 być spawane lub walcowane.

W powyższych przykładach wykonania połączenia śrubowe które przeprowadzane są przez płyty 5, 6, które przyspawane są do środków 1c, przenoszą również siły ścinające w węźle. Spoiny płyt 4, 5, 6 z dwuteownikami 1 mogą być czołowe lub pachwinowe.

W powyższych przykładach wykonania, jak zostało ukazane na rysunku, płyty 4, 5, 6 mają rozmiary zależne od ich ilości a ich wysokość jest wielokrotnie mniejsza od wysokości dwuteowników.

Powyższe przykłady nie wyczerpują istoty według wynalazku. Rozwiązanie według wynalazku może być również wykonane w innych ilościach płyt doczołowych i innych ilościach wykonanych w nich otworów na połączenia śrubowe. Każdorazowo istotą jest, iż jest kilka płyt (co najmniej dwie) doczołowo według wynalazku przyspawanych do czołowo zestawianych dwuteowników.

Rzecznik Patentowy  
mgr Tomasz Szelwiga

PROREKTOR  
  
Prof. Andrzej Kucharski