

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **239264**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **429822**

(51) Int.Cl.
B60G 11/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **30.04.2019**

(54) **Poprzeczny resor zawieszenia pojazdów oraz układ zawieszenia przedniego lub tylnego pojazdów drogowych z wykorzystaniem poprzecznego resora**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
02.11.2020 BUP 23/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
22.11.2021 WUP 34/21

(73) Uprawniony z patentu:

**NYSA ZAKŁAD POJAZDÓW
SPÓŁKA AKCYJNA, Wrocław, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ROBERT SMIRNOW, Wrocław, PL
MIŁOSZ TOKARSKI, Wrocław, PL
BARTOSZ PRYDA, Wrocław, PL
SEBASTIAN KOZIOŁEK, Wrocław, PL
PIOTR DUDA, Wrocław, PL
MICHAŁ WOJTKOWIAK, Wrocław, PL
BARTOSZ MATUSZEWSKI, Wrocław, PL
MAREK ROBAK, Wyszonowice, PL
TOMASZ ARCISZEWSKI, Middlebrook, US**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Justyna Pawłowska

PL 239264 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest kompozytowy resor poprzeczny zawieszenia pojazdów drogowych, czyli zintegrowany element zawieszenia oraz układ zawieszenia przedniego lub tylnego pojazdów drogowych z wykorzystaniem poprzecznego resora oraz specjalnie zaprojektowanych mocowań. Wynalazek ma zastosowanie zwłaszcza w samochodach osobowych i lekkich pojazdach dostawczych.

Znane rozwiązania układu zawieszenia, w których skład konstrukcji wchodzi resor poprzeczny, pełniący dodatkowo funkcję stabilizatora oraz wahacza dolnego lub górnego, w swojej budowie zawierają takie elementy jak:

- resor poprzeczny,
- wahacz górny bądź dolny lub kolumnę MacPhersona,
- przeguby sferyczne,
- przeguby obrotowe,
- przeguby podatne na rotację wzdłuż jednej osi oraz odkształcenia translacyjne w płaszczyźnie prostopadłej do osi rotacji,
- zwrotnicę,
- zespół koła – w skład którego wchodzi: opona, felga, piasta, łożyskowanie, tarcza hamulcowa, zacisk hamulcowy skrzynkę zawieszenia / konstrukcja nośna.

Dodatkowo niektóre z rozwiązań zawierają również:

- łącznik przegubu sferycznego mocowany do resora poprzecznego,
- dodatkowe ramię wodzące.

Znane resory poprzeczne pełniące dodatkowo funkcję wahacza oraz stabilizatora wykonane są w postaci wygiętej w łuk przestrzennej belki ze stali lub kompozytu. Belka ta posiada otwory do zamocowania przegubów mocujących zwrotnicę oraz mocowania do skrzynki zawieszenia. Parametrem opisującym charakterystykę resora jest jego sztywność, która wynika z sił i odkształceń, jakie taki resor będzie musiał przenieść podczas eksploatacji pojazdu. Odkształcenia, jakim ulega resor podczas pracy, wpływają na rozstaw punktów zamocowań takiego resora i określone są parametrem „t” w niniejszym opisie.

Resor poprzeczny zazwyczaj przymocowany jest do skrzynki zawieszenia lub konstrukcji nośnej pojazdu symetrycznie w dwóch miejscach za pomocą przegubów podatnych. Jako przegub podatny rozumie się przegub obrotowy podatny na odkształcenia translacyjne w kierunku prostopadłym do osi obrotu. Przegub taki jest dokręcony do resora od zewnątrz z wykorzystaniem otworów mocujących lub wkładany jest do gniazda w resorze. Resor usytuowany jest w części dolnej lub górnej skrzynki zawieszenia i przymocowany jest do zwrotnicy z wykorzystaniem przegubu sferycznego. Przegub sferyczny zazwyczaj umieszczony jest bezpośrednio w resorze w przygotowanych gniazdach lub dokręcany do resora z dodatkowym elementem łącznym. W tym układzie resor współpracuje z wahaczem umieszczonym w górnej lub dolnej części skrzynki zawieszenia. Znane są również układy, w których resor poprzeczny współpracuje z uproszczoną kolumną MacPhersona, z której została zdjęta sprężyna spiralna. W tej konfiguracji resor poprzeczny znajduje się w dolnej części skrzynki zawieszenia, a w zamian górnego wahacza wykorzystana jest kolumna MacPhersona.

Wykorzystanie poprzecznego resora, który integruje trzy funkcje – wahacza, resora oraz stabilizatora – niesie za sobą wysoką integrację układu zawieszenia pojazdu.

Ogólnie w tradycyjnym zawieszeniu wykorzystuje się kolumnę MacPhersona lub układ dwuwahaczowy z lub bez dodatkowymi elementami wodzącymi. Zmniejszenie liczby elementów jak wahacz/element wodzący, stabilizator, sprężyna, wpływa korzystnie na masę oraz niezawodność mechaniczną układu zawieszenia. Stąd poszukuje się takich rozwiązań i jest to przedmiotem wynalazku.

Wadą, która nierozzerwalnie łączy się z wykorzystaniem poprzecznego resora, jest zmiana jego geometrii w trakcie jazdy niekorzystnie wpływająca na zamocowania mocujące resor do skrzynki zawieszenia.

W znanych układach zawieszenia, resor poprzeczny pracuje pod działaniem siły F od pozycji normalnie wygiętej w dół do wyprostowanej i w odwrotnym kierunku od pozycji normalnie wyprostowanej do wygiętej ku górze. Pozycja normalna jest wówczas, gdy resor poprzeczny nie jest poddany działaniu żadnej siły lub momentowi powstałemu w wyniku poruszania się pojazdu lub jego nieruchomym spoczynku, a kształt wynika z obliczeń projektowych. Zmiana geometrii resora następuje, gdy pojazd stoi w spoczynku na kołach lub porusza się po jezdni.

W obydwu przypadkach w wyniku zmiany kształtu resora poprzecznego po przyłożeniu siły F oraz odkształceniu się resora jako „belki” następuje przesunięcie punktów mocowań resora, tym większe im większe jest odkształcenie resora.

W znanych rozwiązaniach, przesunięcia związane ze zmianą kształtu resora poprzecznego, kompensuje się na zasadzie odkształcania się elementów podatnych w przegubach, mocujących resor do skrzynki zawieszenia. Przegub taki przybiera różne formy, począwszy od cylindrycznych, eliptycznych kończąc na prostopadłościennych. Zadaniem każdego z nich jest zapewnienie obrotu resora poprzecznego w obrębie przegubu podatnego oraz umożliwienie jego translacji podczas jego pracy.

Z opisu wynalazku WO2011124814A przedstawiony został układ zawieszenia przedniego z wykorzystaniem resora poprzecznego. W układzie tym resor poprzeczny w postaci belki o prostym przekroju w płaszczyźnie zginania i przestrzennym w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny zginania znajduje się w dolnej części oraz współpracuje z uproszczoną kolumną MacPhersona, w której usunięta została sprężyna. Resor ten zamocowany jest do skrzynki zawieszenia z wykorzystaniem elementów podatnych występujących w dwóch wariantach. W jednym przypadku jest to przegub podatny z dodatkowym obrotowym stopniem swobody, w drugim przegub podatny prostopadłościenny, który zapewnia translację i rotację na poziomie odkształcania się elastomerowej wkładki. W zaproponowanym układzie zwrotnica koła łączona jest z resorem poprzecznym z wykorzystaniem dodatkowego łącznika przegubu. Zamocowanie resora kompensuje odkształcenia resora poprzecznego na zasadzie podatności przegubu podatnego.

Z opisie wynalazku US20020000703A1 znany jest układ zawieszenia tylnego wykorzystującego w swojej konstrukcji resor poprzeczny ukształtowany wstępnie w delikatny łuk oraz o prostym przekroju zarówno w płaszczyźnie zginania belki oraz prostopadłym do niej. Opisano zamocowanie resora poprzecznego zarówno w górnej, jak i dolnej części skrzynki zawieszenia, zamocowanie resora poprzecznego do zwrotnicy koła zostało zrealizowane przy pomocy przegubu obrotowego. Ponadto przewidzianych została większa liczba konfiguracji resora poprzecznego z pozostałymi elementami konstrukcyjnymi układu zawieszenia; wahacz lub uproszczona kolumna MacPhersona, dodatkowe ramię/ramiona wodzące. Kompensacja przemieszczeń powstałych w wyniku pracy resora poprzecznego nie została precyzyjnie określona.

W opisie wynalazku CN206141251 przedstawiono układ zawieszenia tylnego wykorzystującego w swojej konstrukcji resor poprzeczny. Resor ten ukształtowany wstępnie w delikatny łuk oraz prostym przekroju zarówno w płaszczyźnie zginania belki oraz prostopadłym do niej umiejscowiony jest w górnej części skrzynki zawieszenia i współpracuje on z dolnym wahaczem oraz dodatkowym ramieniem wodzącym. Istotną różnicą od pozostałych wynalazków jest sposób zamocowania resora poprzecznego do skrzynki zawieszenia. Nie wykorzystano bowiem tutaj żadnego z przegubów, resor poprzeczny jest swobodnie podparty w dwóch miejscach, symetrycznie od osi wzdłużnej pojazdu. Zamocowanie to jest luźne i nie ma potrzeby kompensowania przemieszczeń poprzecznych wynikających ze zmiany geometrii resora. Od strony zwrotnicy koła przewidziano wykorzystanie przegubów obrotowych.

Z opisu wynalazku WO2015057858 znany jest układ zawieszenia, który w swojej konstrukcji zawiera resor poprzeczny. Układ ten przeznaczony jest do użytku w pojazdach typu wózek golfowy. Układ wykorzystuje uproszczoną kolumnę MacPhersona. Resor poprzeczny ze względu na konstrukcję złożoną z dwóch elementów wymaga użycia na jego końcach dodatkowych łączników łączących go w jedną całość oraz mocujących przegub sferyczny podtrzymujący zwrotnicę koła. Kompensacja przemieszczeń bocznych związanych z pracą resora poprzecznego realizowana jest na zasadzie odkształcania się podatnych przegubów. Wynalazek przeznaczony jest tylko do niewielkich pojazdów jak wózek golfowy.

Z opisu zgłoszenia wynalazku EP2639087 znany jest układ zawieszenia z wykorzystaniem kompozytowego resora poprzecznego. Resor ten o prostym przekroju w płaszczyźnie zginania i prostopadłym do niej jest nieznacznie ukształtowany w łuk i nie łączy się bezpośrednio ze zwrotnicą koła poprzez przegub sferyczny lub też dodatkowy łącznik. W rozwiązaniu tym resor zamocowany jest do dolnych wahaczy, a dopiero one poprzez przegub obrotowy do zwrotnicy koła. Opisano również wykorzystanie innego resora poprzecznego, który już jest elementem jednolitym łączącym się do zwrotnic kół poprzez przeguby obrotowe umieszczone w dodatkowym łączniku. Kompensacja przemieszczeń poprzecznych realizowana jest na zasadzie odkształcalności przegubów podatnych. Konstrukcja tego układu zawieszenia współpracuje z uproszczoną kolumną MacPhersona oraz dodatkowym ramieniem wodzącym.

W znanych rozwiązaniach, w których wykorzystano elementy podatne na odkształcenie należy liczyć się z przyspieszonym ich zużyciem w wyniku znacznych odkształceń, jakim są poddawane, powstałych w wyniku pracy poprzecznego resora. Stąd poszukuje się lepszych – trwalszych konstrukcji resorów poprzecznych, a zwłaszcza rozwiązań mocowania resora.

Przedmiot wynalazku dotyczy rozwiązania problemu związanego ze zmianą kształtu resora poprzecznego po przyłożeniu siły F oraz odkształceniu się elementu mocującego resor, co prowadzi do przesunięcia punktów mocowań resora względem skrzynki zawieszenia. W wynalazku to przesunięcie również występuje, ale jest kompensowane w wyniku zastosowaniu specjalnych mocowań, nazwanych mocowaniami ZMP – Zespół Mocująco Prowadzący – zespół mocowania. W wynalazku wykorzystuje się mocowania ZMP kompensujące odkształcenia bez nadmiernego obciążania elementów współpracujących.

Resor poprzeczny według wynalazku zamocowany jest do skrzynki zawieszenia poprzez co najmniej dwa zespoły mocująco-prowadzące zawierające obudowę, w której osadzony jest przegub obrotowy pozwalający na obrót wokół własnej osi symetrii, który mocuje resor poprzeczny ze skrzynką zawieszenia. Resor poprzeczny zamocowany jest do obudowy zespołu mocująco-prowadzącego w ten sposób, że punkt mocowania obudowy do resora poprzecznego zmienia swoją pozycję o wartość w kierunku poziomym w czasie działania siły F w stosunku do osi położenia resora w pozycji normalnej (1-p) do pozycji wyprostnej (1-k). Zespół mocująco-prowadzący zamocowany jest do resora i do skrzynki zawieszenia w ten sposób, że odcinek pomiędzy płaszczyzną obojętną resora poprzecznego (p) a środkiem przegubu obrotowego stanowiącym miejsce mocowania w obudowie stanowiący odsunięcie (r) stanowi wartość zgodną ze wzorem (1) i jest stała zarówno w pozycji normalnej (1-p) i pozycji wyprostnej (1-k):

$$(1) \quad r = \frac{2 \sqrt{\left(\frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}}\right)^2}}{2 - 2 \cos \alpha}$$

gdzie:

r – odsunięcie środka otworu wykonanego w obudowie na przegub obrotowy (5) od płaszczyzny obojętnej p ,

t – przesunięcie poziome punktów mocowania obudowy (13), znajdujące się na płaszczyźnie obojętnej resora poprzecznego (1),

α – kąt zmiany kształtu resora pomiędzy pozycją normalną (1-p) a wyprostną F (1-k).

Korzystnie, resor ma postać belki w stanie normalnie wygiętym (1-p) mającym kształt łuku skierowanego do dołu, zaś w następstwie przyłożenia siły F wynikającej z obciążenia resora masą pojazdu oraz wymuszeniami spowodowanymi poruszaniem się pojazdu następuje jego odkształcenie maksymalnie do stanu wyprostnego (1-k), przy czym miejsce zamocowania zespołu do resora ulega przemieszczeniu o wartość (t) w taki sposób, że prowadząc linie proste prostopadłe do osi belki przez punkt mocowania zespołu i otwór wykonany w obudowie na przegub w geometrii przed (1-p) i po obciążeniu siły F (1-k) wzajemnie się przecinają w miejscu (t_0) zamocowania przegubu obrotowego. Zespół jest tak wykonany i zamocowany do resora i układu zawieszenia, że w punkcie przecięcia prostych (t_0) nie następuje przesunięcie.

Korzystnie, zespół mocowania jest tak wykonany, że zmiana kąta kształtu belki wynikająca z wyprostowania się lub wygięcia pod wpływem działania siły F – zmiana z pozycji (1-p) do (1-k) prowadzi do przemieszczenia się o wartość (t) punktu w miejscu zamocowania resora do obudowy leżące na płaszczyźnie obojętnej resora i jest równe co do wartości i ma zgodny kierunek i zwrot co zmiana geometrii resora w punkcie jego zamocowania do zespołu i wynika z tego, że odsunięcie (r) stanowi wartość zgodną ze wzorem:

$$(1) \quad r = \frac{2 \sqrt{\left(\frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}}\right)^2}}{2 - 2 \cos \alpha}$$

gdzie:

r – odsunięcie środka otworu wykonanego w obudowie (13) na przegub obrotowy (5) od płaszczyzny obojętnej resora (1) p ,

t – przesunięcie poziome punktów mocowania obudowy (13), znajdujące się na płaszczyźnie obojętnej resora poprzecznego (1),

α – kąt zmiany kształtu resora pomiędzy (1-p) a (1-k).

Korzystnie, obudowa wykonana jest ze stali lub stopów aluminium.

Korzystnie, zespół mocowania mocuje się do resora poprzecznego z wykorzystaniem śrub przechodzących przez resor poprzeczny.

Korzystnie, rozstaw mocowań w zespole mocowania ZMP – c wynosi 800 mm $\pm$ 350 mm.

W stanie techniki popularne są tuleje gumowo-stalowe o zwiększonej odkształcalności lub wkładki gumowe umieszczane bezpośrednio w resorze lub poza nim. W resorze poprzecznym i układzie zawieszenia według wynalazku znamionym jest właśnie sposób mocowania resora poprzecznego w skrzynce zawieszenia nie wymagający stosowania elementów ulegających znacznym odkształceniom oraz współpracujące z nim specjalne mocowania. Mocowania ZMP resora wprowadzają przesunięcie zgodne i równe co do wartości przesunięciom powstałym w wyniku zmian geometrycznych resora na skutek poruszania się pojazdu kompensując tym samym przesunięcia punktów mocowań na resorze poprzecznym. Kompensacja polega na tym, że pomimo przemieszczeń punktów mocujących resor do mocowań ZMP, zredukowane do minimum zostaje przemieszczenie pomiędzy skrzynką zawieszenia a mocowaniami ZMP. Wprowadzenie mocowań ZMP pomiędzy resor a skrzynkę zawieszenia niweluje konieczność stosowania przegubów podatnych na duże odkształcenia.

Przedmiotem wynalazku jest również układ zawieszenia zawierający resor poprzeczny, wahacz górny lub dolny lub kolumnę MacPhersona, przegub sferyczne, zwrotnicę, zespół koła, skrzynkę zawieszenia, w którym resor poprzeczny zamocowany jest do skrzynki zawieszenia poprzez co najmniej dwa zespoły mocująco-prowadzące, które opisano powyżej.

Podstawową korzyścią płynącą z redukcji odkształceń w punkcie zamocowania resora poprzecznego jest znaczące obniżenie naprężeń pojawiających się w konstrukcji skrzynki zawieszenia, jak i resora. Naprężenia te w dłuższej perspektywie czasu mogą mieć istotny wpływ na wytrzymałość zmęczeniową konstrukcji oraz na charakter pracy zawieszenia. Wykorzystanie wynalazku z zastosowaniem poprzecznego resora oraz specjalnie zaprojektowanych zamocowań ZMP pozwala zminimalizować konieczność wymiany elementów podatnych tym samym zwiększając niezawodność oraz żywotność całego układu.

Wynalazek opisano bliżej w przykładach wykonania i na rysunku, na którym na fig. 10 przedstawiony został resor poprzeczny w widoku od góry – płaszczyzna prostopadła do płaszczyzny zginania, na fig. 10' – resor w widoku od przodu – widok normalny do płaszczyzny zginania, na fig. 11–13 – fragment resora z zespołem mocowania, na fig. 14 – resor w widoku z przodu z zespołem mocowania w pozycji normalnej i wyprostnej – po zadziałaniu siły F , fig. 15–17 układ zawieszenia z resorem i układem mocowania.

Na fig. 1–9 przedstawiono resory według stanu techniki.

P r z y k ł a d 1

Budowa resora według wynalazku i porównanie pracy układu zawieszenia z resorami poprzecznymi ze stanu techniki

a) Resory poprzeczne – stan techniki

W poniższych przykładach ze stanu techniki przyjęto następujące oznaczenia

- resor poprzeczny 1',
- wahacz górny bądź dolny T lub kolumnę MacPhersona 3',
- przeguby sferyczne 4',
- przegub obrotowy 5',
- przeguby podatne na rotację wzdłuż jednej osi oraz odkształcenia translacyjne w kierunku prostopadłym do osi rotacji 6',
- zwrotnicę 7',
- zespół koła 8' – w skład którego wchodzi: opona, felga, piasta, łożyskowanie, tarcza hamulcowa, zacisk hamulcowy,
- drążek kierowniczy 9',
- skrzynkę zawieszenia / konstrukcja nośna / elementy mocujące 10',
- łącznik przegubu sferycznego mocowany do resora poprzecznego 11',
- dodatkowe ramię wodzące 12'.

Na fig. 1 – stan techniki, przedstawiony został schemat pracy resora poprzecznego, w którym resor poprzeczny 1' pracuje pod działaniem siły F od normalnie wygiętego do wyprostowanego. Resor poprzeczny 1' zazwyczaj przymocowany jest do skrzynki zawieszenia 10' symetrycznie w dwóch miejscach z wykorzystaniem podatnych na odkształcenie przegubów 6'. W wyniku odkształcenia się resora punkty mocowania przemieszczają się na zewnątrz od osi symetrii.

Na fig. 2 – stan techniki, przedstawiony został schemat, w którym resor 1' pracuje pod działaniem siły F od normalnie wygiętego do wyprostowanego. Skutkuje to przesunięciem przegubów 6' o wartość „t” do wewnątrz od osi symetrii w kierunku poziomym.

W obydwu przypadkach po przyłożeniu siły F oraz odkształceniu się elementu następuje przesunięcie położenia punktów mocujących resor 1' do skrzynki zawieszenia 10' o wartości translacji „t”, tym większe im większe jest odkształcenie resora 1'.

W przypadku fig. 1 i fig. 2 „t” jest dokładnie tym samym – symbolizuje przemieszczenie powstałe w wyniku zmiany geometrycznej resora. Na fig. 1 pokazany jest przypadek, gdy resor jest wstępnie wygięty i się prostuje pod przyłożoną siłą F. Na fig. 2 pokazano sytuację odwrotną, gdzie wstępnie wyprostowany resor ugina się w łuk. Obecny stan techniki przewiduje te przesunięcia i kompensuje je na zasadzie odkształcania się elementów podatnych przegubu 6'. Przegub taki przybiera różne formy, począwszy od cylindrycznych, eliptycznych kończąc na prostokątnych. Zadaniem każdego z nich jest zapewnienie obrotu resora poprzecznego 1 w obrębie przegubu podatnego 6' oraz umożliwienie translacji „t” podczas jego pracy.

b) Przegub podatny – stan techniki

Na fig. 3–6 – stan techniki, przedstawiono zamocowanie resora poprzecznego 1' w pozycji wyjściowej z wykorzystaniem podatnego przegubu 6'. Przegub wykonany jest z elastomerów zapewniających mu możliwość znacznych odkształceń. W czasie pracy układu zawieszenia, gdy resor 1' ulega odkształceniom powodując przesunięcie jego punktów mocujących następuje odkształcenie podatnych przegubów 6' kompensujących to przesunięcie. Na fig. 3 oraz fig. 5 przedstawiony został przegub podatny 6' wykonany w formie prostokątnej elastomerowej wkładki z otworem na resor poprzeczny 1'. Fig. 4 oraz fig. 6 prezentuje cylindryczną elastomerową wkładkę, która umieszczona jest wewnątrz resora poprzecznego 1.

Na fig. 5 i 6 przedstawiono sposób kompensacji rotacji „r” oraz translacji „t” przez podatny przegub 6' w pozycji po odkształceniu.

Jak widać na fig. 5 i fig. 6 przegub taki ze względu na swoją podatność pozwala swobodnie obracać się i przesunąć resorowi w przewidzianych granicach. Wszelkie przekroczenia wartości przewidzianych skutkować mogą utratą spójności materiału, z jakiego wykonany został przegub podatny.

Wadą takiego rozwiązania jest znaczne obciążenie i zniekształcenie podatnych elementów mocujących resor ulegających w takich warunkach przyspieszonemu zużyciu. Ponadto takie zamocowanie ze względu na swoją podatność powoduje, że przy znacznych obciążeniach jednostronnych bocznych (np. podczas skręcania pojazdu) przesunięciu ulega cały resor w jedną ze stron powodując utratę określonej geometrii zawieszenia.

c) Budowa układu zawieszenia z resorem poprzecznym – stan techniki

Na fig. 7, 8 oraz 9 – stan techniki, przedstawione zostały najbardziej popularne konfiguracje układu zawieszenia zawierające w swojej budowie resor poprzeczny 1'. Resor ten zazwyczaj przymocowany jest symetrycznie do skrzynki zawieszenia 10' z wykorzystaniem podatnych na odkształcenia przegubów 6'. Fig. 7 przedstawia resor umiejscowiony w dolnej części skrzynki zawieszenia. W tej konfiguracji resor współpracuje z górnym wahaczem.

Fig. 8 przedstawia zawieszenie z resorem umiejscowionym w górnej części skrzynki zawieszenia, a wahacz został przeniesiony do dolnej części.

Na fig. 9 przedstawiony został układ, gdzie resor poprzeczny umiejscowiony w dolnej części zawieszenia współpracuje z uproszczoną kolumną MacPhersona, z której usunięta została sprężyna spiralna.

d) Budowa resora poprzecznego według wynalazku

W dalszej części opisu przedstawione są elementy układu zawieszenia związane z wynalazkiem, a ich oznaczenia na rysunku to:

- resor poprzeczny 1,
- wahacz górny bądź dolny 2 lub kolumnę MacPhersona 3,
- przeguby sferyczne 4,
- specjalne mocowania ZMP – Zespół Mocująco Prowadzący ZMP z przegubem obrotowym 5 i obudową 13, dalej opisane skrótowo jako mocowanie ZMP,
- zwrotnicę 7,
- zespół koła 8 – w skład którego wchodzi: opona, felga, piasta, łożyskowanie, tarcza hamulcowa, zacisk hamulcowy,
- drążek kierowniczy 9,
- skrzynkę zawieszenia / konstrukcja nośna 10,

- łącznik 11 przegubu sferycznego mocowany do resora poprzecznego,
- dodatkowe ramię wodzące 12,
- obudowa mocowania ZMP 13,
- tłumik wiskotyczny 14.

Przegub sferyczny zapewnia rotację wokół każdej osi, zaś obrotowy przegub wokół osi symetrii. Przegub sferyczny stosowany jest przy zwrotnicy (w takim układzie zawieszenia), ponieważ pozwala na obrót zwrotnicy w dowolnym kierunku. Przegub obrotowy stosowany jest przy wahaczu, który powinien obracać się tylko wokół określonej osi. Przegub obrotowy stanowi element pośredni łączący mocowanie ZMP ze skrzynką zawieszenia.

Resor poprzeczny 1 zgodnie z wynalazkiem jest konstrukcją przestrzenną w płaszczyźnie poziomej prostopadłej do płaszczyzny zginania. W płaszczyźnie zginania resor poprzeczny jest w postaci belki wygiętej w delikatny łuk. Belka ma zmienny profil w obszarze części centralnej i bocznej belki. Jako część centralna rozumie się taki element w resorze, który przechodzi przez oś symetrii pojazdu, łączy części boczne ze sobą i mocuje resor 1 do skrzynki zawieszenia 10 nie bezpośrednio tylko poprzez zespół mocowania ZMP. Jako części boczne rozumie się elementy resora znajdujące się w pewnej odległości symetrycznie od osi symetrii pojazdu, które mocują się do zwrotnicy koła. Część centralna i części boczne są spójne materiałowo. Zmienność profilu w płaszczyźnie zginania wynika z faktu uzyskania zmiennego wskaźnika wytrzymałości na zginanie części centralnej „a” oraz części bocznych „b” resora 1. Zróżnicowanie to wynika z faktu konieczności uzyskania określonych parametrów opisujących resor 1. Parametrami tymi są; sztywność resora, sztywność stabilizatora.

Podstawowymi parametrami geometrycznymi są: rozstaw mocowań ZMP „c”, rozstaw punktów mocujących zwrotnice 7 „d” oraz szerokość resora „e”.

Na fig. 10 przedstawiony został resor poprzeczny w widoku od góry – płaszczyzna prostopadła do płaszczyzny zginania oraz na fig. 10' w widoku od przodu – widok normalny do płaszczyzny zginania, wraz z najważniejszymi parametrami, a i b – spełniają założenia dotyczące sztywności zawieszenia, c–e – określają zewnętrzne gabaryty.

- a – oznacza wskaźnik wytrzymałości na zginanie części centralnej,
- b – oznacza wskaźnik wytrzymałości na zginanie części bocznych,
- c – rozstaw mocowań ZMP,
- d – rozstaw punktów mocujących zwrotnice,
- e – szerokość mocowania.

W zależności od wielkości pojazdu oraz zastosowania różne mogą być wartości, jakie przyjmować będą parametry opisujące resor 1 i korzystnie wynoszą:

- a = $8000 \text{ mm}^3 \pm 2000 \text{ mm}^3$,
- b = $7500 \text{ mm}^3 \pm 2000 \text{ mm}^3$,
- c = $800 \text{ mm} \pm 350 \text{ mm}$,
- d = $1500 \text{ mm} \pm 350 \text{ mm}$,
- e = $500 \text{ mm} \pm 300 \text{ mm}$.

Sam resor poprzeczny stanowi belkę i jest konstrukcją kompozytową wykonaną z włókien szklanych lub połączenia włókien szklanych oraz włókien węglowych. Podstawowe parametry wytrzymałościowe zapewniają włókna szklane jednokierunkowe ułożone równolegle do płaszczyzny zginania wzdłuż krzywizny belki. Miejscowo w okolicach otworów stosuje się tkaninę wykonaną z włókien szklanych lub włókien węglowych typu „twill” zapewniających wytrzymałość w dowolnym kierunku na płaszczyźnie. W przypadku zamocowania resora 1 w dolnej części skrzynki zawieszenia 10 przewiduje się wykorzystanie tkaniny typu „twill” z włókien węglowych pokrywających całą powierzchnię resora zabezpieczając go przed powierzchniowymi uszkodzeniami mechanicznymi mogących wpłynąć na charakterystykę pracy resora.

e) Budowa mocowania ZMP resora poprzecznego oraz zasada jego działania według wynalazku.

Wynalazek polega na zastosowaniu zespołu mocowania resora ZMP – mocujące resor 1 do skrzynki zawieszenia 10.

Na fig. 11, przedstawiony został widok wariantu wykonania mocowań ZMP w złożeniu układu zawieszenia. Na fig. 11 została dodatkowo oznaczona płaszczyzna obojętna resora oznaczona literą „p”, konieczna do wyznaczenia poprawnej kinematyki mocowania ZMP. Jako płaszczyznę obojętną rozumie się zbiór punktów należących do struktury resora poprzecznego, których naprężenia główne i odkształcenia podczas pracy resora 1 wynoszą zero. W przykładzie resora poprzecznego 1 płaszczyznę obojętną rozpatruje się podczas zginania belki wzdłuż jej płaszczyzny zginania.

W wynalazku, resor 1 połączony jest ze skrzynką zawieszenia 10 z wykorzystaniem zespołu mocowania – zespołu mocująco-prowadzącego ZMP. Mocowanie to składa się z obudowy 13, przegubu obrotowego 5, a nie przegubu podatnego oraz śrub montażowych. Przegub obrotowy 5 osadzony jest w obudowie w ten sposób, że umożliwiony jest jego ruch wokół osi przegubu. Belka – resor poprzeczny zamocowany jest do obudowy 13. Przez obudowę 13 przechodzą na wylot cztery otwory pod śruby mocujące mocowanie ZMP do resora poprzecznego 1. Otwory te mogą być również nagwintowane wzdłuż całego otworu lub z niepełnym gwintem w przypadku otworów ślepych. W przypadku otworów ślepych otwór zaczyna się od strony zamocowania resora 1. Obudowę zaleca się wykonać ze stali lub stopów aluminium. Istotnym parametrem opisującym obudowę jest odsunięcie „r”, czyli odcinek pomiędzy płaszczyzną obojętną resora poprzecznego 1 „p” a środkiem przegubu obrotowego 5 umieszczonego w obudowie. Odsunięcie „r” opisane jest wzorem:

$$(1) \quad r = \sqrt{\frac{\left(\frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}}\right)^2}{2 - 2 \cos \alpha}}$$

gdzie:

r – odsunięcie środka otworu wykonanego w obudowie na przegub obrotowy od płaszczyzny obojętnej,
t – przesunięcie poprzeczne punktów w płaszczyźnie obojętnej resora, w których mocowane jest mocowanie ZMP,

α – kąt obrotu resora w punkcie mocowania ZMP do resora, mierzony pomiędzy resorem w pozycji normalnej nie obciążonej, a resorem w pozycji maksymalnie odkształconej – poddany maksymalnemu obciążeniu.

Mocowanie ZMP mocuje się do resora poprzecznego 1 z wykorzystaniem czterech śrub przechodzących przez resor poprzeczny 1.

Mocowanie ZMP wykorzystuje fakt zmian geometrycznych resora 1, tj. zmiany kątowej w punkcie jej zamocowania do mocowania ZMP wynikającej z wyprostowania się lub wygięcia resora 1. Istotnym założeniem wprowadzania specjalnego zespołu mocująco-prowadzącego ZMP jest wykorzystanie rotacji „α” resora oraz odsunięcia „r” środka obrotu mocowania ZMP do płaszczyzny obojętnej resora w celu uzyskania przemieszczenia „t”. Przemieszczenie to jest równe co do wartości i ma zgodny kierunek i zwrot co przemieszczenie resora 1 w punkcie jego zamocowania do mocowania ZMP.

Na fig. 12 zostało przedstawione geometryczne wyjaśnienie wykorzystania mocowania ZMP.

„1-p” to zarys fragmentu resora poprzecznego – belki w stanie normalnie wygiętym, czyli w sytuacji początkowej. Jego naturalnym kształtem jest delikatny łuk skierowany do dołu, podobnie jak w opisie stanu techniki. W następstwie przyłożenia siły F wynikającej z obciążenia resora masą pojazdu oraz wymuszeniami spowodowanymi poruszaniem się pojazdu następuje jego odkształcenie maksymalnie do stanu opisanego symbolem „1-k”. Symbol „1-k” przedstawia maksymalne obciążenie resora według wynalazku, podczas którego następuje jego całkowite wyprostowanie. Jak widać na fig. 12 miejsce zamocowania mocowania ZMP do resora 1 przemieściło się o wartość „t”. Prowadząc linie proste prostopadłe do osi belki – resora przez punkt mocowania zespołu ZMP i otwór wykonany w obudowie na przegub w stanie przed i po obciążeniu można zwrócić uwagę, że się wzajemnie przecinają. Miejsce przecięcia w miejscu zamocowania przegubu opisane jako „t0” jest wirtualnym punktem, w którym nie następuje przesunięcie. Punkt ten oddalony jest o wartość „r” od płaszczyzny obojętnej resora zgodnie ze wzorem nr 1.

Na fig. 13 przedstawiony jest schemat działania resora wraz z nałożonym na niego szkicem mocowania ZMP.

Fig. 14 przedstawia zespół resora poprzecznego 1 oraz mocowania ZMP współpracujący ze sobą. Symbolem „1-p” przedstawiona jest sytuacja przed obciążeniem. Symbolem „1-k” sytuacja po obciążeniu. Na rysunku widać, że dzięki zastosowaniu zespołu mocowania – ZMP punkt zamocowania mocowania ZMP do skrzynki zawieszenia 10 nie zmienił swojej pozycji w przestrzeni, natomiast punkt umieszczony na płaszczyźnie obojętnej resora 1 w miejscu zamocowania mocowania ZMP zmienił swoją pozycję i przesunął się o wartość „t”. Wynika to ze stałej wartości odległości r w stosunku do belki w stanie normalnym i po zmianie geometrii.

f) Budowa układu zawieszenia z wykorzystaniem resora według wynalazku

Jak pokazano na fig. 15, resor poprzeczny 1 wraz z mocowaniem ZMP umiejscowiony jest w dolnej części skrzynki zawieszenia 10 i połączony jest z nią z wykorzystaniem przegubów obrotowych 5.

Zwrotnica koła 7 w dolnej jej części zamocowana jest do resora poprzecznego 1 na jego końcach z wykorzystaniem przegubów sferycznych 4. Górna część zwrotnicy w jednym z rozwiązań łączy się przy pomocy przegubu sferycznego 4 do górnego wahacza 2, a ten do skrzynki zawieszenia 10. W innym wariantcie wynalazku rozwiązanie przewiduje wykorzystanie uproszczonej kolumny MacPhersona 3 z jednej strony mocowanej do górnej części zwrotnicy koła 7, z drugiej do skrzynki zawieszenia 10. Układ z wykorzystaniem wahacza może również występować w układzie, gdzie resor poprzeczny 1 umiejscowiony jest w górnej części skrzynki zawieszenia 10, natomiast wahacz 2 zamocowany jest w dolnej części skrzynki zawieszenia 10.

W czasie pracy układu zawieszenia w wyniku zmiennych sił działających na koło resor poprzeczny 1 ulega ciągłym odkształceniom zmieniając swój kształt. W wyniku zastosowania mocowań ZMP odkształcenia resora poprzecznego 1, a w szczególności zmiana poprzeczna rozstawu punktów zamocowania resora, nie mają negatywnego wpływu na przeguby obrotowe 5 oraz skrzynkę zawieszenia 10. Górny wahacz 2 lub uproszczona kolumna MacPhersona 3 pełnią rolę prowadzącą dla zwrotnicy koła 7 i ich ułożenie jest zgodne z założoną kinematyką pojazdu.

W układach zawieszenia wykorzystujących wahacz 2 umiejscowiony w górnej lub dolnej części dodatkowo wymaga się wykorzystania tłumika 14. W proponowanych rozwiązaniach tłumik zamocowany jest do wahacza 2. W układzie z uproszczoną kolumną MacPhersona 3 tłumik jest wbudowany w kolumnę.

Przykład 2

Resor poprzeczny zastosowany w układzie zawieszenia zbudowany jest jak opisano w przykładzie 1 – opis wynalazku.

W rozwiązaniu tym resor poprzeczny 1 umiejscowiony jest w dolnej części skrzynki zawieszenia 10 i łączy się ze zwrotnicami 7 z wykorzystaniem przegubów sferycznych 4 osadzonych w resorze 1. Resor łączy się ze skrzynką zawieszenia 10 poprzez mocowania ZMP, które połączone są z resorem z wykorzystaniem śrub. Specjalne mocowanie ZMP łączy się ze skrzynką zawieszenia obrotowo z wykorzystaniem przegubów obrotowych 5. Przez te przeguby przechodzą śruby łączące skrzynkę zawieszenia 10 z przegubem.

W konfiguracji tej wykorzystany zostaje dodatkowy wahacz 2 umiejscowiony w górnej części skrzynki, do którego zamocowany jest tłumik wiskotyczny 14.

Przykład 3

Wariant wykonania resora i układu zawieszenia.

Resor poprzeczny zastosowany w układzie zawieszenia zbudowany jest jak opisano w przykładzie 1 – opis wynalazku.

Fig. 16 przedstawia układ zawieszenia wykorzystujący te same elementy co układ przedstawiony na fig. 15. Różnica polega na rozłożeniu komponentów w skrzynce zawieszenia 10 – resor poprzeczny 1 umiejscowiony jest w górnej części, natomiast wahacz 2 i zamocowany do niego tłumik wiskotyczny 14 w dolnej.

Przykład 4

Wariant wykonania resora i układu zawieszenia

Resor poprzeczny zastosowany w układzie zawieszenia zbudowany jest jak opisano w przykładzie 1 – opis wynalazku.

Fig. 17 prezentuje układ zawieszenia z wykorzystaniem resora poprzecznego 1 oraz współpracujących z nim mocowań ZMP, w którym dodatkowo wykorzystana została uproszczona kolumna MacPhersona 3. Kolumna ta zamocowana jest do zwrotnicy koła 7 i skrzynki zawieszenia 10. W swojej konstrukcji ma usuniętą sprężynę ponieważ funkcję sprężystą w proponowanym układzie pełni resor poprzeczny 1.

Dla wszystkich powyższych układów geometria oraz charakterystyka resora poprzecznego 1 oraz mocowania ZMP pozostaje stała. Przyjęto, że maksymalne obciążenie na przednią oś osiągnie wartość 19 kN, a zawieszenie przemieści się o wartość 160 mm względem pojazdu nieobciążonego, natomiast rozstaw mocowań w skrzynce zawieszenia 10 mocujących mocowanie ZMP wynosi 790 mm, a rozstaw przegubów sferycznych mocujących zwrotnice koła wynosi 1580 mm.

Na podstawie powyższych wyliczono, że wskaźnik wytrzymałości na zginanie części centralnej osiąga wartość 8070 mm³, a części bocznych 7760 mm³. Na podstawie obliczeń wytrzymałościowych wyliczono, że kompozytowy resor poprzeczny 1 obróci się w punkcie zamocowania go do mocowań ZMP o kąt 17°, a przesunięcie „t” wyniesie 13,6 mm.

W następstwie wykorzystania wzoru (1) wyliczono, że odsunięcie „r” będące podstawowym parametrem mocowania ZMP wynosi 46,5 mm.

$$r = \sqrt{\frac{2 \left(\frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}} \right)^2}{2 - 2 \cos \alpha}}$$

Takie odsunięcie punktu zamocowania mocowania ZMP do skrzynki zawieszenia 10 od płaszczyzny obojętnej resora poprzecznego 1 zapewnia minimalizację naprężeń powstających w konstrukcji skrzynki zawieszenia 10 oraz resorze poprzecznym 1 w wyniku pracy układu zawieszenia maksymalizując tym samym żywotność komponentów i minimalizując ich masę.

Resor poprzeczny wykonany jest z włókien szklanych lub połączenia włókien szklanych oraz włókien węglowych. Podstawowe parametry wytrzymałościowe zapewniają włókna szklane jednokierunkowe ułożone równolegle do płaszczyzny zginania wzdłuż krzywizny belki. Miejscowo w okolicach otworów stosuje się tkaninę wykonaną z włókien szklanych lub włókien węglowych typu „twill” zapewniających wytrzymałość w dowolnym kierunku na płaszczyźnie. W przypadku zamocowania resora 1 w dolnej części skrzynki zawieszenia 10 przewiduje się wykorzystanie tkaniny typu „twill” z włókien węglowych pokrywających całą powierzchnię resora zabezpieczając ją przed powierzchniowymi uszkodzeniami mechanicznymi mogących wpłynąć na charakterystykę pracy resora.

Mocowanie ZMP wykonane jest z wysokowytrzymałościowych stopów aluminium metodą ubytkową. W obudowę 13 mocowania ZMP włożona i zabezpieczona przed wysunięciem jest tuleja gumowo-stalowa kompensująca błędy wykonania komponentów i tłumiąca część wibracji powstałych w wyniku poruszania się pojazdu po jezdni.

Zastrzeżenia patentowe

1. Resor poprzeczny w postaci belki wygiętej w łuk ze stali lub kompozytu i zawierający mocowanie do skrzynki zawieszenia, zaś belka podatna jest na odkształcenie w wyniku działania siły F od pozycji normalnie wygiętej w dół do wyprostnej, **znamienna tym**, że resor poprzeczny zamocowany jest do skrzynki zawieszenia (10) poprzez co najmniej dwa zespoły mocująco-prowadzące (ZMP) zawierające obudowę (13), w której osadzony jest przegub obrotowy (5) pozwalający na obrót wokół własnej osi symetrii, który mocuje resor poprzeczny ze skrzynką zawieszenia (10) z tym, że resor poprzeczny zamocowany jest do obudowy (13) zespołu mocująco-prowadzącego w ten sposób, że punkt mocowania obudowy (13) do resora poprzecznego (1) zmienia swoją pozycję o wartość (t) w kierunku poziomym w czasie działania siły F w stosunku do osi położenia resora w pozycji normalnej (1-p) do pozycji wyprostnej (1-k), a ponadto zespół mocująco-prowadzący (ZMP) zamocowany jest do resora i do skrzynki zawieszenia w ten sposób, że odcinek pomiędzy płaszczyzną obojętną resora poprzecznego (p) a środkiem przegubu obrotowego (5) stanowiący miejsce mocowania w obudowie (13) stanowiący odsunięcie (r) stanowi wartość zgodną ze wzorem (1) i jest stała zarówno w pozycji normalnej (1-p) i pozycji wyprostnej (1-k):

$$(1) \quad r = \sqrt{\frac{2 \left(\frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}} \right)^2}{2 - 2 \cos \alpha}}$$

gdzie:

r – odsunięcie środka otworu wykonanego w obudowie na przegub obrotowy (5) od płaszczyzny obojętnej p,

t – przesunięcie poziome punktów mocowania obudowy (13), znajdujące się na płaszczyźnie obojętnej resora poprzecznego (1),

α – kąt zmiany kształtu resora pomiędzy pozycją normalną (1-p) a wyprostną F (1-k).

2. Resor według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że ma postać belki w stanie normalnie wygiętym (1-p) mającym kształt łuku skierowanego do dołu, zaś w następstwie przyłożenia siły F wynikającej z obciążenia resora masą pojazdu oraz wymuszeniami spowodowanymi poruszaniem się pojazdu następuje jego odkształcenie maksymalnie do stanu wyprostnego (1-k), przy

czym miejsce zamocowania zespołu (ZMP) do resora ulega przemieszczeniu o wartość (t) w taki sposób, że prowadząc linie proste prostopadłe do osi belki przez punkt mocowania zespołu (ZMP) i otwór wykonany w obudowie (13) na przegub w geometrii przed (1-p) i po obciążeniu siły F (1-k) wzajemnie się przecinają w miejscu (t0) zamocowania przegubu obrotowego (5), zaś zespół jest tak wykonany i zamocowany do resora i układu zawieszenia, że w punkcie przecięcia prostych (t0) nie następuje przesunięcie.

3. Resor według zastrzeżenia 1 lub 2, **znamienny tym**, że zespół mocowania (ZMP) jest tak wykonany, że zmiana kątowa kształtu belki wynikająca z wyprostowania się lub wygięcia pod wpływem działania siły F wprowadza do układu przemieszczenia (t) punktu w miejscu zamocowania resora do obudowy (13) leżące na płaszczyźnie obojętnej resora i jest równe co do wartości i ma zgodny kierunek i zwrot co zmiana geometrii resora w punkcie jego zamocowania do zespołu (ZMP) i wynika z tego, że odsunięcie (r) stanowi wartość zgodną ze wzorem:

$$(1) \quad r = \sqrt{\frac{2 \left(\frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}} \right)^2}{2 - 2 \cos \alpha}}$$

gdzie:

r – odsunięcie środka otworu wykonanego w obudowie (13) na przegub obrotowy (5) od płaszczyzny obojętnej resora (1) p,

t – przesunięcie poziome punktów mocowania obudowy (13), znajdujące się na płaszczyźnie obojętnej resora poprzecznego (1),

α – kąt zmiany kształtu resora pomiędzy (1-p) a (1-k).

4. Resor według zastrzeżenia 1 lub 2, lub 3, **znamienny tym**, że obudowa (13) wykonana jest ze stali lub stopów aluminium.
5. Resor według zastrzeżenia 1 lub 2, lub 3, lub 4, **znamienny tym**, że zespół (ZMP) mocuje się do resora poprzecznego z wykorzystaniem śrub przechodzących przez resor poprzeczny.
6. Resor według zastrzeżenia 1 lub 2, lub 3, lub 4, lub 5, **znamienny tym**, że rozstaw mocowań ZMP – c wynosi 800 mm +/- 350 mm.
7. Układ zawieszenia zawierający resor poprzeczny, wahacz górny lub dolny lub kolumnę MacPhersona, przegub sferyczne, zwrotnicę, zespół koła, skrzynkę zawieszenia, **znamienny tym**, że resor poprzeczny zamocowany jest do skrzynki zawieszenia (10) poprzez co najmniej dwa zespoły mocująco-prowadzące (ZMP) zawierające obudowę (13), w której osadzony jest przegub obrotowy (5) pozwalający na obrót wokół własnej osi symetrii, który mocuje resor poprzeczny ze skrzynką zawieszenia (10) z tym, że resor poprzeczny zamocowany jest do obudowy (13) zespołu mocująco-prowadzącego w ten sposób, że punkt mocowania obudowy (13) do resora poprzecznego (1) zmienia swoją pozycję o wartość (t) w kierunku poziomym w czasie działania siły F w stosunku do osi położenia resora w pozycji normalnej (1-p) do pozycji wyprostnej (1-k), a ponadto zespół mocująco-prowadzący (ZMP) zamocowany jest do resora i do skrzynki zawieszenia w ten sposób, że odcinek pomiędzy płaszczyzną obojętną resora poprzecznego (p) a środkiem przegubu obrotowego (5) stanowiącym miejsce mocowania w obudowie (13) stanowiący odsunięcie (r) stanowi wartość zgodną ze wzorem (1) i jest stała zarówno w pozycji normalnej (1-p) i pozycji wyprostnej (1-k):

$$(2) \quad r = \sqrt{\frac{2 \left(\frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}} \right)^2}{2 - 2 \cos \alpha}}$$

gdzie:

r – odsunięcie środka otworu wykonanego w obudowie na przegub obrotowy (5) od płaszczyzny obojętnej p,

t – przesunięcie poziome punktów mocowania obudowy (13), znajdujące się na płaszczyźnie obojętnej resora poprzecznego (1),

α – kąt zmiany kształtu resora pomiędzy pozycją normalną (1-p) a wyprostną F (1-k).

8. Układ według zastrzeżenia 7, **znamienny tym**, że resor poprzeczny (1) ma postać belki w stanie normalnie wygiętym (1-p) mającym kształt łuku skierowanego do dołu, zaś w następstwie

przyłożenia siły F wynikającej z obciążenia resora masą pojazdu oraz wymuszeniami spowodowanymi poruszaniem się pojazdu następuje jego odkształcenie maksymalnie do stanu wyprostnego (1-k), przy czym miejsce zamocowania zespołu (ZMP) do resora ulega przemieszczeniu o wartość (t) w taki sposób, że prowadząc linie proste prostopadłe do osi belki przez punkt mocowania zespołu (ZMP) i otwór wykonany w obudowie (13) na przegub w geometrii przed (1-p) i po obciążeniu siły F (1-k) wzajemnie się przecinają w miejscu (t_0) zamocowania przegubu obrotowego (5), zaś zespół jest tak wykonany i zamocowany do resora i układu zawieszenia, że w punkcie przecięcia prostych (t_0) nie następuje przesunięcie.

9. Układ według zastrzeżenia 7 lub 8, **znamienny tym**, że zespół mocowania (ZMP) jest tak wykonany, że zmiana kątowa kształtu belki wynikająca z wyprostowania się lub wygięcia pod wpływem działania siły F wprowadza do układu przemieszczenia (t) punktu w miejscu zamocowania resora do obudowy (13) leżące na płaszczyźnie obojętnej resora i jest równe co do wartości i ma zgodny kierunek i zwrot co zmiana geometrii resora w punkcie jego zamocowania do zespołu (ZMP) i wynika z tego, że odsunięcie (r) stanowi wartość zgodną ze wzorem:

$$(1) \quad r = \sqrt{\frac{\left(\frac{t}{\cos \frac{\alpha}{2}}\right)^2}{2 - 2 \cos \alpha}}$$

gdzie:

r – odsunięcie środka otworu wykonanego w obudowie (13) na przegub obrotowy (5) od płaszczyzny obojętnej resora (1) p,

t – przesunięcie poziome punktów mocowania obudowy (13), znajdujące się na płaszczyźnie obojętnej resora poprzecznego (1),

α – kąt zmiany kształtu resora pomiędzy (1-p) a (1-k).

10. Układ według zastrzeżenia 7 lub 8, lub 9, **znamienny tym**, że obudowa (13) wykonana jest ze stali lub stopów aluminium.
11. Układ według zastrzeżenia 7 lub 8, lub 9, lub 10, **znamienny tym**, że zespół mocowania (ZMP) mocuje się do resora poprzecznego z wykorzystaniem śrub przechodzących przez resor poprzeczny.
12. Układ według zastrzeżenia 7 lub 8, lub 9, lub 10, lub 11, **znamienny tym**, że rozstaw mocowań ZMP – c wynosi 800 mm +/- 350 mm.

Rysunki

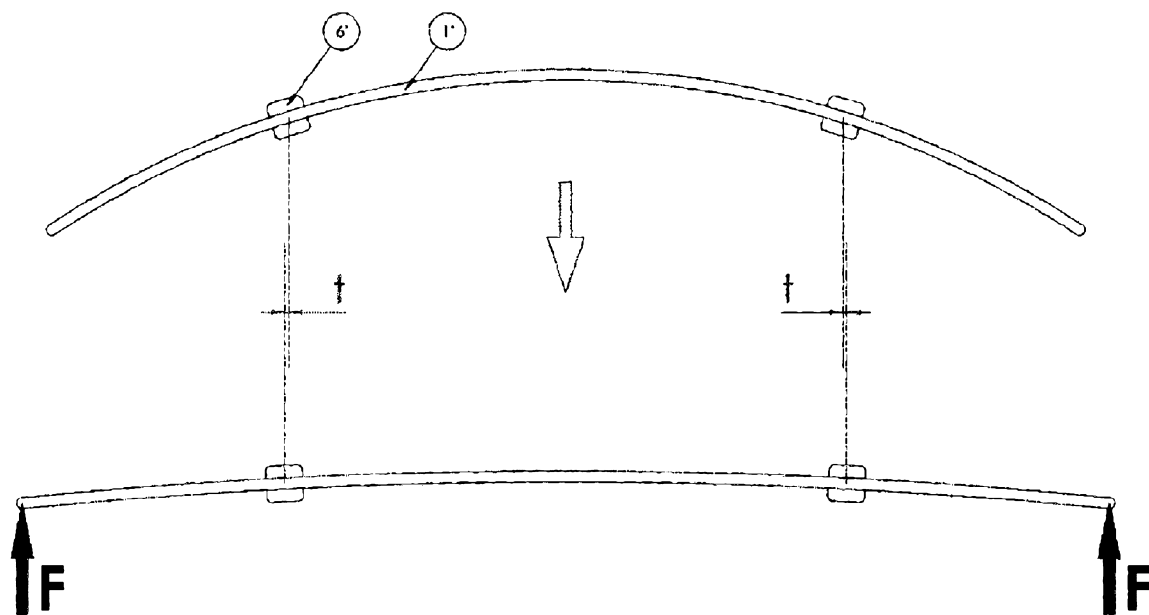


Fig. 1 – stan techniki

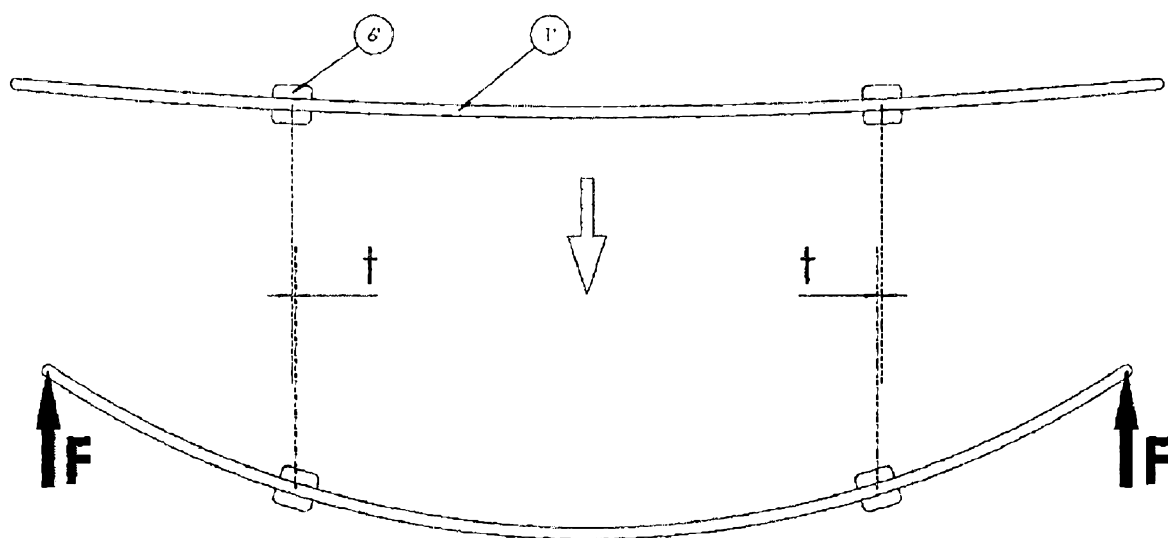


Fig. 2 – stan techniki

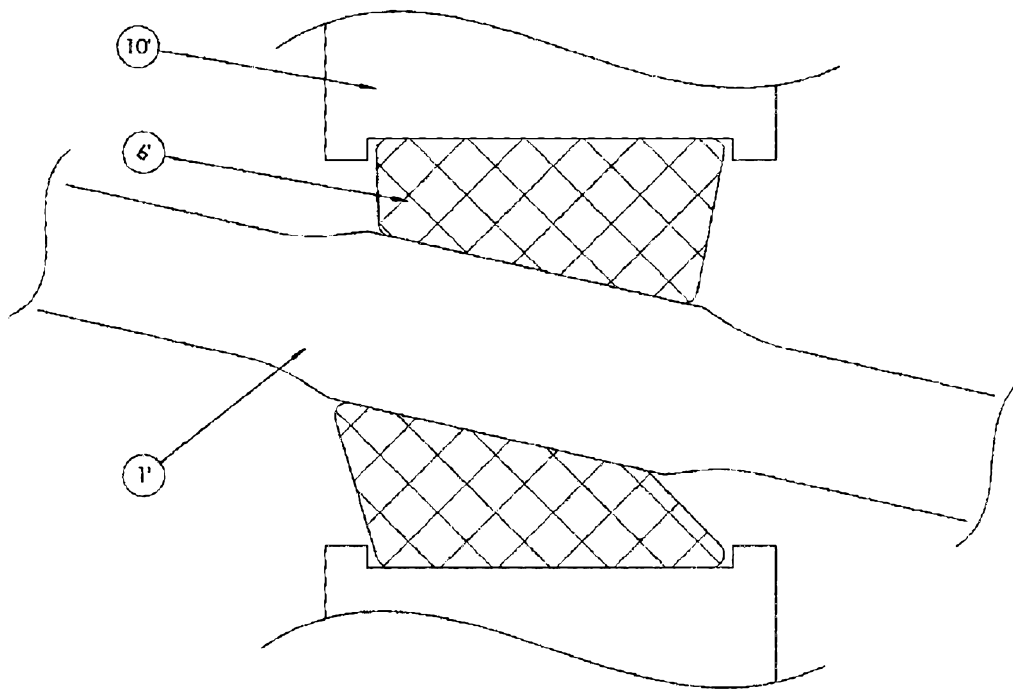


Fig. 3 – stan techniki

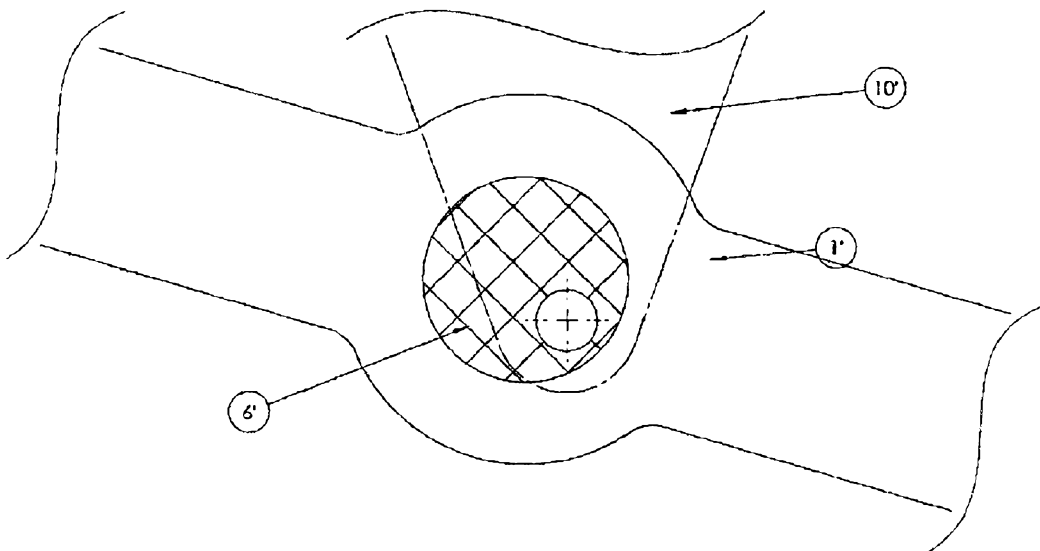


Fig 4 – stan techniki

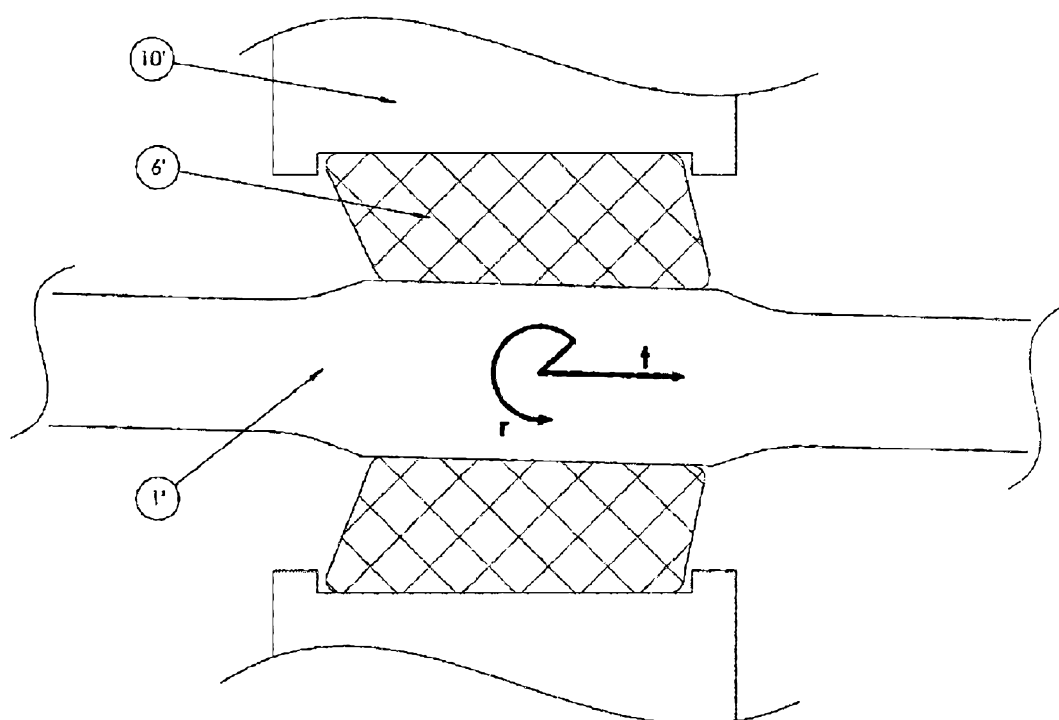


Fig. 5 - stan techniki

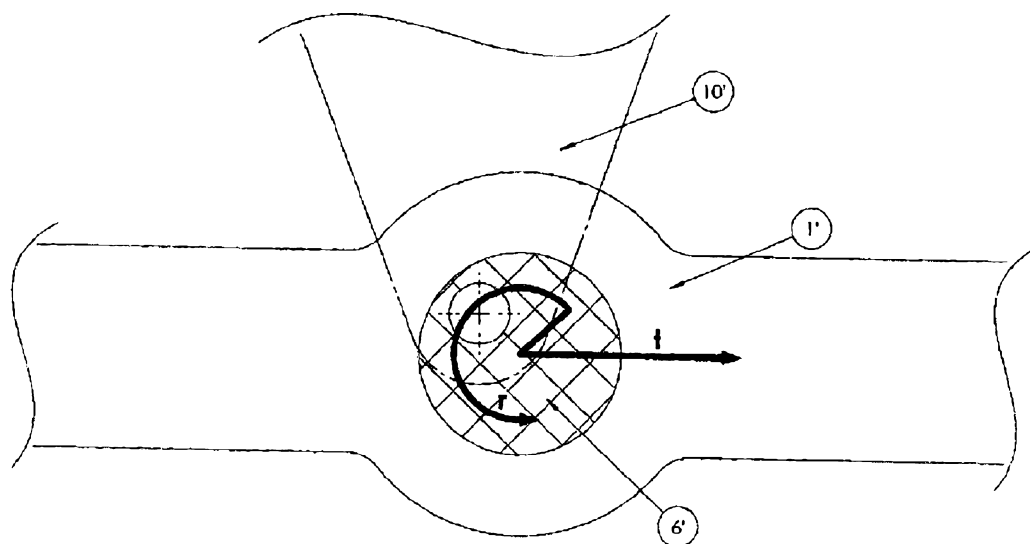


Fig. 6 - stan techniki

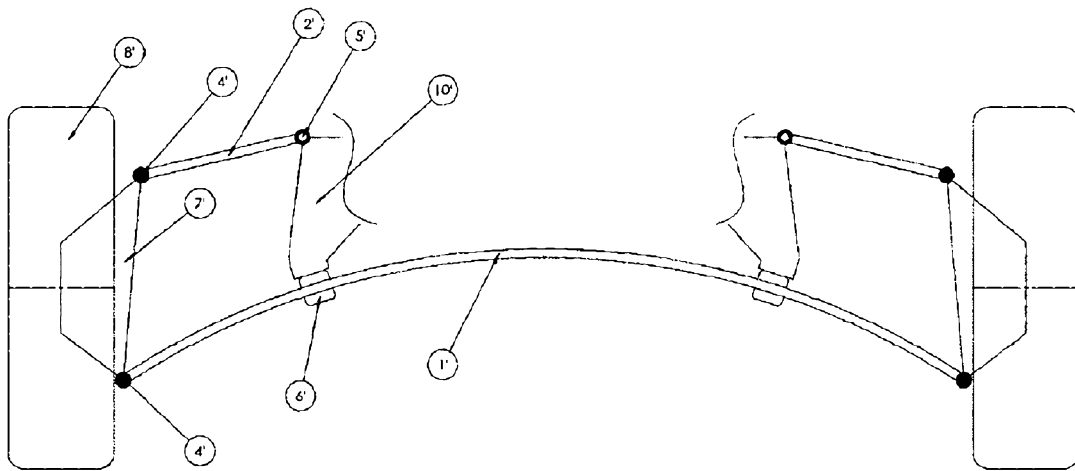


Fig. 7 – stan techniki

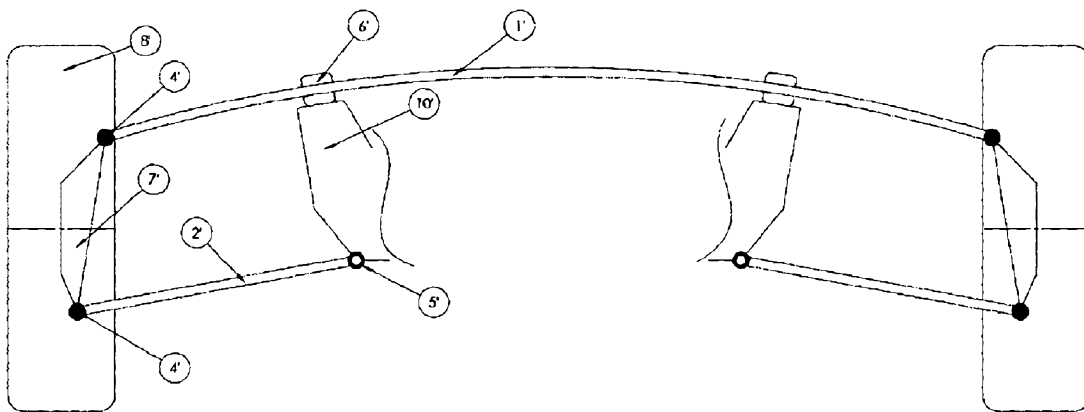


Fig. 8 – stan techniki

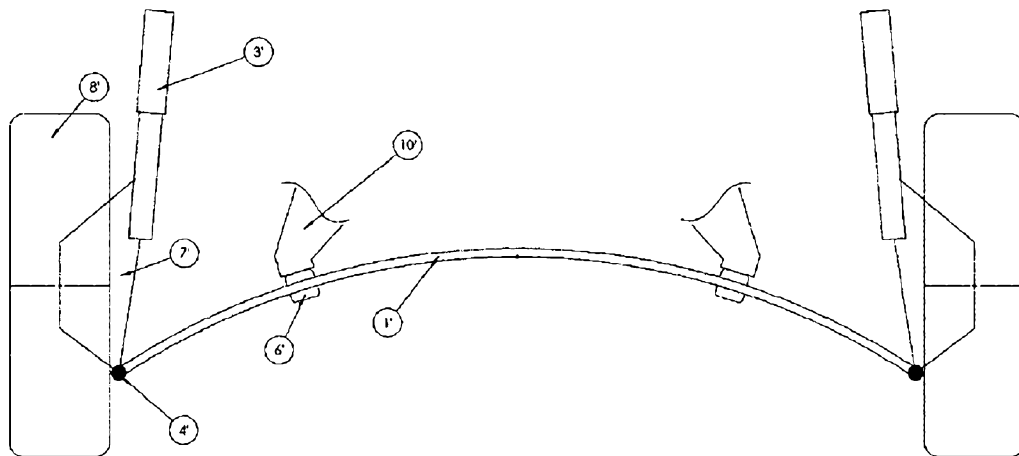


Fig. 9 – stan techniki

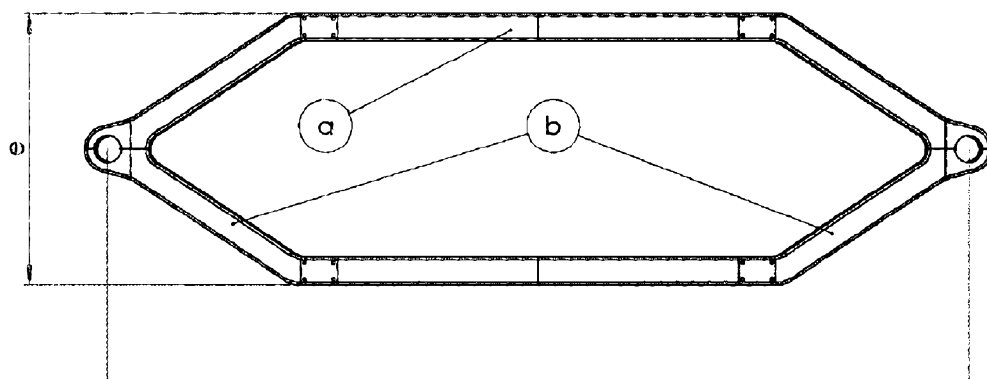


Fig 10

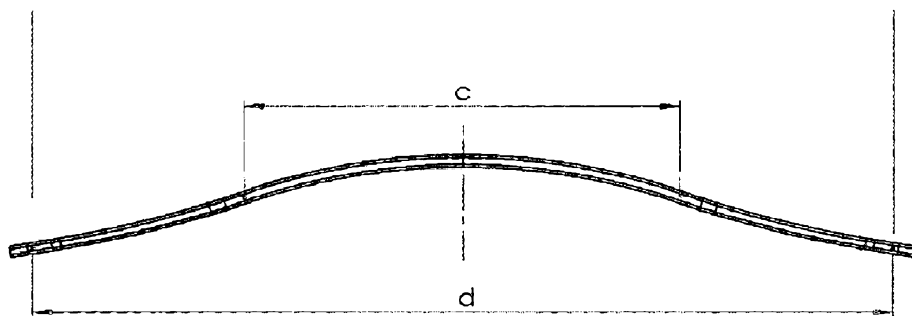


Fig. 10'

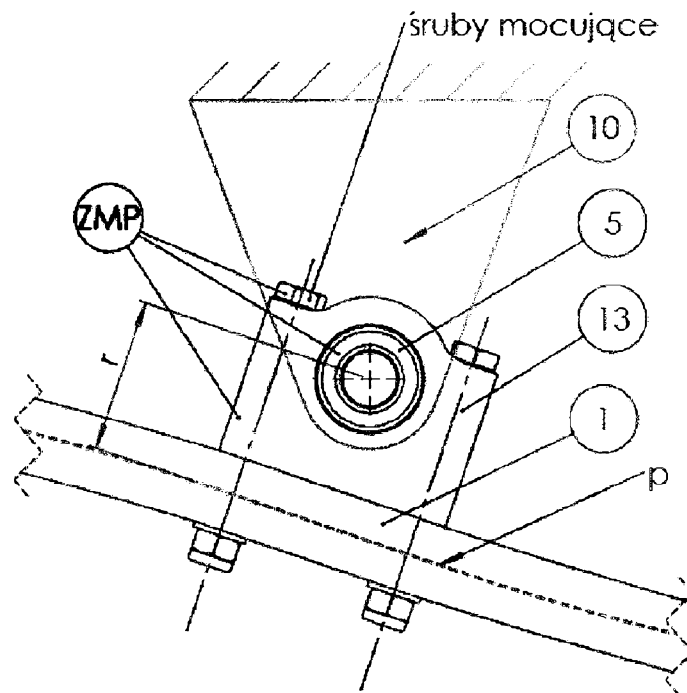


Fig 11

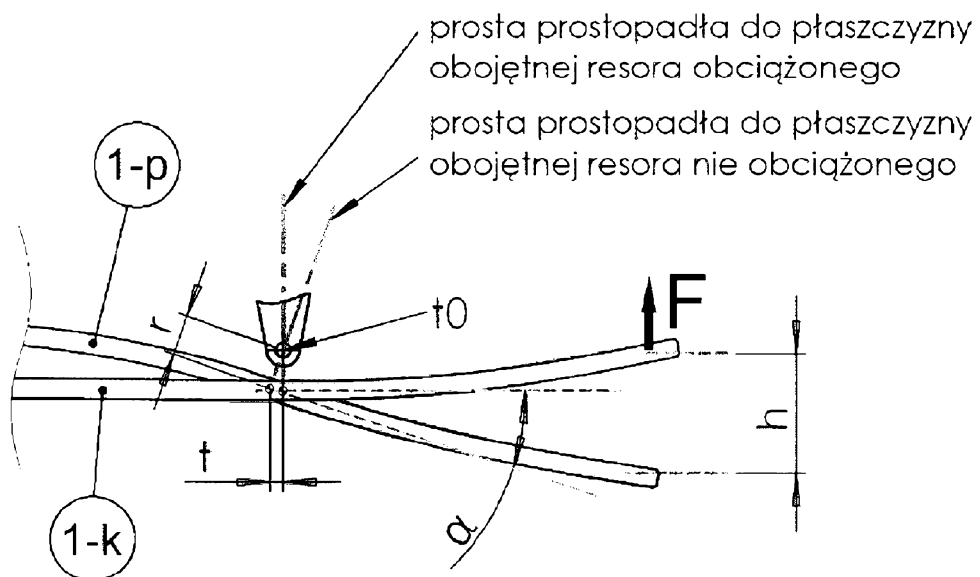


Fig 12

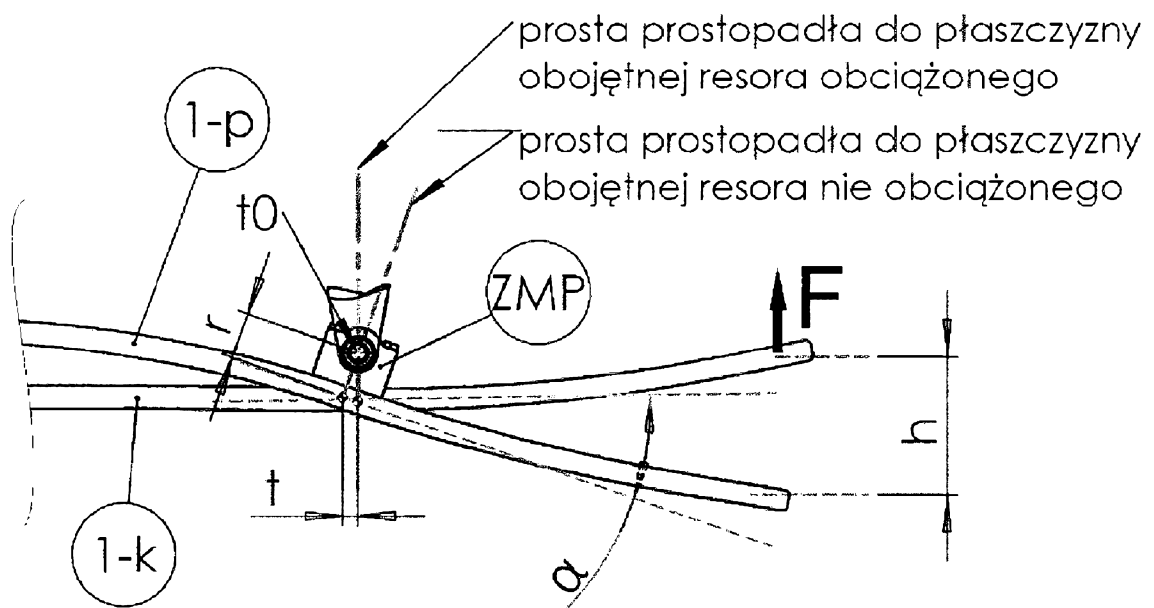


Fig 13

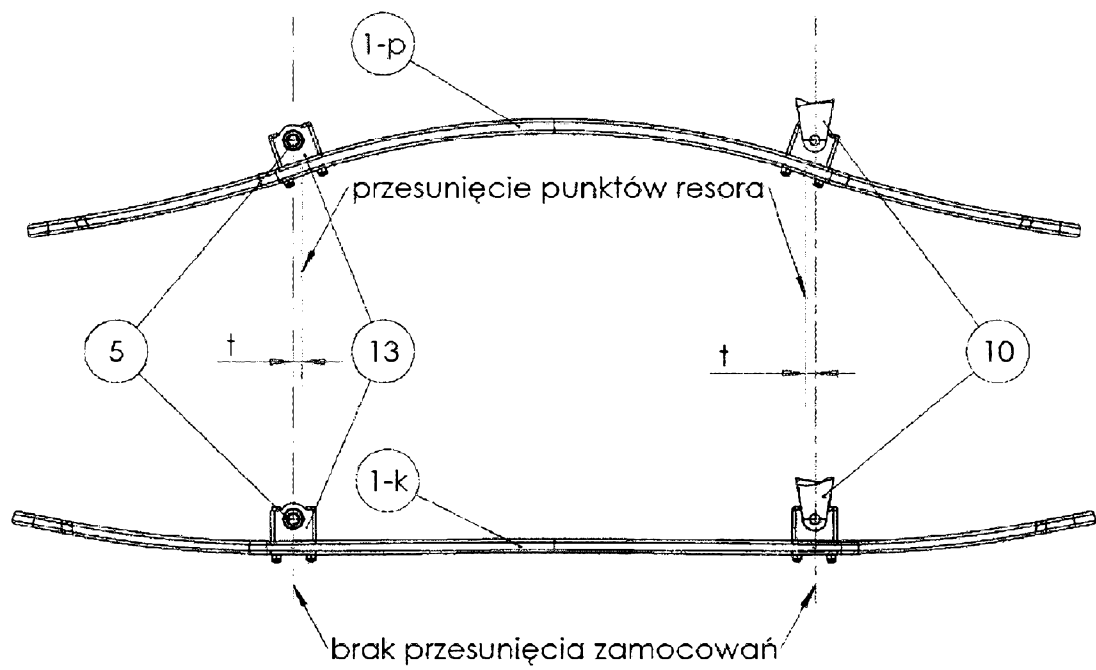


Fig 14

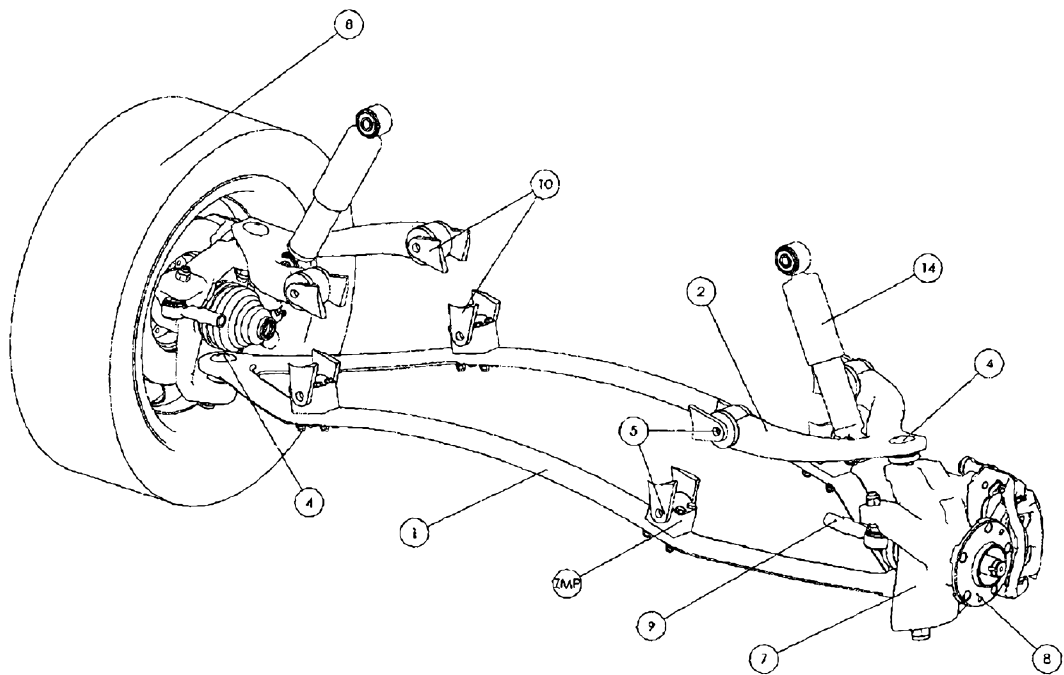


Fig.15

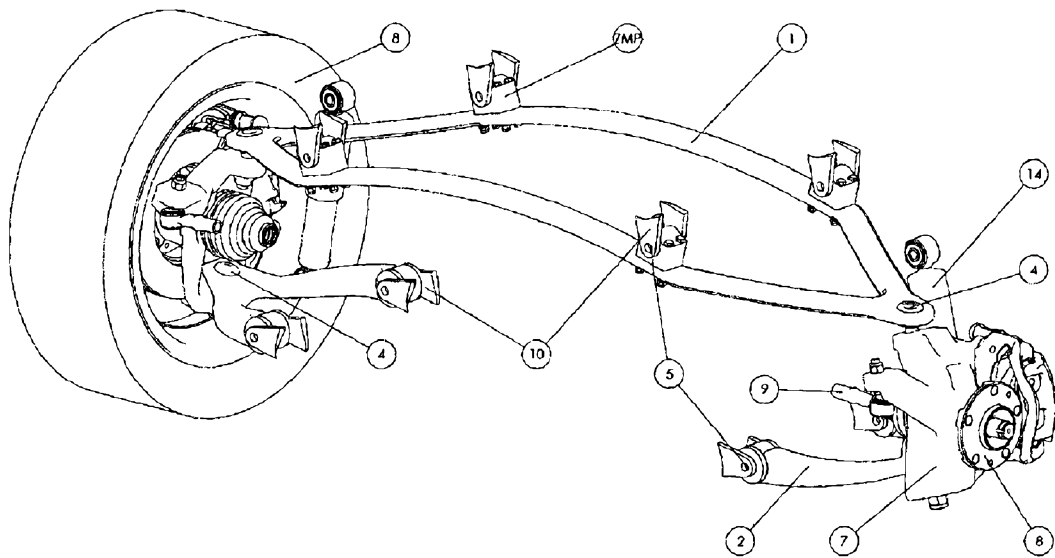


Fig 16

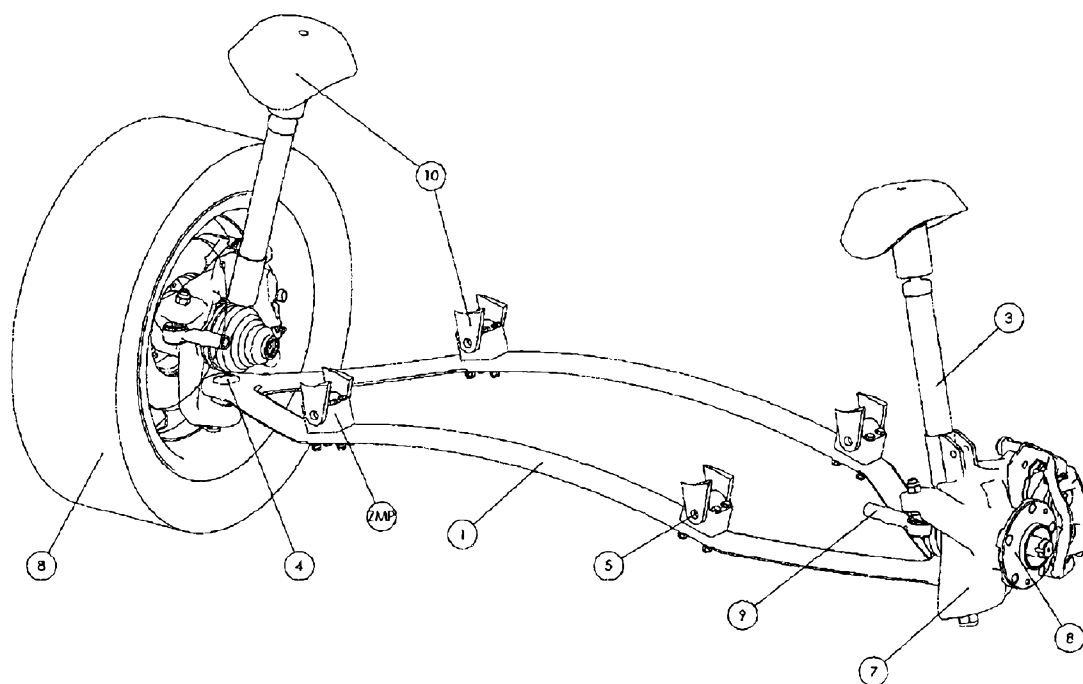


Fig 17