

Belka drzwiowa samonośnego nadwozia pojazdu samochodowego

Przedmiotem wynalazku jest belka drzwiowa przeznaczona dla samonośnego nadwozia samochodu osobowego produkowana z wykorzystaniem technologii jednoczesnej obróbki plastycznej i cieplnej (Press Hardened Steels PHS).

Zadaniem takiej belki jest ochrona kierowcy i pasażerów przed skutkami uderzenia bocznego. Jest ona na stałe zespolona z konstrukcją przednich i tylnych drzwi samochodu osobowego. Belka ta powinna być tak zaprojektowana, aby miała odpowiednią sztywność i spełniała funkcję ochronną podczas zderzenia. Belka jest specjalnie ukształtowanym profilem stalowym z blachy o grubości od 0,5 do 1,7 mm.

Belka wzmacniająca drzwi musi dzielić przestrzeń z innymi elementami konstrukcyjnymi drzwi, z systemem podnoszenia szyby, z boczkiem od strony pasażerów oraz z pokryciem zewnętrznym drzwi. Te warunki ograniczają możliwość swobodnego i dowolnego kształtowania formy belki. Najczęściej z góry narzucona jest ograniczona przestrzeń, w którą musi pomieścić się forma końcowa belki. Takie ograniczenia mają duży wpływ na kształt belki, które wymuszają niesymetryczny kształt. Belka drzwiowa na etapie projektowania i wytwarzania podlega testom wytrzymałościowym trójpunktowego zginania siłą F . Wymaga się, aby belka przy założonym ugięciu przeniosła założoną siłę. Aby belka spełniła wymagania testów trójpunktowego zginania kluczowe jest uzyskanie odpowiedniej sztywności na całej jej długości. Przy niesymetrycznym kształcie, podczas testów zginania, deformuje się w niesymetryczny sposób, co powoduje znaczne zmniejszenie nośności belki.

Znana jest z opisu JP2011251597 belka drzwiowa, która dzięki kształtowi zapewnia wysoką wytrzymałość na uderzenia skierowane na drzwi pojazdu, jest lepsza pod względem kosztów wytwarzania i formowana jest sposobem tłocznia. Belka drzwiowa jest wytwarzana metodą formowania na zimno z wykorzystaniem bardzo wytrzymałej blachy stalowej o wytrzymałości na rozciąganie większą od 1180 MPa. Belka drzwiowa ma przekrój poprzeczny w kształcie litery M, mający zdolność do absorbowania energii uderzenia. Przekrój poprzeczny w kształcie litery M jest utworzony przez zmianę wysokości wzdłużnej. Zgrubienie kształtowe znajduje się w kołnierzach belki po obu stronach przekroju poprzecznego w kształcie litery M.

Znany jest z opisu zgłoszenia wynalazku PL414577 sposób wytwarzania profilu magnezowego pochłaniającego energię zderzeń i profil magnezowy pochłaniający energię zderzeń, który

charakteryzuje się tym, że uprzednio wykrojone co najmniej dwa arkusze z blachy ze stopów magnezu zagina się wzdłuż linii zagięcia w wyniku czego otrzymuje się półprofile, które następnie łączy się wzdłuż zagięcia, tworząc osłonę, którą wypełnia się tworzywem porowatym o gęstości wynoszącej od 100 do 1200 kg/m³. W narożach osłony wykonuje się podcięcia i profil magnezowy pochłaniający energię zderzeń, zwłaszcza pojazdu mechanicznego. Zgłoszenie dotyczy również profilu magnezowego pochłaniającego energię zderzeń, który ma osłonę składającą się z co najmniej dwóch półprofilu z blachy ze stopów magnezu połączonych wzdłuż linii, która wypełniona jest tworzywem porowatym o gęstości wynoszącej od 100 do 1200 kg/m³, przy czym w każdym narożu osłony wykonane są co najmniej dwa podcięcia. Proces zgniatania jest przewidywalny i powtarzalny, natomiast deformacja profilu bez podcięć jest nieprzewidywalna.

Jeśli podczas testu trójpunktowego zginania belki jej sztywność jest tak zaprojektowana, że zbyt wcześnie pojawiają się lokalne odkształcenia plastyczne zmniejszające nośność belki, to można powiększyć nośność belki przez celowe wprowadzenie stref o zmniejszonej sztywności w odpowiednich miejscach belki.

Nieoczekiwanie okazało się, że dodanie siodła o odpowiednim kształcie, w odpowiednim miejscu belki (określonym w wyniku obliczeń MES) powoduje znaczne podniesienie globalnej sztywności belki.

Belka drzewiowa w samonośnym nadwoziu pojazdu samochodowego, chroniąca pasażerów przed skutkami zderzenia bocznego, wykonana w formie kształtownika, wytłoczki z blachy stalowej w procesie jednoczesnej obróbki plastycznej i cieplnej charakteryzuje się tym, że na lewo lub prawo od płaszczyzny środkowej belki na przynajmniej jednej krawędzi belki ma wykonaną co najmniej jedną strefę o zmniejszonej sztywności, sztywności mniejszej niż w swoim sąsiedztwie.

Strefa o zmniejszonej sztywności jest przetłoczeniem w belce w kształcie siodła, które może mieć korzystnie kształt kulisty, owalny i w przekroju w kształcie litery U i litery V z zaokrąglonymi krawędziami.

Strefa lub strefy o zmniejszonej sztywności rozmieszczone są na krawędziach belki po prawej lub lewej albo jednocześnie po prawej i po lewej stronie belki. Korzystnie jest, gdy strefy o zmniejszonej sztywności rozmieszczone są symetrycznie w odniesieniu do osi podłużnej belki na krawędziach belki.

Szerokość strefy o zmniejszonej sztywności zawiera się od 2% do 10% długości belki.

Głębokość strefy o zmniejszonej sztywności zawiera się od 2% do 20 % wysokości belki.

Belka drzewiowa według wynalazku dla samochodu osobowego z samonośnym nadwoziem skuteczniej chroni pasażerów przed skutkami zderzenia bocznego:

- ma korzystnie rozmieszczone strefy o sztywności zginania mniejszej niż w swoim sąsiedztwie, przy czym korzystnie to znaczy w takich miejscach, aby bez istotnych zmian konstrukcji belki jak najbardziej powiększyć jej nośność,
- szerokość stref, o których mowa jest mała w porównaniu do długości belki, przy czym mała, to znaczy na tyle mniejsza od sztywności w sąsiedztwie strefy, aby zainicjować powstanie przegubu plastycznego w miejscu, w którym umieszczona jest strefa,
- strefy, o których mowa są tak korzystnie uformowane, że podczas zginania belki drzewiowej występują w nich, zanim wystąpią w swoim sąsiedztwie, lokalne odkształcenia plastyczne, które zapoczątkowują utratę stateczności belki, a jej skutkiem jest powstanie w tym miejscu przegubu plastycznego podczas zginania,
- strefy, o których mowa są korzystnie uformowane w taki sposób, iż mimo tego, że strefy te lokalnie osłabiają belkę, belka ostatecznie ma większą nośność i sztywność.

Przedmiot wynalazku uwidoczniono w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig.1 przedstawia widok belki z dwóch boków wraz z kształtem przetłoczenia (siodelka), fig.2 przedstawia potwierdzone badaniami różnice w nośności belki obliczone w teście trójpunktowego zginania, a fig. 3 - symulację trójpunktowego zginania belki.

Powszechnie stosowane w samonośnych nadwoziach samochodów belki drzewiowe są wytłoczkami z blach stalowych wytwarzanymi technologiami tłoczenia na zimno lub formowania na gorąco (tłoczenia z jednoczesnym hartowaniem). Przekrój poprzeczny tych belek ma zapewnić ich wymaganą nośność, którą sprawdza się w teście zginania trójpunktowego, polegającym na obciążaniu belki podpartej na końcach narastającą liniowo siłą, prostopadłą do osi belki, przyłożoną w płaszczyźnie środkowej i mierzeniu przemieszczenia punktu przyłożenia siły. Wymaganą nośność belki (tj. siłę, którą można obciążyć belkę, aby przemieszczenie punktu przyłożenia siły nie przekroczyło dopuszczalnej wartości) uzyskuje się przez zmianę przekroju poprzecznego na jej długości, przy czym zmiana ta jest ciągła.

Strefa o zmniejszonej sztywności to odcinek na długości belki, którego sztywność jest znacznie mniejsza od sztywności w sąsiedztwie strefy. Określenie „znacznie”, choć wydawałoby się, że jest niedoprecyzowane, to jest stosowane w teorii wytrzymałości gdzie nie ustala się ile razy sztywność jest mniejsza, bowiem zależy to od efektu, który chcemy osiągnąć zmniejszając sztywność. W przypadku belki drzewiowej, aby uzyskać zamierzony efekt powiększenia nośności

belki, należy zmienić kształt przekroju na krótkim odcinku i zrobić to w takim miejscu na długości belki, aby uzyskać najlepszy efekt powiększenia sztywności. Dla konkretnej belki drzewianej relacja między sztywnością belki w strefie o zmniejszonej sztywności, a sztywnością w sąsiedztwie tej strefy oraz położenie tej strefy na długości belki muszą być skorelowane i każdorazowo wyznaczone. Podsumowując, strefy o zmniejszonej sztywności powinny być rozmieszczone w odpowiednich miejscach na długości belki. Miejsca te przedstawiono w przykładzie realizacji wynalazku.

Strefy te mają postać siodełek (przetłoczeń) umieszczonych na krawędziach belki. Są one rozmieszczone po prawej lub po lewej lub po jednocześnie prawej i lewej stronie belki – w zależności od kształtu belki. Każda belka ma swoją płaszczyznę środkową. Jest to płaszczyzna, która leży w połowie długości belki i jest prostopadła do osi belki. W tej płaszczyźnie jest przykładana siła zginająca belkę w teście trójpunktowego zginania belki. Płaszczyzna ta dzieli też belkę na stronę prawa i lewą.

Siodełka, o których mowa mogą mieć kształt kulisty, owalny, w przekroju w kształcie litery U lub litery V z zaokrąglonymi krawędziami. Kształt ogólnie wymuszony jest możliwością jego wykonania technologią obróbki plastycznej na gorąco. Szerokość stref, o których mowa jest mała w porównaniu do długością belki. Wymiar wzdłużny – szerokość siodełka może zawierać się od 2% do 10% długości belki. Wymiar poprzeczny – głębokość może zawierać się od 2% do 20 % wysokości belki.

W belce bez stref o zmniejszonej sztywności jej zniszczenie podczas trójpunktowego zginania (fig. 3) zaczyna się i postępuje w miejscu, w którym naprężenie jest największe. Zazwyczaj jest to połowa rozpiętości belki, ewentualnie miejsce osłabione otworem lub w inny sposób. Korzystnie uformowana strefa, tzn. tak celowo ukształtowany przekrój poprzeczny w strefie i tak celowo umiejscowionej, aby w wyniku lokalnego osłabienia belki jej zniszczenie (załamanie) jedynie rozpoczynało się w tym miejscu, po czym pojawiało się w połowie rozpiętości belki, a następnie w wyniku dalszego powiększania obciążenia postępowało jednocześnie w miejscach o zmniejszonej sztywności (których położenie jest zamierzone) i w miejscu gdzie naprężenie jest największe, np. w połowie rozpiętości belki. W rezultacie jednoczesnego odkształcania plastycznego belki następującego kolejno w więcej niż w jednym miejscu, wzrasta jej nośność oraz ilość energii zderzenia pochłanianej przez belkę w wyniku jej odkształcania plastycznego. Z drugiej strony przekrój w strefach o osłabionej sztywności oraz ich położenie powinny być tak dobrane, aby lokalne odkształcenie plastyczne w żadnym miejscu na długości belki nie postępowało lawinowo i nie dominowało nad innymi.