

POLITECHNIKA WARSZAWSKA
INSTYTUT MASZYN ELEKTRYCZNYCH

Zakład Konstrukcji Urządzeń Elektrycznych

INSTRUKCJA ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO

Temat:

"Badanie diagnostyczne amortyzatorów"

Do użytku wewnętrznego

Laboratorium Systemów Pomiarowych i Diagnostycznych Pojazdów Samochodowych

Warszawa 7 luty 2010 r.

opracował : dr inż. Jarosław Paszkowski

SPIS TREŚCI

1.	Wprowadzenie	3
1.1	Program ćwiczenia	3
1.2	Wiadomości podstawowe	3
1.2.1	Elementy zawieszenia samochodu i jego własności	4
1.3	Budowa i działanie amortyzatorów	5
1.3.1	Przeznaczenie i klasyfikacja	5
1.3.2	Wymagania stawiane amortyzatorom	6
1.3.3	Teleskopowe amortyzatory hydrauliczne	7
1.3.3.1	Amortyzator teleskopowy dwururowy	7
1.3.3.2	Amortyzator teleskopowy jednorurowy	12
1.3.3.3	Amortyzatory teleskopowe dwururowe i jednorurowe porównanie	13
1.3.3.4	Parametry amortyzatorów i ich właściwości konstrukcyjne.	15
2.	Badania amortyzatorów.	23
2.1	Wiadomości ogólne.	23
2.2	Badania amortyzatorów zabudowanych w zawieszeniu samochodu.	23
2.2.1	Badania amortyzatorów metodą drgań swobodnych tłumionych.	24
2.2.2	Badania amortyzatorów metodą drgań wymuszonych	26
3.	Urządzenie CERTUS CSA	27
3.1	Bezpieczeństwo pracy	27
3.1.1	Wskazówki bezpieczeństwa dotyczące eksploatacji stanowiska	27
3.2	Przeznaczenie, informacje ogólne	27
3.3	Dane techniczne urządzenia CERTUS CSA	28
3.4	Budowa urządzenia. Zasada działania	30
3.4.1	Zespół płyt wibracyjnych - budowa i zasada działania	30
3.4.2	Jednostka sterująco-wskaźnikowa	32
3.5	Praca z programem	35
3.5.1	Wprowadzanie danych klienta.	37
3.6	Przebieg badania	38
3.6.1	Przebieg badania - tryb ręczny	40
3.6.2	Pomiar skuteczności tłumienia drgań zawieszenia na urządzeniu CERTUS CSA41	
3.7	Protokół kontroli	43
3.8	Ocena wyników kontroli	44
4.	Wykonanie ćwiczenia	44
5.	literatura	44

1. Wprowadzenie

1.1 Program ćwiczenia

Ćwiczenie to obejmuje swoim zakresem ocenę diagnostyczną amortyzatorów zamontowanych w pojeździe.

1.2 Wiadomości podstawowe

Na powierzchni drogi występują różne nierówności, które są przenoszone przez koła jadącego samochodu na układ resorujący. Proporcjonalnie do intensywności i częstotliwości wstrząsów obie masy wpadają w drgania, każda w drgania o innej częstotliwości i amplitudzie. Nietłumione drgania mają bardzo niekorzystny wpływ na bezpieczeństwo i komfort jazdy.

Człowiek stosunkowo dobrze znosi ruchy pionowe, natomiast jest gorzej przystosowany do przeciwdziałania ruchom wzdłużnym i poprzecznym, zwłaszcza jeśli są one nieregularne i występują z różną intensywnością. U osób, które nie mają zapiętych pasów, najwięcej obciążona jest część tułowia i kręgi szyjne, zaś przy zapiętych pasach - głowa (uwaga ta nie jest słuszna w przypadku bezwładnościowych pasów bezpieczeństwa). Wraz z przedłużającym się czasem jazdy staje się ona coraz bardziej męcząca i prowadzi do zmniejszenia reakcji kierowcy na różne sytuacje na drodze.

Optymalne warunki bezpieczeństwa i komfortu jazdy mogą wystąpić wtedy, gdy koła toczą się płynnie po nawierzchni, mają dobrą do niej przyczepność, a nadwozie porusza się jedynie w kierunku jazdy.

Układ resorowania, określony rozwiązaniem konstrukcyjnym danego typu samochodu, jest pewnym kompromisem między elastycznością a sztywnością. Zbyt podatne resorowanie nadmiernie odciąża masę resorowaną, natomiast sztywne resorowanie powoduje, że jazda staje się nieprzyjemna, zbyt "twarda". Niektórzy producenci starają się rozwiązać ten problem przez wprowadzenie dających się regulować amortyzatorów, a więc dostosowania ich do marki i typu samochodu. Konieczność zmiany sztywności amortyzatora wynika również w przypadku zmiany obciążenia. Tym problemom wiele uwagi poświęca firma Koni.

Jeśli częstotliwość drgań wymuszonych profilem nawierzchni i prędkości jazdy jest zbliżona do częstotliwości drgań własnych masy resorowanej, to powstaje rezonans, powodujący wzrastanie amplitudy drgań. W celu usunięcia tego niekorzystnego zjawiska stosuje się amortyzatory, które - jeśli są dostatecznie sprawne - utrzymują drgania w dopuszczalnych granicach bez pogorszenia kierowalności samochodem i komfortu jazdy.

W przypadku bezdemontażowej kontroli stanu amortyzatorów trzeba pamiętać, że wynik badania zależy nie tylko od samych amortyzatorów, ale i od resorów, tłumienia przez ogumienie oraz od zawieszenia kół - a więc obarczony pewnymi błędami. Mimo to działanie amortyzatorów można ocenić dostatecznie dokładnie. Skuteczność działania amortyzatora jest określona siłami oporu, powstającymi podczas jego ruchu.

Górna granica częstotliwości masy nieresorowanej jest około 16Hz, a masy resorowanej około 4 Hz. Takie zakresy ma większość urządzeń do badania amortyzatorów, chociaż w praktyce częstotliwość drgań masy nieresorowanej może osiągnąć wartości krytyczne, nawet do 50 Hz.

1.2.1 Elementy zawieszenia samochodu i jego własności

Właściwości tłumiące układu zawieszenia i resorów są mało skuteczne dla szybkiego stłumienia drgań, jakim podlega pojazd podczas jazdy, zwłaszcza po nierównej drodze. Należy zatem do układu zawieszenia wprowadzić dodatkowy element tłumiący drgania. Takim właśnie elementem może być amortyzator: cierny lub hydrauliczny.

Amortyzatory cierne były stosowane w dawniejszych samochodach, kiedy nie doceniano należycie zagadnienia płynności ruchu. Sposób tłumienia drgań za pomocą tarcia pociąga za sobą następujące niedomagania:

- *występują znaczne różnice między wartościami tarcia spoczynkowego a poślizgowego,*
- *zależność wartości tarcia od szeregu przyczyn: jakość i stan powierzchni ciernych, kształt końców piór resoru, liczba piór itp.,*
- *trudności w zapewnieniu żądanej wartości tarcia,*
- *zmiana rodzaju i wartości tarcia w zależności od charakteru drgań.*

Obecnie w celu osiągnięcia pożądanej wartości i charakteru tłumienia drgań samochodu stosuje się niemal wyłącznie amortyzatory hydrauliczne pracujące równolegle z elementami sprężystymi zawieszenia. Amortyzatory hydrauliczne tłumią drgania i osłabiają wstrząsy dzięki dławieniu przepływającej przez przewężenie cieczy.

Ich zasada działania polega na zamianie energii mechanicznej ruchu kół względem nadwozia w energię cieplną cieczy przy przepływie przez zawory i otwory dławiące.

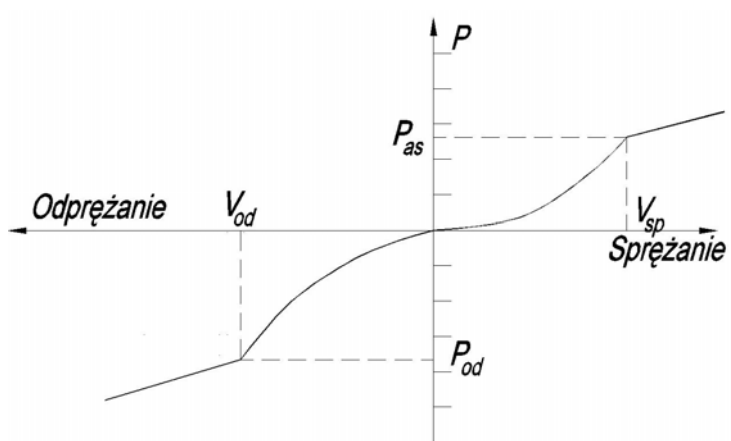
Z obserwowanych warunków ruchu samochodu wynika, że prędkość ruchu koła jezdnego przy ruchu sprężenia może być znacznie większa od prędkości koła przy ruchu odprężenia i wskutek tego siły przenoszone na nadwozie przy ruchu sprężenia mogłyby być zbyt duże. Aby więc zapobiec nadmiernemu przenoszeniu sił na nadwozie, zaczęto stosować takie konstrukcje zaworów, które powodują, że przy ruchu sprężenia i odprężenia występują różne opory amortyzatora.

Stosowane obecnie w samochodach amortyzatory hydrauliczne mają niejednakową wartość stałej tłumienia dla ruchu odprężenia k_o i dla ruchu sprężenia k_s . Zwykle dla ruchu odprężenia wartość stałej tłumienia jest kilkakrotnie większa od stałej tłumienia dla ruchu sprężenia;

najczęściej $k_o = (2 \div 5) k_s$.

Dobór wielkości oporu amortyzatora przy ruchu sprężenia i odprężenia jest również ważny, ze względu na stateczność ruchu samochodu. Opór amortyzatora dla ruchu sprężenia winien być tak dobrany, aby możliwie największa ilość energii była pochłaniana i rozpraszana przez amortyzator, utrudniając tym samym odrywanie się kół jezdnych od podłoża. Z drugiej jednak strony należy ograniczyć siłę przekazywaną nadwoziu przez amortyzator. W tym celu stosuje się w amortyzatorach hydraulicznych dodatkowy zawór, który otwiera się, gdy siła $P > P_{as}$. Po osiągnięciu tej wartości wzrost oporu amortyzatora jest nieznaczny. Również i przy ruchu odprężenia największy opór amortyzatora P_{ao} musi zostać ograniczony ze względu na to, aby koło jezdne nie było zbyt hamowane przy przejeździe np. wyrw, a tym samym nie odrywało się od powierzchni drogi. Do tego celu służy dodatkowy zawór ograniczający największą wartość siły oporu amortyzatora, jaką może przenieść przy ruchu odprężenia, podobnie jak przy ruchu sprężenia $P > P_{ao}$. Czyli P_{ao} jest więc podobnie jak P_{as} w przybliżeniu największą siłą, jaką amortyzator może przenieść przy ruchu odprężenia, przy założeniu, że $P_{ao} > P_{as}$.

Wpływ zaworów dodatkowych na pracę amortyzatora ilustruje charakterystyka przedstawiona na Rys 1.1.



Rys 1.1 Charakterystyka amortyzatora hydraulicznego.

Punkty przegięcia krzywej wskazują na momenty otwarcia zaworów ograniczających.

1.3 Budowa i działanie amortyzatorów

1.3.1 Przeznaczenie i klasyfikacja

Amortyzator jest to odrębnie konstrukcyjnie urządzenie, którego główne zadanie polega na możliwie skutecznym pochłanianiu energii najbardziej niepożądanych obciążeń dynamicznych i wytracanie jej przez zamianę w inną postać energii (z reguły na ciepło). Jednocześnie każdy amortyzator w zawieszeniu samochodu służy jako pomocniczy element sprężysty, zwłaszcza gdy tym silniej przeciwstawia się obciążeniom zewnętrznym, im szybciej one wzrastają.

Stosowanie amortyzatorów w zawieszeniach samochodów jest konieczne lub celowe z różnych względów, spośród których decydujące znaczenie mają zwykle:

- *zapobieganie zbyt gwałtownemu rozprężeniu się odkształconych głównych elementów sprężystych zawieszenia zwłaszcza kiedy nagle znikają ich obciążenia zewnętrzne,*
- *powodowanie jak najszybszego zanikania wszelkich drgań elementów zawieszenia,*
- *zapewnienie możliwie korzystnej progresywności resorowania, dzięki współdziałaniu z innymi elementami sprężystymi zawieszenia,*
- *okresowe korygowanie właściwości zawieszenia pojazdu odpowiednio do warunków jego ruchu (tylko amortyzatory nastawne).*

Nieodpowiednie lub wadliwe działające amortyzatory nie tylko pogarszają resorowanie i właściwości ruchowe pojazdu, lecz także powodują różne niedogodności. Dotyczy to zwłaszcza przedwczesnego zużywania się ogumienia kół jezdnych, połączeń przegubowych w zawieszeniu oraz w układzie kierowniczym i elementów zawieszenia nadwozia. Na przykład amortyzator swoim działaniem wpływa na wyrównywanie nacisków kół na jezdnię. Ograniczając pionowe podskoki nadwozia amortyzator przeciwdziała odrywaniu kół od nawierzchni, dzięki czemu polepsza się stateczność ruchu samochodu.

Amortyzatory w zawieszeniach samochodów powinny spełniać różne wymagania eksploatacyjne, spośród których najważniejsze to:

- *niezmiennność charakterystyki działania przez cały okres użytkowania,*
- *zadowalająca skuteczność działania bez względu na warunki ruchu pojazdu,*
- *pewność działania w zakresie temperatur od -40°C do $+120^{\circ}\text{C}$,*
- *dostateczna odporność na okresowe przegrzewanie się,*
- *możliwie duża trwałość,*
- *lekkość i zwartość konstrukcji.*

Amortyzatory mogą być klasyfikowane według rozmaitych kryteriów podziału. Dlatego powszechnie amortyzatory określa się nazwami uściślonymi, informującymi o najważniejszych cechach ich działania i konstrukcji.

Zależnie od metody wytracania energii przejmowanych obciążeń dynamicznych amortyzator określa się jako:

- *mechaniczny, tj. rozpraszający pochłanianą energię dzięki oporom tarcia mechanicznego,*
- *hydraulicznym, czyli wytracający pochłanianą energię dzięki oporom hydraulicznym silnie dławionego przepływu cieczy.*

Obecnie w zawieszeniach samochodów stosowane są niemal wyłącznie amortyzatory hydrauliczne. Przypisać to można głównie okoliczności, że im większe są częstotliwości cykliczne zmiennych obciążeń zewnętrznych, tym skuteczniej przeciwstawiają się im amortyzatory hydrauliczne, podczas gdy oddziaływanie amortyzatorów mechanicznych praktycznie nie zależy od częstotliwości przejmowanych przez nie obciążeń dynamicznych.

Ze względu na zależność skuteczności przeciwstawiania się obciążeniom zewnętrznym od kierunku ich działania, ogólnie amortyzatory określa się jako jednostronnego działania lub obustronnego działania. Wśród amortyzatorów obustronnego działania rozróżnia się symetryczne oraz niesymetryczne. Ponadto powszechnie używane są potoczne nazwy identyfikujące amortyzatory według różnych kryteriów podziału:

- *według wykonania elementów przejmujących obciążenia zewnętrzne (amortyzatory dźwigniowe, amortyzatory teleskopowe, amortyzatory taśmowe),*
- *według konstrukcji (amortyzatory hydropneumatyczne, amortyzatory bezwładnościowe),*
- *według szczególnych właściwości (amortyzatory nastawne).*

Amortyzatory jednostronnego działania praktycznie opóźniają jedynie rozprężanie się odkształconego elementu sprężystego zawieszenia, czyli oddziałują tylko podczas oddalania się koła jezdnego od nadwozia. Natomiast podczas sprężania elementu resorującego, gdy koło jezdne zbliża się do nadwozia, amortyzator jednostronnego działania nie oddziałuje na jego odkształcenie sprężyste.

Amortyzatory obustronnego działania przeciwstawiają się odkształcaniu oraz rozprężaniu się elementu resorującego, z którym współdziałają. Zależnie od skuteczności w obu kierunkach są określane jako:

- *symetryczne, jeżeli równie skutecznie przeciwstawiają się odkształcaniu i rozprężaniu elementu resorującego (amortyzatory symetryczne, głównie mechaniczne i nieliczne hydrauliczne stosowane są rzadko i wyraźnie wychodzą z użycia).*
- *niesymetryczne, gdy skuteczniej przeciwstawiają się rozprężaniu elementu resorującego niż jego odkształcaniu (amortyzatory niesymetryczne są obecnie powszechnie stosowane w zawieszeniach pojazdów samochodowych); zwykle amortyzator niesymetryczny 2,5 do 5 razy skuteczniej przeciwdziała odprężaniu się elementu resorującego niż jego sprężaniu.*

1.3.2 Wymagania stawiane amortyzatorom

Stały wzrost prędkości jazdy samochodów oraz coraz większe wymagania dotyczące komfortu jazdy i bezpieczeństwa są przyczyną zwiększania wymagań w stosunku do jakości wykonania i działania amortyzatorów, które stanowią w nowoczesnych samochodach bardzo istotny element zawieszenia, związany z danym typem samochodu. Ponadto należy pamiętać, że wskutek tłumienia drgań amortyzatory powodują zwiększenie trwałości wielu elementów samochodu. Na przykład uszkodzenie amortyzatorów może być przyczyną przedwczesnego zużycia się ogumienia, przegubów w zawieszeniu i układzie kierowniczym, łożysk kół oraz wszystkich elementów mocujących nadwozie.

Zakres wymagań stawianych amortyzatorom jest następujący:

- *zapewnienie właściwej zdolności tłumienia drgań w zależności od ich wielkości i charakteru, np. narastanie tłumienia wraz ze wzrostem częstotliwości i amplitudy drgań oraz spadek tłumienia przy małych częstotliwościach i amplitudach; w tym przypadku chodzi o takie działanie, aby amortyzator przy małym sprężeniu zapewniał małe tłumienie, a przy dużym sprężeniu - duże tłumienie,*
- *zachowanie przez cały czas użytkowania możliwie jednakowej charakterystyki,*
- *zachowanie stałości działania podczas ruchu samochodu w różnych warunkach drogowych i przy różnych temperaturach otoczenia,*
- *prawidłowe odprowadzenie ciepła,*
- *duża trwałość działania,*
- *mała masa i małe wymiary zewnętrzne, dobra technologia konstrukcji i niska cena.*

Z dotychczasowych rozważań wynika, że przedstawione wymagania mogą być spełnione przez amortyzatory hydrauliczne, które są niemal wyłącznie stosowane w nowoczesnych samochodach.

1.3.3 Teleskopowe amortyzatory hydrauliczne

Teleskopowy amortyzator hydrauliczny ma taką konstrukcję, która zmuszając wytłaczaną ciecz do przepływania przez przewężenie dławiące przeciwstawia się obciążeniom zewnętrznym, działającym wzdłuż osi symetrii amortyzatora i powodującym zmianę jego czynnej długości. Jednak zasada działania amortyzatora teleskopowego jest podobna do działania amortyzatora tłoczkowo-dźwigniowego, ponieważ polega ona na przetłaczaniu cieczy przez kalibrowane otwory w denku tłoka.

Amortyzatory teleskopowe są lżejsze, a ich konstrukcja umożliwia stosowanie prostych technologii produkcji, co niewątpliwie wpłynęło na powszechne ich zastosowanie w samochodach lżejszych (zwłaszcza osobowych). Ostatnio spotyka się także dość liczne przypadki zastosowania ich w samochodach ciężarowych.

Zależnie od konstrukcji teleskopowe amortyzatory hydrauliczne określa się jako dwururowe lub jednorurowe.

1.3.3.1 Amortyzator teleskopowy dwururowy

Zasadę budowy amortyzatora dwururowego przedstawiono na Rys 1.2. Amortyzator ma oddzielny cylinder roboczy 2, którego przelot szczelnie przegradza tłok 1, przemieszczany posuwisto-zwrotnie przez trzon 5, przejmujący obciążenie zewnętrzne. Cylinder roboczy poprzez zaworki dławiące jest połączony z pierścieniową komorą wyrównawczą W zawartą między jego ścianką zewnętrzną i cylindryczną ścianą rury zewnętrznej 3. W amortyzatorze dwururowym ciecz całkowicie wypełnia cylinder roboczy, a komorę wyrównawczą - częściowo, ponieważ w jej górnej części znajduje się pewna ilość powietrza stanowiąca poduszkę gazową. Od góry cylinder roboczy jest zamknięty prowadnicą 6 trzonu tłokowego 5 (Rys 1.2). Rurę zewnętrzną zamyka od dołu denko z uchem mocującym, a od góry nakrętka z uszczelnieniem trzonu tłokowego. Na trzon nasadzona jest od góry ochronna osłona rurowa amortyzatora.

Działanie opisanego amortyzatora odbywa się w sposób następujący. Podczas odkształcania się elementu resorującego (ruch sprężenia) trzon amortyzatora wsuwa się w głąb cylindra roboczego (czynna długość amortyzatora maleje). Wskutek tego tłok przez zaworki dławiące wypycha ciecz częściowo z przestrzeni pod tłokiem do przestrzeni nad tłokiem (przez zaworek b), a częściowo do komory wyrównawczej (przez zawór d) - z

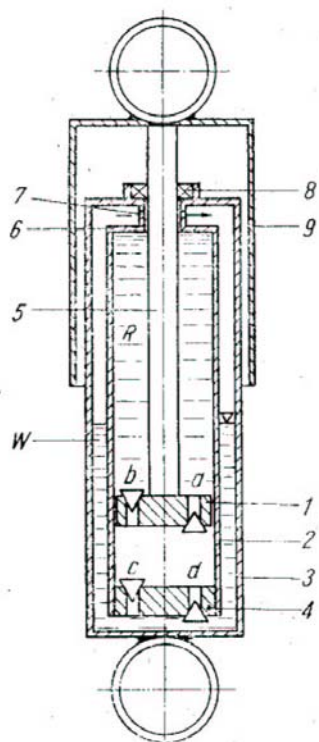
intensywnością decydującą o prędkości ruchu tłoka oraz w przybliżeniu proporcjonalnie do przyrostów objętości części trzonu wsuwanej do cylindra.

Podczas rozprężania się elementu resorującego trzon amortyzatora wysuwa się z cylindra tj. zwiększa się czynna długość amortyzatora. Prędkość ruchu tłoka, podobnie jak w czasie sprężania, jest proporcjonalna do intensywności przepływu cieczy przez zawór dławiący a (Rys 1.2) do przestrzeni pod tłokiem. Wówczas także nieco cieczy wypływa przez szczelinę między prowadnicą i trzonem smarując go, a następnie spływa otworami do komory wyrównawczej. Jednocześnie z komory wyrównawczej przez zawór zwrotny c (Rys 1.2) napływa ciecz do przestrzeni roboczej pod tłok, w przybliżeniu proporcjonalnie do ubytków objętości części trzonu wysuwanej z cylindra.

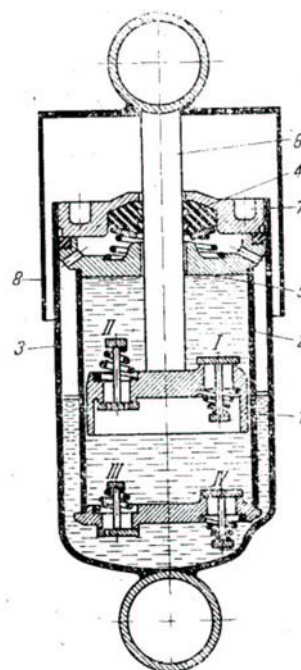
Uszczelnienie trzonu w amortyzatorze dwururowym podlega oddziaływaniu niewielkich różnic ciśnienia. Gniazdo uszczelnienia połączone jest z komorą wyrównawczą, w której występuje tylko nieznaczne ciśnienie.

Na Rys 1.3 przedstawiony jest schemat konstrukcyjny amortyzatora dwururowego, na którym prześledzimy jego działanie przy łagodnym i nagłym obciążeniu dynamicznym z jednoczesnym uwidocznieniem tych okresów na charakterystyce amortyzatora.

W amortyzatorze tym, podobnie jak przy omawianiu ogólnej zasady działania amortyzatorów teleskopowych, cylinder roboczy 2 (Rys 1.3) zamknięty jest od góry prowadnicą 5 trzona tłokowego 6, a od dołu denkiem, w którym są umieszczone zawory dławiące III oraz IV. Drugi zespół zaworów I oraz II znajduje się w tłoku 1. W talerzykach zaworów dławiących II oraz III wykonane są otwory kalibrowane, przez które może przepływać nieznaczna ilość cieczy.



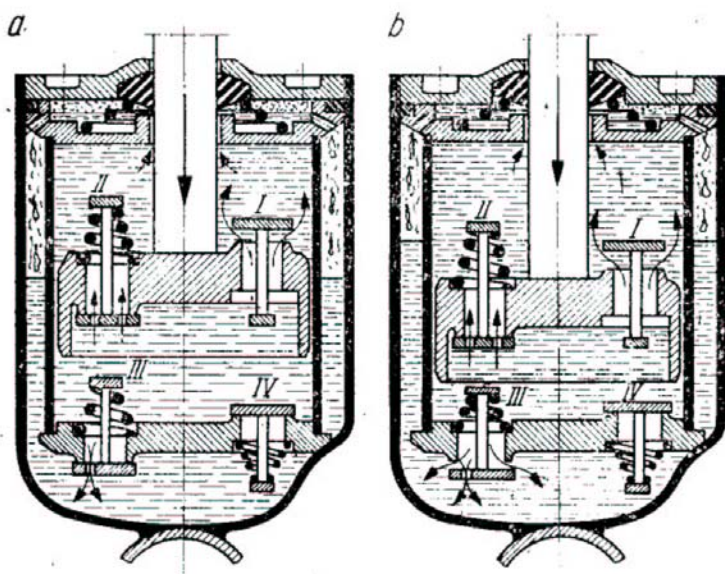
Rys 1.2 Schemat amoryzatora dwururowego



Rys 1.3 Amoryzator teleskopowy dwururowy

1-tłok, 2-cylinder roboczy, 3- rura zewnętrzna, 4- uszczelnienie trzonu tłokowego, 5-prowadnica trzonu tłokowego, 6-trzon tłokowy, 7-nakrętka zamykająca, 8-osłona trzonu tłokowego

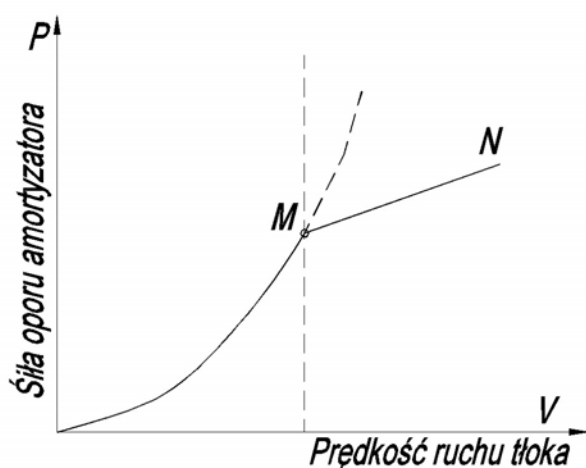
Działanie zestawu zaworów podczas ruchu sprężenia elementu sprężystego zawieszenia (gdy tłok zbliża się w kierunku denka cylindra roboczego) pokazane jest na Rys 1.4. Przy ruchu tłoka w dół ciecz przepływa przez zawór I z przestrzeni pod tłokiem do przestrzeni nad tłokiem. Ponieważ cylinder 2 (Rys 1.3) amortyzatora jest całkowicie wypełniony cieczą, to przy ruchu tłoka w dół przyrost objętości trzonu tłokowego, wsuwającego się w głąb cylindra, wzrasta. Wskutek tego odpowiednia ilość cieczy jest wypierana z cylindra roboczego do komory wyrównawczej przez zawór III. Należy zauważyć, że przy powolnych drganiach, gdy prędkość ruchu tłoka jest niewielka, ciśnienie w cylindrze roboczym wzrasta powoli; przepływ cieczy do przestrzeni wyrównawczej odbywa się przez kalibrowane otwory w talerzyku dociśniętym sprężyną do gniazdka zaworu III.



Rys 1.4 Schemat działania amortyzatora przy ruchu sprężania:
a - ruch powolny,
b - ruch szybki

W tym czasie narastanie siły oporu amortyzatora jest wprost proporcjonalne do kwadratu prędkości, co przedstawiono na Rys 1.5 (krzywa O-M). Natomiast przy drganiach powstałych podczas szybkiej jazdy po nierównościach, gdy wystąpią nagłe obciążenia dynamiczne, wówczas tłok amortyzatora przesuwa się również z większą prędkością, a ciecz wyciskana wskutek narastającej objętości trzonu tłokowego nie nadąża wypływać przez kalibrowane otwory w zaworze III, powoduje to nagły wzrost ciśnienia, które pokonuje opór sprężyny **zaworu ciśnieniowego III**, otwierając go.

Prędkość ruchu tłoka, przy której następuje otwarcie zaworu III, nazywana jest prędkością krytyczną. Dzięki istnieniu zaworu III nagłe narastanie siły oporu amortyzatora jest ograniczone i dalszy przebieg jej wartości będzie się odbywał według krzywej M-N (Rys 1.5). W tym czasie podstawowa ilość nadmiaru cieczy wypływa przez otwarty zawór. Przepływająca ciecz z cylindra roboczego do komory wyrównawczej powoduje wzrost ciśnienia znajdującego się tam powietrza; ciśnienie to może osiągnąć wartość 0,08 do 0,1 MPa.



Rys 1.5 Teoretyczna charakterystyka amortyzatora - wykres narastania siły oporu amortyzatora w funkcji prędkości tłoka przy ruchu sprężania

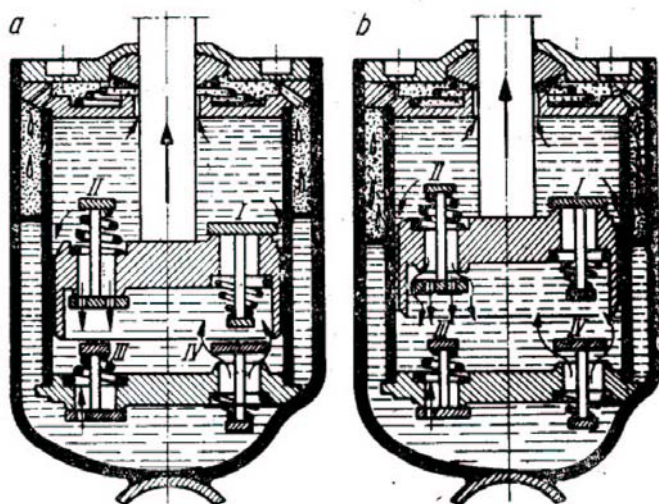
Przy ruchu odprężenia elementu sprężystego zawieszenia, proces pracy amortyzatora będzie miał przebieg następujący. Ciecz z przestrzeni nad tłokiem będzie przepływała do przestrzeni pod tłokiem przez zawór dławiący II.

Przy powolnym przebiegu drgań prędkości ruchu tłoka do góry jest mała, a przepływ cieczy odbywa się kalibrowanymi otworami zaworu II (Rys 1.6a). Przy drganiach o większej amplitudzie, gdy siła oporu amortyzatora osiągnie wartość punktu M (Rys 1.7), następuje otwarcie zaworu ciśnieniowego II i podstawowa część cieczy przedostaje się z przestrzeni górnej cylindra roboczego do dolnej (Rys 1.6). Brakująca część cieczy, wskutek wysuwającego się z amortyzatora trzonu tłokowego, napływa z przestrzeni wyrównawczej przez kalibrowane otwory zaworu III i przez zawór IV.

Proces narastania siły oporu omawianego typu amortyzatora przy ruchu odprężenia przedstawia wykres na Rys 1.7.

Charakter przebiegu drgań przez amortyzator zależy, w omawianym przypadku, od doboru otworów kalibrowanych, sztywności sprężyn zaworów i przekroju przepływu cieczy w zaworach.

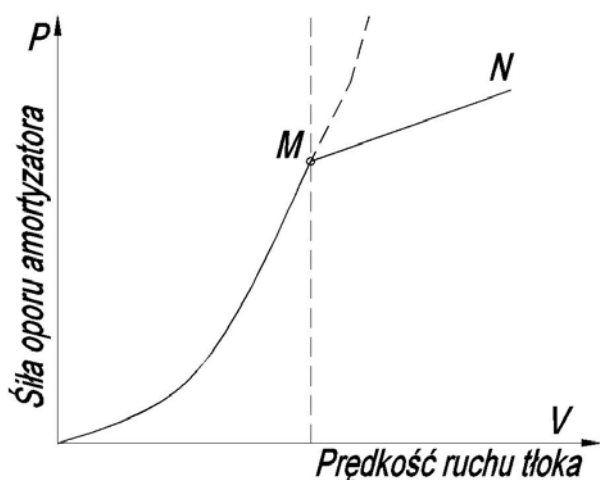
Celem zmniejszenia przenoszenia na nadwozie sił pochodzących od uderzeń kół o nierówności drogi, kalibrowane otwory i konstrukcję zaworów dobiera się tak, aby siła oporu amortyzatora przy ruchu sprężenia była 2- do 5-krotnie mniejsza od siły występującej przy ruchu odprężenia.



Rys 1.6 Schemat działania amortyzatora przy ruchu odprężenia

a - ruch powolny,

b - ruch szybki



Rys 1.7 Teoretyczna charakterystyka amortyzatora - wykres narastania siły oporu amortyzatora w funkcji prędkości tłoka przy ruchu odprężenia

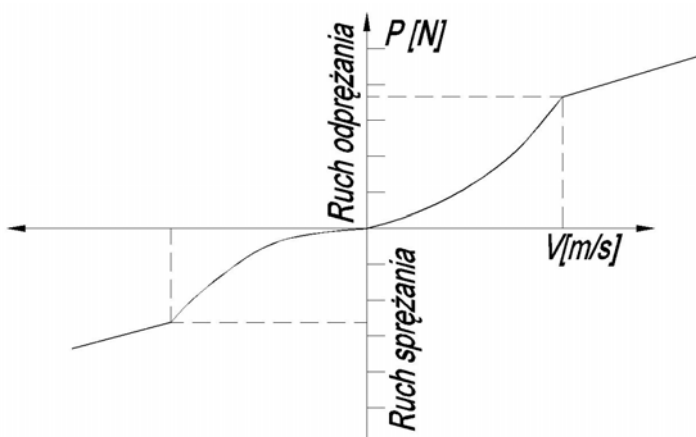
W omówionym przykładzie budowy teleskopowego amortyzatora dwururowego główne zadanie w tłumieniu drgań spełniają kalibrowane otwory wykonane w talerzykach zaworów. Powstały opór przy przepływie przez te otwory cieczy amortyzatorowej stwarza działanie hamujące ruchu przemieszczania się tłoka w cylindrze roboczym. **Zawory natomiast zabezpieczają** elementy zawieszenia i

amortyzator przed przeciążeniem w przypadku dużych prędkości ruchu przemieszczania tłoka, jakie mogą wystąpić przy drganiach przy dużej amplitudzie i uderzeniach kół przy jeździe po nierównej drodze oraz wskutek wzrostu lepkości cieczy przy niskich temperaturach otoczenia.

Ważne zadanie spełnia tzw. poduszka powietrzna, od której zależy prawidłowe działanie teleskopowego amortyzatora hydraulicznego; jest ona niezbędna przede wszystkim ze względu na chwilowe zmiany objętości cieczy wypieranej przy wsuwaniu się trzonu tłokowego w głębi cylindra amortyzatora, zależnie od temperatury. Przestrzeń wyrównawcza może być wypełniona cieczą tylko w takiej części, by znajdująca się w niej poduszka powietrzna nie była poddawana większemu statycznemu ciśnieniu; ponadto poduszka ta powinna zajmować najwyższe położenie nad poziomem cieczy.

Bezpośredni kontakt powietrza z cieczą w przestrzeni wyrównawczej amortyzatora dwururowego warunkuje konieczność ustawienia go w pozycji pionowej lub zbliżonej do pionowej; odchylenie od pionu nie powinno przekraczać 30° . Zachowanie tego wymagania

ma na celu niedopuszczenie do przerwania dopływu cieczy (wskutek wstrząsów) i do tworzenia się piany.



Rys 1.8 Charakterystyka idealna teleskopowego amortyzatora hydraulicznego

Na Rys 1.8 pokazana jest przykładowo zestawiona charakterystyka amortyzatora dla ruchu odprężenia i sprężania w układzie współrzędnych prędkości tłoka na osi odciętych i narastającej siły oporu amortyzatora na osi rzędnych.

Z przebiegu tej charakterystyki widać, że w przeważającej części (od chwili otwarcia zaworów dławiących) ma ona charakter liniowy.

Przy ruchu odprężenia w zakresie prędkości tłoka amortyzatora 0,1 do 0,12 [m/s] charakterystyka ma przebieg nieliniowy, a przy dalszym wzroście - liniowy. Przepływ cieczy przez kalibrowane otwory lub kanały zaworu dławiącego ruchu odprężenia ma w zasadzie charakter kinetyczny (turbulentny) proporcjonalny do kwadratu prędkości ruchu tłoka (lub proporcjonalny do pierwiastka z ciśnienia panującego w cylindrze).

Jeżeli ciecz przepływałaby tylko przez otwory czy kanałiki kalibrowane dławiące, to charakterystyka miałaby przebieg zbliżony do krzywej parabolicznej. W rzeczywistości ciecz przepływa nie tylko przez otwory czy kanałiki kalibrowane, lecz także przez szczeliny par współpracujących, jak: trzon tłoka - prowadnica, tłok - cylinder, czy też przez nieszczelność w zaworach. Przepływ cieczy przez nieszczelności ma charakter laminarny (proporcjonalny do ciśnienia w cylindrze), zwłaszcza że w zaworze ciśnieniowym ruchu odprężenia rośnie on szybciej niż ciśnienie (przy wyższych ciśnieniach sprężyna dociska go słabiej do gniazda). W zakresie otwarcia zaworu dławiącego ruchu odprężenia przebieg charakterystyki jest ponownie liniowy wskutek stałej sztywności sprężyny zaworu.

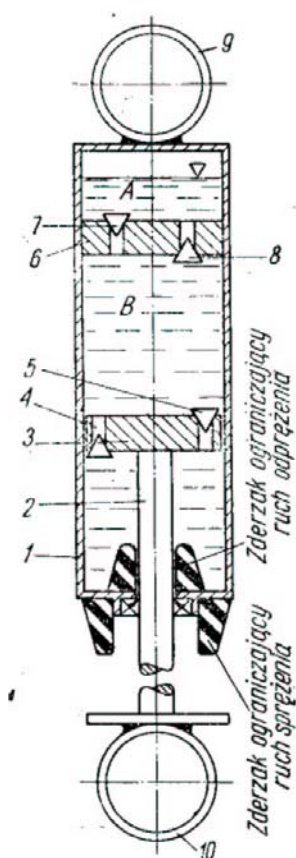
Przy ruchu sprężania charakterystyka ta składa się także z dwóch odcinków. Pierwszy - gdy ciecz przepływa przez kalibrowane kanały lub otwory, a także przez nieszczelności współpracujących par, drugi - gdy zawór dławiący ruchu sprężania jest otwarty. Ponieważ

przy ruchu sprężenia przepływ cieczy jest mniej intensywny, to wpływ wycieków przez nieszczelności jest wyraźniejszy i dlatego odcinki te są w zasadzie prostoliniowe.

1.3.3.2 Amortyzator teleskopowy jednorurowy

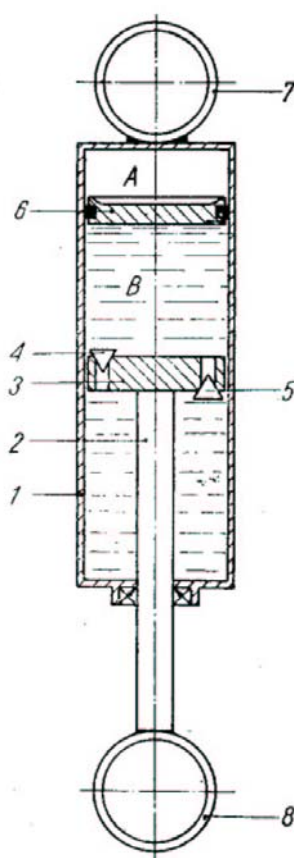
Amortyzator ten charakteryzuje się wykorzystaniem rurowej obudowy jako cylindra. Zwykle wewnątrz cylindra jest częściowo wypełnione cieczą, a częściowo gazem nie powodującym jej przedwczesnego zużycia. Przewężeniami dławiącymi przepływ cieczy są zaworki wbudowane w tłok zmuszający do przepływania z przestrzeni zmniejszonej do przestrzeni zwiększanej. Zależnie od ciśnienia gazu w całkowicie odciążonym amortyzatorze jednorurowym określa się go jako bezciśnieniowy lub ciśnieniowy.

Jednorurowy amortyzator bezciśnieniowy cechuje całkowite rozprężanie się wypełniającego go gazu w czasie przemieszczenia się trzona tłokowego w położeniu największego wysunięcia i w tym względzie amortyzator ten w swoim działaniu jest zbliżony do poprzednio opisanego działania amortyzatora dwururowego. Różnica polega na szczegółach konstrukcyjnych.



Rys 1.9 Schemat jednorurowego amortyzatora bezciśnieniowego

1-cylinder, 2-trzon tłoka 3-tłok, 4 i 5 - zawory, 6-tłok swobodny, 7 i 8 - zawory przepustowe, 9 i 10 - uszy do mocowania



Rys 1.10 Schemat jednorurowego amortyzatora ciśnieniowego (z poduszką gazową o wstępnym ciśnieniu)

A-przestrzeń wyrównawcza, B-przestrzeń robocza 1-cylinder roboczy, 2-trzon tłokowy, 3-tłok, 4-zawór ciśnieniowy przy ruchu sprężenia, 6-tłok rozdzielający, 7,8 - uchy do mocowania

Jednorurowy amortyzator bezciśnieniowy przeważnie ma tzw. tłok swobodny, w który wbudowane są zaworki, umożliwiające zwiększanie się lub zmniejszanie ilości cieczy w przestrzeni (nad tłokiem swobodnym) wypełnionej gazem (Rys 1.9).

Tłok swobodny amortyzatora bezciśnieniowego jedynie zapobiega mieszaniu się cieczy spienionej z cieczą w przestrzeni ponad tłokiem roboczym amortyzatora. Niekiedy taki tłok swobodny jest wykonany jako pływający, czyli bez zaworów i dopasowany do cylindra z dużymi luzami, umożliwiającymi dość swobodne przenikanie cieczy (Rys 1.9).

Jednorurowe amortyzatory bezciśnieniowe są najprostsze konstrukcyjnie i najtańsze, lecz wymagają wbudowania, do zawieszenia samochodu, pionowo lub z niewielkim pochyleniem, zawsze trzonem skierowanym w dół.

Na Rys 1.10 przedstawiony jest schemat jednorurowego amortyzatora ciśnieniowego. Wyróżnia on się tym, że wypełniający go gaz w przestrzeni A jest wstępnie sprężony oraz oddzielony szczelnie od cieczy, przez tłok swobodny, służący jako ruchoma przegroda. Wstępne sprężenie gazu do około 2,5 MPa w temperaturze 25 °C - zapobiega przy gwałtownych ruchach odrywaniu się tłoka swobodnego od lustra cieczy zwłaszcza w początkowym okresie ruchu odprężania, a tym samym powstawaniu jakichkolwiek (lokalnych) nieciągłości wypełnienia nia przestrzeni zwiększanej podczas obciążania amortyzatora.

Oddzielenie cieczy od gazu uniemożliwia jej przelewanie się i pienienie, dzięki czemu możliwe jest dowolne położenie amortyzatora w zawieszeniu pojazdu.

1.3.3.3 Amortyzatory teleskopowe dwururowe i jednorurowe porównanie

Z punktu widzenia warunków jazdy, zarówno amortyzatory teleskopowe dwururowe i jednorurowe mają tę samą intensywność tłumienia (choć według opinii niektórych specjalistów amortyzatory jednorurowe umożliwiają osiągnięcie większego komfortu jazdy).

Przy tej samej średnicy zewnętrznej amortyzatory dwururowe mają mniejsze średnice tłoka, zawierające się w granicach 25 do 27mm. Przy mniejszej średnicy tłoka, na jego powierzchni wokół trzonu tłokowego pozostaje mało miejsca na umieszczenie zaworów dławiących.

W amortyzatorze jednorurowym średnica tłoka jest około 10 mm większa, a zatem więcej jest miejsca na rozmieszczenie zaworów, a ponadto dla samej siły tłumienia - ciśnienie wewnątrz amortyzatora jednorurowego jest mniejsze, dzięki czemu mniej się nagrzewają, co niewątpliwie ma wpływ na okres niezawodnej pracy.

Zakładając dla przykładu, że przy ruchu odprężenia występuje siła 2500 N, to przy średnicy tłoka 36 mm w amortyzatorze jednorurowym powstanie ciśnienie 2,45 MPa. Amortyzator dwururowy o tej samej średnicy zewnętrznej ma średnicę tłoka 26 mm i wskutek tego ciśnienie wewnątrz wyniesie około 4,65 MPa. Wyższe ciśnienie występujące wewnątrz amortyzatora dwururowego powoduje szybsze nagrzewanie się cieczy roboczej amortyzatora, a ponadto w amortyzatorze dwururowym cylinder roboczy otoczony jest komorą wyrównawczą, która utrudnia wymianę ciepła.

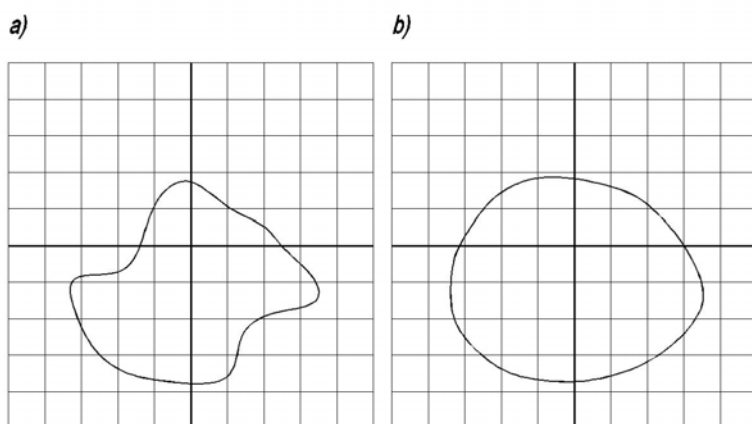
Na przykład przy całkowicie wysuniętym tłoku do góry w komorze kompensacyjnej amortyzatora dwururowego prawie nie ma cieczy roboczej - wypełnia się więc całkowicie powietrzem, które przy szybkim wsuwaniu tłoka w głąb cylindra ulega sprężeniu, powodując dodatkowe nagrzewanie amortyzatora.

Niekorzystną cechą amortyzatorów dwururowych jest również tzw. przerywanie się słupa cieczy, zwłaszcza przy długich skokach tłoka (jazda po nierównej drodze) i dużych częstotliwościach (szybka jazda po złej drodze); tworzą się przy tym pęcherzyki powietrza, które ujemnie wpływają na funkcjonowanie amortyzatora. Wpływ tego zjawiska uwidocznił się załamaniem linii na wykresie pracy amortyzatora (Rys 1.11).

Dla porównania na Rys 1.11b, przedstawiony jest wykres wzorcowy. Ta nieprawidłowość pracy amortyzatora powoduje gwałtowne narastanie ciśnienia (w formie uderzeniowej) po przekroczeniu punktu zwrotnego. Taką zmianę w pracy amortyzatorów dostrzec można po

"tańczących" kołach i twardych uderzeniach, a czasami można usłyszeć tzw. syczenie amortyzatorów.

Natomiast dodatnią cechą amortyzatorów dwururowych jest fakt, że dla tych samych parametrów wyróżniają się mniejszą długością, ponieważ komora wyrównawcza jest rozmieszczona równolegle wokół zewnętrznej powierzchni cylindra, a nie w przedłużeniu osi cylindra roboczego, jak to ma miejsce w amortyzatorach jednorurowych. Warto także zaznaczyć, że w amortyzatorach dwururowych uszczelnienie nie jest poddawane działaniu wysokiego ciśnienia, pracuje zatem w znacznie korzystniejszych warunkach niż w amortyzatorze jednorurowym. Fakt ten w wielu przypadkach ma decydujące znaczenie ze względu na trwałość amortyzatora.



Rys 1.11 Wykresy pracy amortyzatora dwururowego

a-zniekształcony wykres wskutek tworzenia się pęcherzyków powietrza w cieczy,

b-wykres porównawczy wzorcowy

Na korzyść amortyzatorów dwururowych należy jeszcze wymienić następujące właściwości:

- wąska, o kształcie pierścienia powierzchnia styku cieczy z powietrzem zmniejsza skłonność do pienienia się i "pluskania" cieczy, zapewniając stabilność działania, zjawisko to pojawia się w amortyzatorach, w których nie ma oddzielania cieczy tłokiem lub przeponą od gazu (powietrza) i przy większych powierzchniach ich styku,
- stosunkowo łatwe i pewne odpowietrzenie bez powodowania przecieków.

Amortyzatory jednorurowe w porównaniu z dwururowymi są dłuższe ze względu na usytuowanie komory wyrównawczej w przedłużeniu komory roboczej cylindra. Nie stanowi to jednak dużej niedogodności z wbudowaniem ich do układu zawieszenia, ponieważ ugięcie resorów w nowoczesnych samochodach osobowych jest dostatecznie duże. Ponadto większe wymiary cylindra amortyzatora pozwalają na napełnianie większą objętością cieczy powodując tym samym lepsze chłodzenie i dłuższą trwałość.

Reasumując należy stwierdzić, że bardziej niezawodny powinien być amortyzator dwururowy. Funkcjonalnie skuteczniejszy jest natomiast amortyzator jednorurowy, wskutek mniejszego grzania się i dzięki dużej średnicy tłoka. Amortyzator jednorurowy z niższym ciśnieniem tłumiącym przy odprężeniu i sprężeniu ma tę samą intensywność tłumienia, co dwururowy, przy jednakże większym komforcie jazdy.

Ponadto skłonność kół do odrywania się od powierzchni drogi jest mniejsza w obszarze wyższych ciśnień powietrza w oponach, a także przyczepność na krzywiznach ulega polepszeniu; nierówności nawierzchni np. brukowanej stają się mniej odczuwalne - są lepiej wytłumiane.

Z praktycznego punktu widzenia dla samochodów powszechnego użytku rozróżnianie odrębności konstrukcji amortyzatorów teleskopowych nie jest konieczne, ponieważ podobnego przeznaczenia amortyzatory dwururowe odznaczają się prawie identycznymi właściwościami.

1.3.3.4 Parametry amortyzatorów i ich właściwości konstrukcyjne.

Do podstawowych parametrów amortyzatora zalicza się między innymi jego wymiary geometryczne, a przede wszystkim średnicę cylindra roboczego. Dla przykładu można przytoczyć następujący fakt, że przy tych samych warunkach pracy amortyzatora powiększenie jego średnicy powoduje:

- *zmniejszenie ciśnienia płynu w cylindrze roboczym, a więc łżejsze warunki pracy dla uszczelnienia,*
- *zwiększenie powierzchni współpracy tłoka z cylindrem, co powoduje zwiększenie trwałości amortyzatora,*
- *zwiększa się ilość przepływającego płynu, co w następstwie powoduje obniżenie temperatury nagrzewania się amortyzatora.*

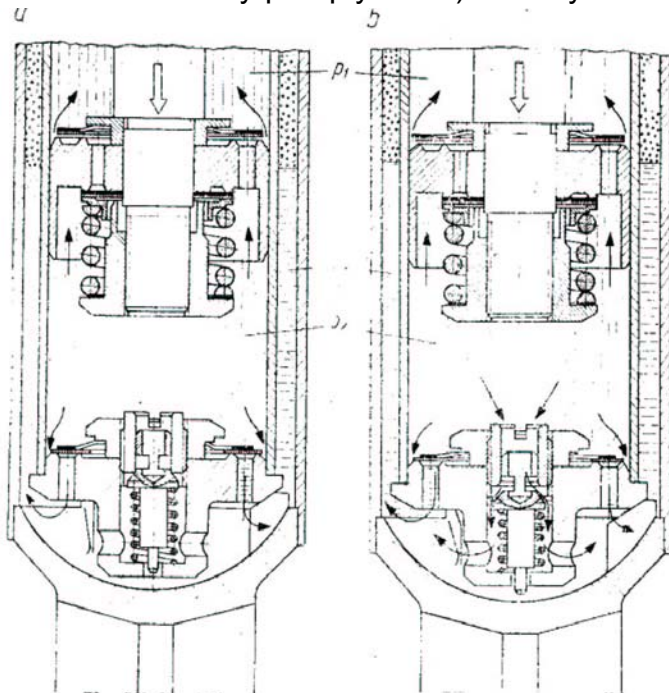
Powyższe wskazuje, że dla cięższych warunków pracy należy przewidywać amortyzator o większej średnicy.

Do parametrów liczbowych charakteryzujących amortyzator można zaliczyć:

- *maksymalną siłę oporu (tłumienia) jaką może rozwinąć amortyzator w pewnych umownych warunkach jego pracy,*
- *współczynnik oporu (tłumienia) amortyzatora, decydujący o efekcie jego pracy,*
- *współczynnik aperiodyczności drgań.*

Zasadniczym konstrukcyjnym wymiarem amortyzatora jest jego średnica wewnętrzna, która w przybliżeniu (zależnie od dobrego luzu) jest równa średnicy tłoka dtł. Średnica tłoka powinna być tak dobrana, aby maksymalne ciśnienie cieczy wewnątrz amortyzatora, odpowiadające maksymalnemu naciskowi przekazywanemu przez amortyzator, nie wykraczało poza przyjęte granice.

Zanim przystąpimy do omawiania pozostałych parametrów amortyzatora, prześledźmy wzajemne współdziałanie elementów przepustowych amortyzatora teleskopowego (zawory, kalibrowane kanały przepływowe) i cieczy roboczej amortyzatora.



Rys 1.12 Działanie elementów dławienia przepływu cieczy w amortyzatorze teleskopowym przy ruchu sprężenia

a-przy powolnym ruchu tłoka,

b-przy nagłym ruchu tłoka;

p_1 , p_2 , p_3 - ciśnienie cieczy w poszczególnych komorach

Rozważmy to zagadnienie na przykładzie amortyzatora dwururowego, np. przy ruchu sprężenia, gdy trzon tłokowy wsuwa się w głąb cylindra roboczego (Rys 1.12a). Ciecz wyciskana przez tłok przepływa przez zawór przepustowy do przestrzeni nad tłokiem pokonując opór słabej sprężyny zaworu, a pozostała część

cieczy, odpowiadająca objętości zajmowanej przez trzon tłokowy przedostaje się przez otwory kalibrowane zaworu ciśnieniowego komory wyrównawczej.

Przy małej prędkości ruchu tłoka ciśnienie cieczy po obu stronach tłoka jest niemal równe. Opór amortyzatora w tym przypadku będzie wynikał z różnicy dolnej i górnej powierzchni czołowej tłoka F_{tt} . Różnica ta będzie odpowiadać powierzchni przekroju trzonu tłokowego f_{tr}

$$P_{a\ spr} \cong f_{tr} P_1 \quad (1.1)$$

lub

$$P_{a\ spr} = f_{tr} \Delta p \quad (1.2)$$

przy czym

$$\Delta p = p_2 - p_3 \quad (1.3)$$

gdzie:

$P_{a\ spr}$ - opór amortyzatora przy ruchu sprężania i przy małej prędkości tłoka,

p_1 - ciśnienie cieczy nad tłokiem,

p_2 - ciśnienie cieczy pod tłokiem,

p_3 - ciśnienie cieczy w komorze wyrównawczej,

f_{tr} - powierzchnia przekroju trzona tłokowego.

Przy nagłym ruchu sprężenia (Rys 1.12 b), np. gdy samochód najedzie kołem na nierówność, następuje szybkie przesunięcie tłoka w dół i ciśnienie pod tłokiem gwałtownie wzrasta, pokonując opór sprężyny zaworu ciśnieniowego (dodatkowego).

Ciecz dodatkowa przepływa przez otwarty zawór do komory kompensacyjnej, ograniczając tym samym narastanie zbyt dużej siły oporu w amortyzatorze, mogącej uszkodzić amortyzator.

W tym przypadku przy prędkości ruchu sprężenia siła oporu amortyzatora

$$P_{a\ spr} = F_{tt}(p_2 - p_1) + f_{tr}p_1 \quad (1.4)$$

Nie uwzględniono tu przepływu cieczy przez nieszczelności, np. pomiędzy tłokiem a cylindrem amortyzatora.

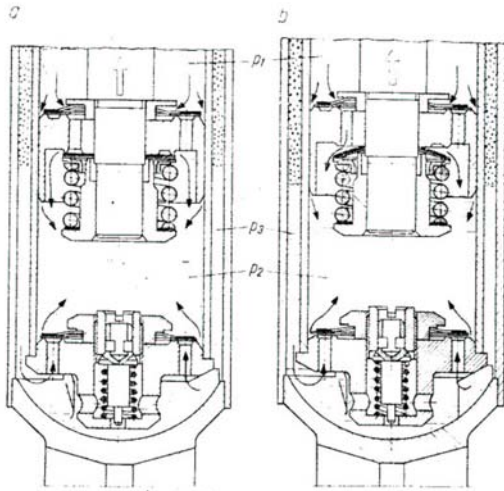
Z rozważań tych wynika ścisła zależność pomiędzy średnicą trzonu tłokowego, ciśnieniem cieczy przy ruchu sprężenia a objętością komory wyrównawczej amortyzatora.

$$f_{tr} = \frac{\pi d_{tr}^2}{4} \quad (1.5)$$

Objętość komory wyrównawczej powinna być większa 2 do 4-krotnie od objętości całkowitej wsuniętej części trzonu tłokowego.

Przy ruchu odprężenia trzon tłokowy wysuwa się z cylindra i kierunek przepływu cieczy będzie odwrotny w stosunku do ruchu sprężenia. Stąd amortyzatory teleskopowe tego typu określa się jako amortyzatory z przeciwnym kierunkiem przepływu cieczy.

Jeżeli prędkość ruchu tłoka jest niewielka, to ciecz przepływa do przestrzeni cylindra pod tłokiem (Rys 1.13) przez kanały kalibrowane na krawędzi zaworu umieszczonego w tłoku.



Rys 1.13 Działanie elementów dławienia przepływu ciecży w amortyzatorze przy ruchu odprężenia

a - przy powolnym ruchu tłoka, b - przy nagłym ruchu tłoka;

p_1 , p_2 , p_3 - ciśnienie ciecży w poszczególnych komorach

Wzrost prędkości ruchu tłoka powoduje wzrost ciśnienia p_1 nad tłokiem i pokonanie oporu sprężyny

zaworu ciśnieniowego w tłoku oraz otwarcie zaworu (Rys 1.13b). Ponieważ do wypełniania powiększającej się przestrzeni pod tłokiem nie wystarczy ciecży znajdującej się w przestrzeni nad tłokiem wskutek zmniejszenia jej pojemności przez trzon tłokowy, uzupełniającą część ciecży napływa z komory wyrównawczej przez zawór przepustowy w denku cylindra. Ciecz w komorze wyrównawczej, w chwili rozpoczęcia się ruchu odprężenia, jest pod działaniem niewielkiego ciśnienia poduszki powietrznej.

Przy ruchu odprężenia opór amortyzatora określa ciśnienie ciecży działające na górną czołową (pierścieniową) płaszczyznę tłoka.

$$P_{a \text{ odpr}} = \Delta p (F_{tt} - f_{trz}) \quad (1.6)$$

gdzie:

$P_{a \text{ odpr}}$ - siła oporu amortyzatora przy ruchu odprężenia.

$$\Delta p = p_1 - p_2$$

O ciśnieniu sprężanej ciecży roboczej i jej sile nacisku na tłok w amortyzatorze hydraulicznym tak przy ruchu sprężenia jak i odprężenia decydują średnice kalibrowanych otworów, przez które przepływa ciecz w chwili ich otwarcia przy danym ruchu tłoka.

Ogólnie rozróżnia się dwie fazy w pracy amortyzatora, przy ustalonym ruchu tłoka (stacjonarny przepływ ciecży):

- *gdy ciśnienie ciecży określone jest istniejącymi stałymi powierzchniami przepływu, a więc wszelkie kanały przepływu nie sterowane zaworami oraz powierzchnia przepływu otrzymana przez tolerancję wykonania tłoka i cylindra amortyzatora,*
- *gdy ciśnienie ciecży jest określone przy otwarciu zaworu dociskanego sprężyną (oprócz powierzchni stałych przepływu).*

Nie wnikając w szczegóły zagadnienia (zainteresowanych odsyła się do literatury specjalnej traktującej o teoretycznych podstawach obliczenia amortyzatora), nas interesować będzie przede wszystkim określenie siły amortyzatora zmieniającej się w zależności od prędkości ruchu tłoka w cylindrze.

Jak wiadomo, przemieszczenia koła bieżnego względem nadwozia zależą od warunków jazdy i charakterystyki zawieszenia. Ponadto wyodrębnia się tu ruchy drgające o niskiej i wysokiej częstotliwości. W obu tych ruchach uczestniczy amortyzator, ponieważ jest związany z przemieszczającymi się względem siebie elementami. Dlatego ważna jest znajomość zachowania się amortyzatora w warunkach odpowiadających obu tym ruchom.

Siła oporu, jaką stwarza amortyzator hydrauliczny, przeciwstawia się przemieszczeniom masy drgającej proporcjonalnie do prędkości ruchu drgającego

$$P_a = k \left(\frac{dz}{dt} \right)^i = P_v^i \quad (1.7)$$

gdzie:

k - stała tłumienia amortyzatora,

dz/dt - prędkość drgań nadwozia samochodu względem kół,

i - wykładnik potęgi charakteryzujący przebieg zależności siły tłumiącej od prędkości.

Wartości wykładnika potęgowego określa przebieg charakterystyki amortyzatora. Może ona mieć przebieg prostoliniowy przy $i=1$, progresywny przy $i>1$ i regresywny przy $i<1$. Wartość wykładnika potęgi i , a więc i krzywej charakteryzującej amortyzator, jest zależna od kalibrowanych otworów przepływu, konstrukcji zaworów, gęstości cieczy roboczej i zmian tej gęstości w zależności od temperatury.

Stosowane obecnie w samochodach amortyzatory hydrauliczne mają dla obu ruchów niejednakową stałą tłumienia, czyli k_0 . Taki dobór stałych tłumienia zapewnia szybkie tłumienie drgań nadwozia, przebiegające w sposób mało wyczuwalny dla pasażerów. Jest to uzasadnione tym, że przy przejeździe kół przez duże wystające na drodze przeszkody, masie nieresorowanej samochodu nadawana jest bardzo duża prędkość drgań, co powoduje duże obciążenie amortyzatora, zwłaszcza gdy samochód ma miękkie zawieszenie.

Większe wartości stałych tłumienia k_0 przy ruchu odprężenia wpływają na zmniejszenie amplitudy drgań nadwozia (nadając ruchowi samochodu bardziej płynny charakter), a ponadto gdy samochód jedzie po wgłębionych nierównościach - przeciwdziałają uderzeniu kół o ich dno. Dzieje się tak dlatego, że przy zwiększonej prędkości jazdy samochodu składowa pozioma ruchu koła jest większa od składowej pionowej i koła odbierają takie nierówności prawie bez uderzeń, zwłaszcza przy zawieszeniach niezależnych.

Z zaobserwowanych warunków ruchu samochodu wynika, że prędkość koła jezdnego przy ruchu sprężenia może być większa od prędkości koła przy ruchu odprężenia, a wskutek tego siły przenoszone na nadwozie przy ruchu sprężenia mogłyby być zbyt duże, ponieważ opór amortyzatora zwiększałby sztywność zawieszenia. Aby więc zapobiec nadmiernemu przenoszeniu sił na nadwozie, współczynnik oporu amortyzatora przy ruchu sprężenia k_s dobiera się mniejszy od współczynnika oporu amortyzatora przy ruchu odprężenia k_0 . Wskutek tego amortyzator przy ruchu odprężenia pochłania większą ilość energii mechanicznej.

Dążąc do uwolnienia elementu sprężystego zawieszenia (przy ruchu sprężenia) od hamującego działania amortyzatora, w chwili przejazdu po wystających nierównościach, stało się przyczyną wprowadzenia amortyzatorów jednostronnego działania $k_s=0$. Nie rozpowszechniły się one, ponieważ przy ograniczonej wartości współczynnika oporu ruchu odprężenia k_0 , amortyzator nie zapewniał dostatecznego wchłonięcia energii w ciągu jednego okresu.

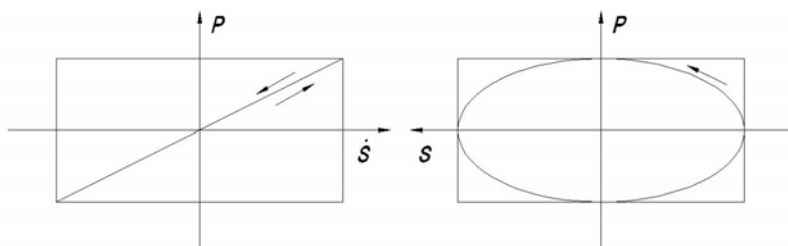
Dobór wielkości oporu amortyzatora przy ruchu sprężenia i odprężenia jest istotny ze względu na stateczność ruchu samochodu.

Zastosowanie amortyzatorów i dobranie ich stałych tłumienia ma więc bardzo duże znaczenie dla płynności ruchu samochodu.

Charakterystyka dla jednego cyklu pracy amortyzatora składa się z dwóch części:

- dla ruchu sprężenia,
- dla ruchu odprężenia.

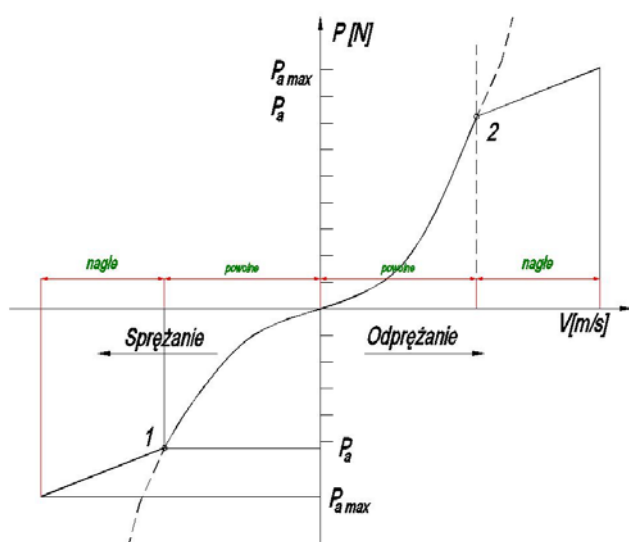
Zakładając idealne warunki pracy przy absolutnie nieściśliwym płynie, można otrzymać wykres pracy we współrzędnych P - $\dot{s}$ i charakterystykę we współrzędnych P - V (pokazane na Rys 1.14).



Rys 1.14 Wykres pracy i charakterystyka tłumienia drgań

Przy powolnych ruchach tłoka ciecz jest przetłaczana z jednej komory do drugiej poprzez kanały lub otwory kalibrowane. W przypadku zwiększonej prędkości tłoka ciśnienie w cylindrze gwałtownie wzrasta i może stać się niebezpieczne dla konstrukcji samego amortyzatora. Aby temu zapobiec stosuje się w amortyzatorach zawory dodatkowe

nazywane także ciśnieniowymi lub odciążającymi.



Rys 1.15 Punkty szczególne charakterystyki amortyzatora hydraulicznego

się wyraźnym załamaniem linii; na Rys 1.15 zaznaczono to punktami 1 oraz 2. Zawory ciśnieniowe powinny więc spełniać warunek, aby przy dalszym wzrastaniu prędkości suwu tłoka siła oporu amortyzatora narastała powoli. Dzięki temu zawory ciśnieniowe ograniczają obciążenia przenoszone przez amortyzator.

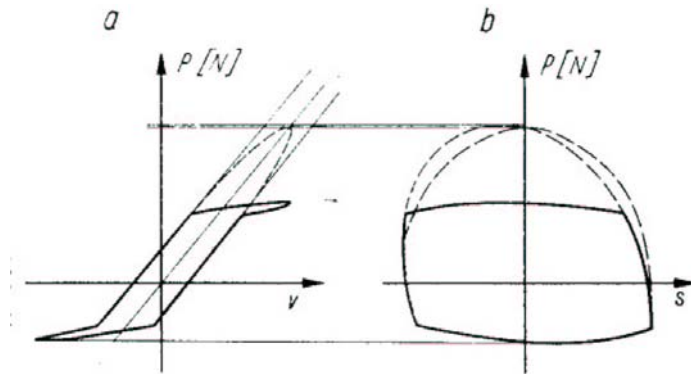
Takie ograniczenie jest konieczne, zwłaszcza przy silnych uderzeniach kół jezdnych o nierówności i ich gwałtownych przemieszczeniach. Gdyby nie nastąpiło otwarcie zaworu, to siła oporu amortyzatora wzrastałaby dalej (Rys 1.15 - linia kreskowa).

Analogiczne zadanie zabezpieczania amortyzatorów przed przeciążeniem spełniają zawory w warunkach niskiej temperatury otoczenia, powodującej zgęstnienie cieczy roboczej amortyzatora.

Do czasu otwarcia zaworu ciśnieniowego (dla ruchu sprężenia i odprężenia) przepływ cieczy odbywa się poprzez kalibrowane kanały (otwory) i ma w zasadzie charakter burzliwy (turbulentny). Ilość przepływającej cieczy jest proporcjonalna do pierwiastka kwadratowego z wartości ciśnienia w cylindrze amortyzatora. Gdyby przepływ cieczy następował tylko przez kalibrowane kanały (otwory), przebieg danego odcinka charakterystyki amortyzatora powinien być bliski gałęzi paraboli.

W rzeczywistości ciecz przepływa nie tylko przez otwory kalibrowane, lecz także przez nieszczelności, np. między tłokiem a gładzią cylindra lub między płytką zaworu a przyłgnią (gniazdem), przez które przepływ cieczy ma charakter laminarny i ilość przepływającej cieczy wzrasta proporcjonalnie do ciśnienia w cylindrze amortyzatora. Wskutek tego wydajność przepływu cieczy rośnie szybciej niż na to pozwalają kalibrowane otwory. Czyli w miarę wzrostu ciśnienia następuje jakby "wyprostowanie" danego odcinka charakterystyki.

Na Rys 1.16 pokazana jest teoretyczna charakterystyka amortyzatora w postaci pętli i wykres jego pracy; widoczne są wyraźnie miejsca, w których następuje otwarcie zaworów. Linia kreskową zaznaczony jest przebieg charakterystyki i wykresu pracy amortyzatora (ruch odprężenia), pozbawionego zaworów ograniczających narastanie siły oporu.



Rys 1.16 Teoretyczna charakterystyka amortyzatora

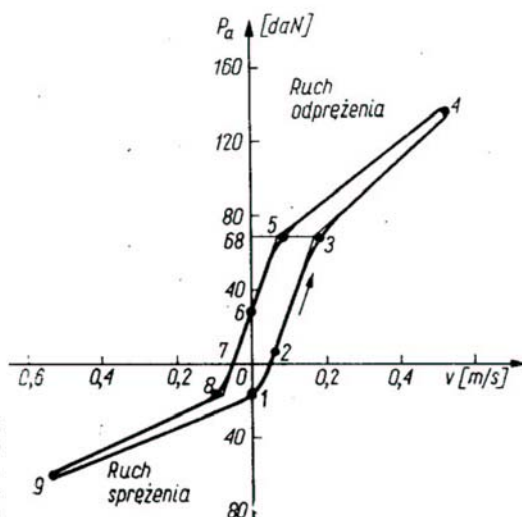
a - charakterystyka,

b - wykres pracy

Rys 1.17 przedstawia charakterystykę amortyzatora, która w odróżnieniu od omówionych wyżej ma formę zamkniętej pętli, uzasadnianej tworzeniem się emulsji cieczy roboczej. Zjawisko to stwarza jakby pewną bezwładność w działaniu amortyzatora. Na przykład punkt 6 wskazuje na krańcowe położenie tłoka amortyzatora przy ruchu odprężenia ($v_{tl} = 0$), amortyzator jednak stwarza jeszcze opór ruchu odprężenia, który stopniowo zmniejsza się już przy ruchu odprężenia, by dojść do zera przy prędkości tłoka ruchu sprężenia ok. 0,05 m/s. Analogiczny jest przebieg w końcowej fazie ruchu sprężenia, np. punkt 1 wskazuje na krańcowe położenie tłoka ($v_{tl}=0$), w tej chwili siła oporu amortyzatora wynosi około 160 N (16daN). Dopiero w punkcie 2, gdy tłok osiągnął już prędkość w ruchu odprężenia około 0,05 m/s, opór amortyzatora jest równy zero. Części charakterystyki oznaczone punktami 3-4 oraz 4-5 przy ruchu odprężenia oraz 8-9 i 9-1 przy ruchu sprężenia odpowiadają pracy amortyzatora przy otwartych zaworach ciśnieniowych. Widoczne są wyraźnie załamania charakterystyki w kierunku osi prędkości tłoka.

Charakterystyki nowoczesnych amortyzatorów są wykresami w postaci wąskiej pętli.

O pracy amortyzatora nie można sądzić tylko na podstawie maksymalnej siły, jaka wynika z charakterystyki, trzeba także brać pod uwagę wielkości tej siły przy różnych prędkościach ruchu tłoka, ponieważ warunki pracy amortyzatora wynikają z wzajemnego przemieszczania osi i nadwozia samochodu. Znając przebieg zmienności siły jaka występuje na trzonie tłokowym lub dźwigni amortyzatora hydraulicznego w zależności od zmian prędkości ruchu tłoka (końca dźwigni przy amortyzatorach dźwigniowych) - można określić siłę oporu amortyzatora przy dowolnej prędkości.



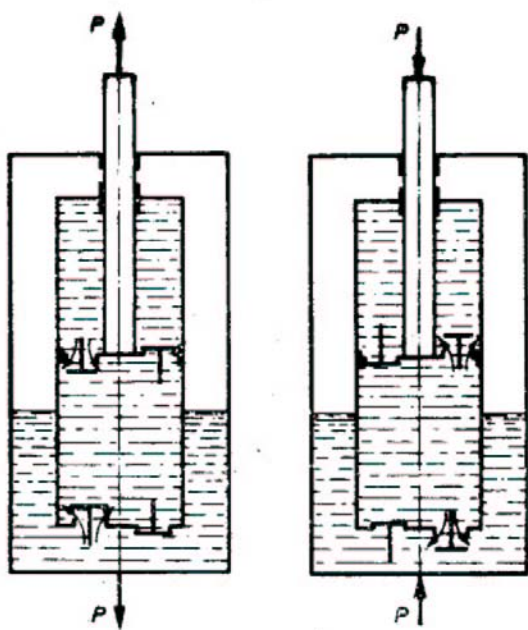
Rys 1.17 Charakterystyka amortyzatora hydraulicznego (w kształcie zamkniętej pętli)

Przedstawione wyżej charakterystyki uzyskane były z badań przy małych częstotliwościach drgań. W rzeczywistych warunkach częstotliwości drgań własnych osi samochodu są znacznie większe od częstotliwości drgań nadwozia i występują przy niewielkich amplitudach. W takich warunkach, przy częstej zmianie kierunku ruchu, przez zawory amortyzatorów przepływają małe ilości cieczy. Może to spowodować nieprawidłową pracę amortyzatora. Należy o tym pamiętać dlatego, że nie można przyjmować współczynników oporu k określonych dla dużych częstotliwości i małych amplitud do warunków, w których występują małe częstotliwości i duże amplitudy.

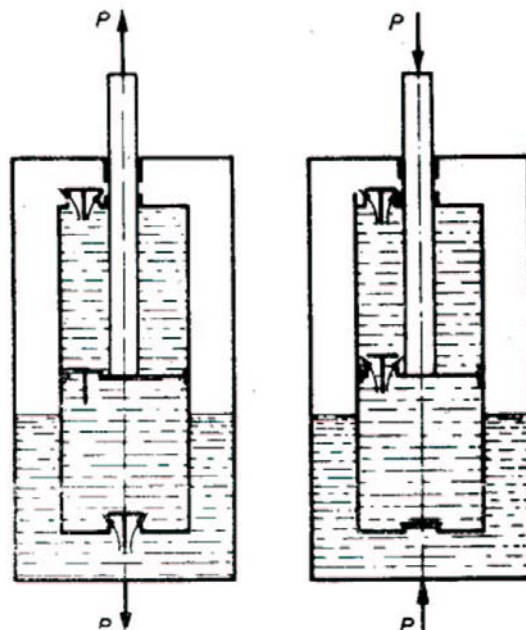
1.3.3.4.1 Amortyzatory ze zmiennym i stałym kierunkiem przepływu cieczy.

Na rysunkach Rys 1.18 i Rys 1.19 przedstawione są ich schematy działania, z porównania których nasuwają się uwagi:

- *w amortyzatorze o stałym kierunku przepływu cieczy jest lepiej chłodzona, ponieważ styka się częściej z zewnętrzną ścianką komory wyrównawczej,*
- *w amortyzatorze ze stałym kierunkiem przepływu objętość cieczy przepływającej (zasysanej) przez dolny zawór z komory wyrównawczej przy skoku odprężenia jest większa niż w amortyzatorach o zmiennym kierunku przepływu. W związku z tym istnieje możliwość zwiększenia przedostawania się powietrza do cylindra, a więc i wzrostu emulsji cieczy.*



Rys 1.18 Schemat działania amortyzatora teleskopowego ze zmiennym kierunkiem przepływu



Rys 1.19 Schemat działania amortyzatora teleskopowego ze stałym kierunkiem przepływu cieczy

Siły oporu i ciśnienia cieczy, które zależą przede wszystkim od przekroju i długości kanałów przepływu mogą być jednakowe dla amortyzatorów o zmiennym i o stałym kierunku przepływu cieczy.

Do ważnych zagadnień dotyczących działania i przydatności amortyzatorów teleskopowych należy dostateczna trwałość pracy oraz zachowanie stałości charakterystyki amortyzatora w różnych warunkach pracy.

Dostateczna trwałość zależy głównie od jakości wykonania trących się powierzchni tłoka o cylinder i trzona tłokowego o prowadnicę. Powierzchnie te powinny być wykonywane nie tylko dokładnie, lecz również bardzo gładko.

Zachowanie stałości charakterystyki w dużym stopniu zależy od intensywności tworzenia się emulsji cieczy. Wadą amortyzatorów teleskopowych jest łatwość tworzenia się emulsji, zwłaszcza w amortyzatorach dwururowych. Zjawisko to przebiega tu znacznie intensywniej niż w amortyzatorach dźwigniowych. Objętości cylindra roboczego pod i nad tłokiem nie są równe ze względu na obecność trzona tłokowego. Przy przepływanii cieczy z jednej strony tłoka na drugą, pobierana jest lub oddawana pewna ilość cieczy z komory wyrównawczej. Ponieważ w komorze wyrównawczej znajduje się prócz zmiennej ilości cieczy również i powietrze, to w czasie pracy amortyzatora ciecz w komorze wyrównawczej zostaje wzburzona i w tym stanie zasysana jest do cylindra.

Jako środki zaradcze dla zmniejszenia ilości emulsji stosuje się różnego rodzaju urządzenia drenażowe w formie rurek lub koszulek bądź innych urządzeń uspokajających ciecz. Działanie tych urządzeń polega na tym, że w amortyzatorach o zmiennym kierunku przepływu łączą one objętość między prowadnicą trzona a uszczelką z cieczą na dole komory kompensacyjnej, umożliwiając bezpośredni przepływ płynu przenikającego przez prowadnicę do komory kompensacyjnej z ominięciem najbogatszej w emulsję górnej jej warstwy.

W amortyzatorach o stałym kierunku przepływu elementy drenażowe spełniają taką samą rolę, lecz przepływa przez nie znacznie większa ilość cieczy. Dla przeciwdziałania wzburzaniu się cieczy w komorze kompensacyjnej stosuje się sprężyny walcowe o dużym skoku lub pierścienie blaszane przymocowane do ścianek w komorze kompensacyjnej poniżej lustra cieczy. Pewna ilość powietrza w komorze kompensacyjnej amortyzatora teleskopowego uzasadniona jest wspomnianymi zmianami objętości cieczy w komorze podczas ruchu tłoka oraz zmianami tej objętości wywołanymi różnicami temperatur.

W amortyzatorach jednorurowych kompensację objętości płynu uzyskano przez zastosowanie dodatkowego zbiornika wypełnionego powietrzem (lub gazem) o ustalonym przez daną firmę ciśnieniu. Zbiornik taki oddzielony jest od płynu zazwyczaj elastyczną przeponą.

2. BADANIA AMORTYZATORÓW.

2.1 Wiadomości ogólne.

Celem badań amortyzatorów jest wyznaczenie ich charakterystycznych parametrów w ustalonych warunkach i określenie ich zgodności z założeniami konstrukcyjnymi, obowiązującymi normami, lub porównanie ich z parametrami wzorcowymi.

Badania te mogą mieć charakter badań laboratoryjnych wszechstronnych, wykonywanych na stanowiskach badawczych pozwalających na uzyskanie ścisłych wyników, bądź też mogą to być badania kontrolne lub kontrolno-produkcyjne. Do zakresu badań wchodzi:

- *opracowanie charakterystyk i porównanie z warunkami obliczeniowymi,*
- *określenie efektywności działania i stopnia przystosowania do charakterystyki zawieszenia samochodu,*
- *wyznaczenie stopnia zmian pojemności energetycznej w zakresie dopuszczalnych temperatur dodatnich i ujemnych,*
- *określenie strat cieczy przez nieszczelności w połączeniach oraz ustalenie współczynników przepływu przez kalibrowane otwory, kanały i zawory,*
- *sprawdzenie niezawodności i trwałości amortyzatorów w warunkach maksymalnie zbliżonych do warunków eksploatacji.*

Zagadnienie jakości amortyzatorów i związana z tym ściśle kontrola ich wykresów indykatorowych oraz charakterystyk jest ważnym problemem zarówno w procesie produkcji amortyzatorów, jak i przy opracowywaniu nowych konstrukcji.

2.2 Badania amortyzatorów zabudowanych w zawieszeniu samochodu.

Badanie amortyzatorów zabudowanych w zawieszeniu samochodu ma tę zaletę, że odbywa się w warunkach ich eksploatacyjnego usytuowania. Natomiast do wad tej metody należy zaliczyć trudności polegające na uzyskaniu dokładnych pomiarów (wskutek kłopotliwej ich rejestracji), a także oddziaływaniu na przebieg tłumienia drgań innych elementów zawieszenia.

W pewnych przypadkach, gdy próby ogranicza się np. do pomiaru drgań swobodnych pojazdu, badania takie wykonuje się także w warunkach stacjonarnych (lub prawie stacjonarnych) na odpowiednio przystosowanych stanowiskach, na przykład stosuje się metodę tzw. "zrzucania samochodu" lub przejeżdżania przez pojedyncze przeszkody. Zakres takich badań ogranicza się jednak najczęściej do pomiaru drgań swobodnych tłumionych, mas uresorowanych i nieuresorowanych.

Natomiast badania drogowe amortyzatorów ogranicza się do niezbędnego minimum. Stosuje się je szczególnie wtedy, gdy trzeba potwierdzić lub uzupełnić badania stacjonarne, sprawdzić niezawodność i trwałość amortyzatorów w trudnych warunkach eksploatacyjnych i terenowych oraz gdy nie ma innych możliwości badań.

Badania te trwają na ogół długo, dlatego dla skrócenia czasu stosuje się tzw. przyspieszone metody badań na specjalnie przystosowanych odcinkach dróg, na tzw. torach prób. Badania na torach prób umożliwiają także prowadzenie badań porównawczych (w tych samych warunkach można kilkakrotnie powtarzać próby).

Warunkiem do uzyskania pozytywnych wyników prób drogowych jest odpowiednie przystosowanie samochodu, oprzyrządowanie i aparatura kontrolno-pomiarowa. Dotyczy to głównie zamocowania i rozmieszczenia czujników i połączeń ich z aparaturą rejestrującą.

Zamocowanie i izolacja od wstrząsów aparatury rejestrującej i wskaźnikowej (zwłaszcza elektronicznej) stanowi również problem.

Badane elementy - amortyzatory i resory - powinny być dobrze osłonięte, zabezpieczone przed zanieczyszczeniem w czasie prób drogowych. Wiadomo, że zanieczyszczenie resorów, amortyzatorów i połączeń przegubowych wpływa ujemnie na ich działanie, a tym samym na dokładność wyników pomiarów.

2.2.1 Badania amortyzatorów metodą drgań swobodnych tłumionych.

Metoda ta pozwala na ocenę stopnia aperiodyczności tłumienia drgań i pracy amortyzatorów w układzie zawieszenia samochodu, gdy impuls wywołujący drgania powstaje od zrzucenia badanej osi samochodu z niewielkiej wysokości (za pomocą specjalnie przystosowanego urządzenia).

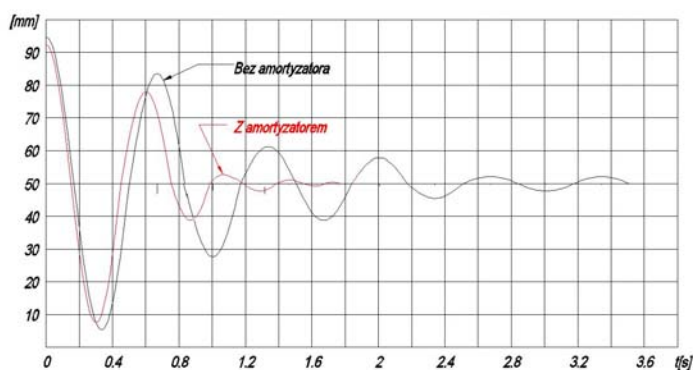
Zwykle bywa to platforma, na którą samochód wjeżdża kołami jednej osi. Platformę unosi się na żądaną wysokość, zawierającą się w granicach 60 do 120 mm. Po uniesieniu platformy następuje jej gwałtowny spadek wprawiający w drgania masę uresorowaną i nieuresorowaną samochodu. Rejestracja przebiegu drgań aż do zaniku pozwala na ocenę charakteru tłumienia i pracy amortyzatorów.

Rejestrowanie drgań wykonuje się za pomocą: mechanicznego zapisu, fotografowania punktu świetlnego lub czujników oscylografu.

Eksperyment powtarza się kilkakrotnie, a dla porównania wyników wykonuje się go bez amortyzatorów i z amortyzatorami oraz dla samochodu pustego i z obciążeniem.

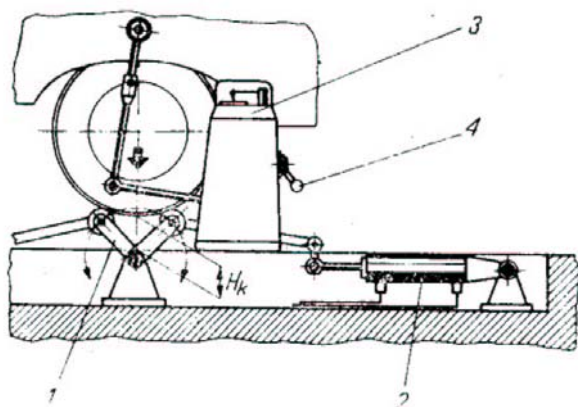
Dla przykładu na Rys 2.1 pokazany jest zapis eksperymentu po "zrzuceniu" przedniej osi samochodu osobowego w podwójnym wykonaniu: z amortyzatorami i bez amortyzatorów.

Przykład stanowiska do badania amortyzatorów dostosowanego do wykorzystania metody "zrzucania samochodu" pokazany jest na Rys 2.2. Jest to stanowisko najazdowe na które można wprowadzić samochód dowolną osią (przednią lub tylną). Lekka konstrukcja stanowiska wskazuje na jego przydatność przede wszystkim do samochodów osobowych.



Rys 2.1 Drgania swobodne przedniej części samochodu -z wykorzystaniem metody "zrzucania" samochodu.

Ruchomy wspornik stanowiska (Rys 2.1) na którym opierają się koła osi badanej, poprzez podpory dźwigniowe połączony jest z mechanizmem unoszenia, który może być sterowany mechanicznie lub pneumatycznie. Z chwilą odbezpieczenia podpór, mechanizm wyzwalaający powoduje opuszczenie podniesionego uprzednio wspornika wraz z kołami danej osi samochodu, z szybkością większą od opadania kół. Opadające koła uderzają w płytę oporową (wsporniki) wprawiając w zanikające drgania oś i nadwozie samochodu.



Rys 2.2 Urządzenie f-my Koni do bezdemontażowej kontroli amortyzatorów

- 1-ruchomy wspornik,
- 2-cylinder pneumatycznego mechanizmu unoszenia,
- 3-urządzenie rejestrujące,
- 4-zawór sterowania mechanizmem unoszenia (zrzucania)

Amplitudy wahań osi i nadwozia samochodu są rejestrowane na przesuwającej się taśmie przez

samopiszące przyrządy połączone z obiektem badań. Na wspomnianej taśmie równocześnie rejestrowane są sygnały czasu. Otrzymane tą drogą wykresy pozwalają określić częstotliwość drgań nadwozia i osi oraz ocenić stopień tłumienia drgań.

W praktyce spotykane są również urządzenia, które, przy wykorzystaniu metody drgań swobodnych tłumionych, pozwalają ocenić stan techniczny amortyzatora w zawieszeniu pojedynczego koła samochodu.

W przypadku braku stanowiska, w praktyce stosuje się niekiedy najprostsze metody pomiaru do oceny stanu technicznego amortyzatorów bez konieczności ich demontażu. Przygotowuje się specjalne przeszkody z łagodnym najazdem i ze stromym "zeskokiem". Przez przeszkody takie przejeżdża się samochodem z prędkością 5÷10 km/h. Następuje zatem najpierw zeskok kół osi przedniej, a następnie kół osi tylnej. Podobny efekt można osiągnąć przy zjeżdżaniu z krawężnika chodnikowego.

Zakres eksperymentów przy przejeżdżaniu przez pojedynczą przeszkodę można znacznie rozszerzyć, ponieważ na charakter przebiegu drgań mas uresorowanych i nieuresorowanych mają wpływ nie tylko amortyzatory, lecz także inne czynniki, jak: sztywność zawieszenia, obciążenie, ciśnienie w oponach, sztywność resoru itp.

Amortyzatory hydrauliczne, przy przejeżdżaniu samochodu przez pojedynczą przeszkodę, mają niewielki wpływ na przemieszczenie mas; znacznie większe jest ich oddziaływanie na stopień aperiodyczności i liczbę wahań.

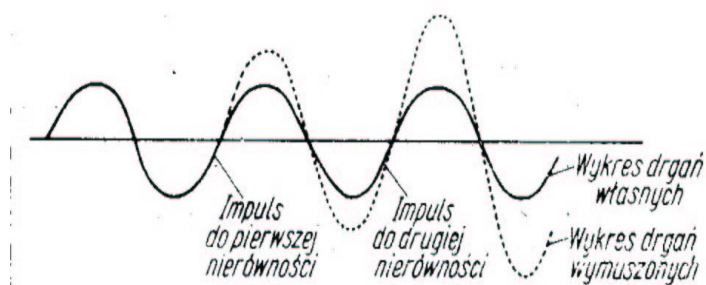
Na Rys 2.3 przedstawiony jest wykres przebiegu drgań samochodu przejeżdżającego przez pojedynczą przeszkodę wypukłą i wklęsłą. Wskazuje on na aperiodyczny przebieg drgań oraz na dobrze dobrane amortyzatory pod względem zdolności tłumienia oraz na dobre rozmieszczenie w kinematycznym układzie zawieszenia.



Rys 2.3 Oddziaływanie amortyzatorów na ruch drgający mas uresorowanych samochodu wywołanych pojedynczą przeszkodą

Prawidłowy dobór amortyzatorów szczególnie uwidacznia się w warunkach występowania nierówności okresowych z częstotliwością zbliżoną do drgań własnych (Rys 2.4).

Podczas jazdy po drodze o nierównościach następujących po sobie, amplitudy drgań mogą nakładać się na siebie, ale nie powinny spiętrzać się do stanu krytycznego (gdyż może wystąpić zjawisko rezonansu).



Rys 2.4 Nakładanie się drgań własnych samochodu z drganiami wymuszonymi

Taka prędkość samochodu, przy której drgania własne pojazdu z danym systemem zawieszenia i impulsy od nierówności wpadną w rezonans, nazywa się prędkością krytyczną. Jeżeli tłumienie jest dostateczne, to amplitudy w stanie rezonansu wprawdzie rosną, ale nie przekraczają dozwolonej wartości (Rys 2.4).

2.2.2 Badania amortyzatorów metodą drgań wymuszonych

Dla wykorzystania tej metody stosowane są urządzenia wzbudzające drgania płyty oporowej z nastawianymi częstotliwościami.

Badania przeprowadza się oddzielnie dla każdego koła jezdnego. Włączony silnik elektryczny z jednej strony nadaje płycie oporowej drgania wymuszone. Krytyczną częstotliwość płyty oporowej wynosi około 13 Hz. Po odłączeniu źródła napędu z równoczesnym włączeniem urządzenia rejestrującego, amplituda ruchów wibracyjnych płyty oporowej maleje aż do całkowitego zaniku.

Miarą jakości badania amortyzatora jest maksymalna wartość amplitudy drgań A_{max} wykreślonych przez układ rejestrujący. Porównanie tej wartości z wartością wzorcową dla danego pojazdu i amortyzatora pozwala na jego ocenę.

Stan techniczny amortyzatora ocenia się na podstawie wartości amplitudy klasyfikując amortyzator do trzech grup:

- *stan dobry,*
- *w granicach tolerancji eksploatacyjnych,*
- *stan zły.*

3. URZĄDZENIE CERTUS CSA

Urządzenie do kontroli skuteczności tłumienia drgań zawieszenia pojazdu o dmc do 3,5t



3.1 Bezpieczeństwo pracy

3.1.1 Wskazówki bezpieczeństwa dotyczące eksploatacji stanowiska

- Stanowisko kontrolne może być uruchamiane i obsługiwane tylko przez personel, który został przeszkolony w tym zakresie.
- Stanowisko kontrolne może być eksploatowane wyłącznie zgodnie z jego przeznaczeniem, w zakresie jego parametrów pracy (danych technicznych). Nie wolno przeciążać urządzenia.
- Nie wolno używać niesprawnego urządzenia.
- W obszarze pracy urządzenia, podczas jego pracy, mogą przebywać jedynie osoby obsługujące urządzenie. Zabrania się przebywania osób postronnych. Obszar pracy urządzenia powinien być odpowiednio oznaczony.
- Wyłącznik główny jest również wyłącznikiem awaryjnym. W sytuacjach awaryjnych należy ustawić go w położeniu zerowym „O” - wyłączyć urządzenie.
- Wjeżdżanie pojazdu na rolki urządzenia powinno odbywać się powoli (maks. 10km/h), aby uniknąć niepotrzebnych uszkodzeń pojazdu i urządzenia.
- Na urządzeniach rolkowych nie należy parkować żadnych pojazdów.
- W okresach przerw w pracy urządzenia należy wyłącznikiem głównym wyłączyć dopływ prądu do urządzenia. Wyłącznik główny powinien być zabezpieczony przed użyciem przez niepowołane osoby (np. kłódka).
- Przy włączaniu urządzenia (włącznikiem głównym) płyty wibracyjne nie mogą być obciążone, gdyż może to spowodować niepoprawną kalibrację urządzenia.
- Uruchamianie napędu urządzenia bez obciążenia oraz zjeżdżanie z płyt najazdowych przy włączonym napędzie może spowodować uszkodzenie zestawu płyt wibracyjnych i rozkalibrowanie urządzenia

UWAGA!

W razie niebezpieczeństwa należy wyłączyć zasilanie za pomocą wyłącznika głównego znajdującego się na bocznej ścianie obudowy szafy sterowniczej.

3.2 Przeznaczenie, informacje ogólne

Urządzenie CERTUS CSA służy do kontroli skuteczności tłumienia drgań zawieszenia pojazdu o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 t. Urządzenie to zwane jest popularnie testerem/urządzeniem do kontroli amortyzatorów.

Urządzenie CSA umożliwia pomiary :

- *masy poszczególnych kół pojazdu,*

- *amplitudy drgań oraz*
- *skuteczności tłumienia drgań zawieszenia.*

Prezentacja wyników pomiarów odbywa się przy zastosowaniu monitora PC lub za pomocą wyświetlaczy analogowych. Sterowanie urządzeniem odbywa się za pomocą klawiatury PC, pilota zdalnego sterowania oraz przełączników umieszczonych na jednostce sterującej.

3.3 Dane techniczne urządzenia CERTUS CSA

Wielkości pomiarowe

- *- Metoda pomiaru - amplitudowo-częstotliwościowa według BOGE*
- *Zasada pomiaru - indukcyjna, elektroniczny pomiar amplitudy*
- *Wymuszanie ruchu drgającego płyt kontrolnych silnikiem elektrycznym*
- *Funkcja automatycznego uruchomienia urządzenia po obciążeniu obydwu płyt wibracyjnych z siłą większą od 1000 N*
- *W pełni zautomatyzowany cykl badania*

	Zakresy pomiarowe	Błąd pomiaru / rozdzielczość wskazań
Masa od nacisku statycznego koła	1-1000 kg	1kg
Amplituda drgań	0- 100 mm	1mm
Skuteczność tłumienia	0-100%	1%
Różnica amplitudy drgań	0-100%	1%
Różnica skuteczności tłumienia	0-100%	1%

Parametry robocze

Dopuszczalny nacisk na oś podczas kontroli	20 kN
Dopuszczalny nacisk na oś podczas przejazdu - opcja	130kN
Wymuszana amplituda drgań	7,5 mm
Wymuszana częstotliwość drgań	~16-18Hz
Przyłącze	3 x 230 / 400 V, 50/60 Hz
Zabezpieczenie przeciwzwarciowe	16 A klasy C
Moc silników	2x1, 2 kW
Prędkość obrotowa mimośrod	1400 min ⁻¹

* Wersja wzmocniona grupy podłogowej umożliwiającą przejazd przez płyty wibracyjne urządzenia pojazdów o nacisku na oś do 13 kN jest oferowana jako wyposażenie dodatkowe urządzenia.

Uwaga: wzmocnienie dotyczy jedynie przejazdu przez urządzenie. Zabrania się badania pojazdów o nacisku na oś pow. 20 kN

Wymiary gabarytowe i masy

Zespół płyt wibracyjnych

Długość		800 mm
Szerokość	wersja bezkanałowa	2320 mm
	wersja kanałowa (1 zespół)	1160 mm
Wysokość		280 mm
Masa całkowita urządzenia	wersja bezkanałowa	-500 kg
	wersja kanałowa (1 zespół)	- 250 kg

Płyty wibracyjne

Rozstaw między końcami	wersja bezkanałowa	880 mm
	wersja kanałowa	z + 120 mm
Rozstaw między końcami	wersja bezkanałowa	2200 mm
	wersja kanałowa	z+ 1340 mm

z- szerokość kanału

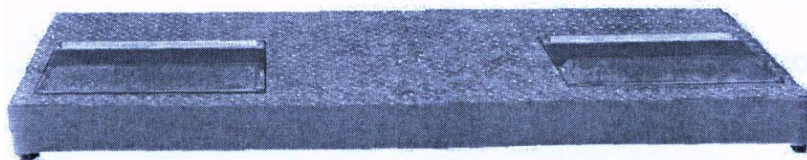
Warunki eksploatacji urządzenia

Temperatura otoczenia	+5 do +40°C
Wilgotność względna	do 90 % przy temp. +31 °C malejąca liniowo do 50% wilgotność względnej przy temp. +40°C
Ciśnienie atmosferyczne	1013±60hPa
Tolerancja napięcia zasilania	-15 % do +10 % wart. nap. znam
Poziom hałasu	<70dB
Urządzenie jest odporne na zanieczyszczenia, zapylenie, szok termiczny, wstrząsy i wpływ zewnętrznego pola elektromagnetycznego oraz elektrycznego	

3.4 Budowa urządzenia. Zasada działania

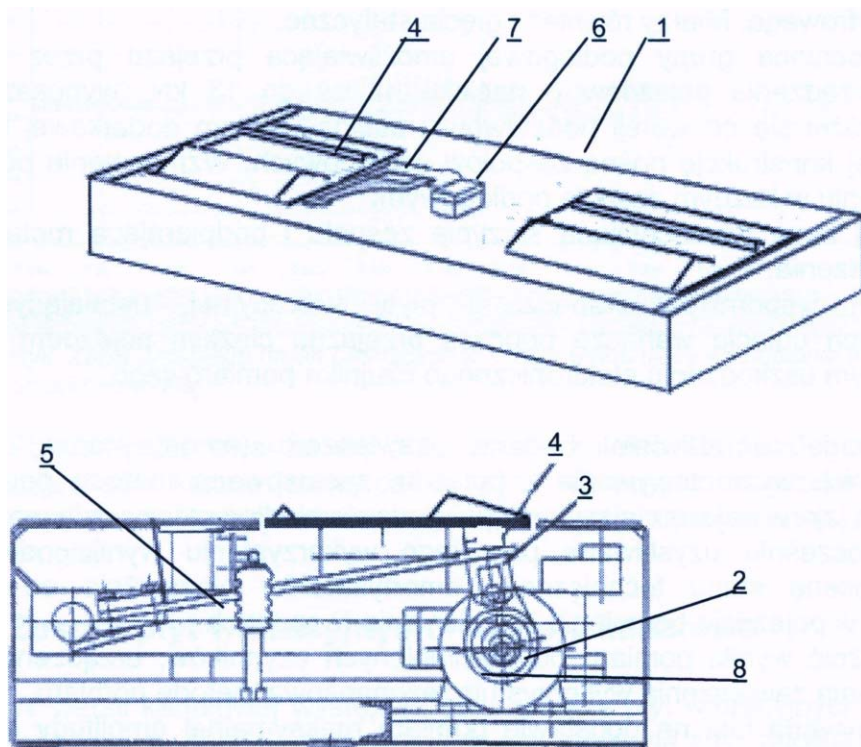
3.4.1 Zespół płyt wibracyjnych - budowa i zasada działania

Urządzenia do kontroli tłumienia drgań zawieszenia pojazdów o dmc do 3,5 tony CERTUS CSA jest urządzeniem działającym w oparciu o amplitudowo-częstotliwościową metodę pomiarową według BOGE.



Rys. Widok urządzenia wersja niedzielona (bezkanałowa)

Zespół płyt wibracyjnych - wersja bezkanałowa



- | | |
|-----------------------|--|
| 1- obudowa | 5- elektroniczne czujniki pomiarowe |
| 2- silnik elektryczny | 6- skrzynka łącznikowa z elementami układu elektronicznego |
| 3- zespół wahacza | 7- sprężyny płaskie |
| 4- płyty wibracyjne | 8- mimośród |

Rys. Budowa zespołu płyt wibracyjnych urządzenia CSA- wersja niedzielona

Zespół płyt wibracyjnych urządzenia w wersji niedzielonej (bezkanałowej) zbudowany jest w formie prostokątnej ramy z kształtowników stalowych i wyposażony jest w dwie płyty wibracyjne (płyta lewa i płyta prawa).

Silnik elektryczny 2 zespołu zamocowany jest w ramie, a na wałku silnika zamocowany jest mimośród 8, który ułożyskowany jest w obudowie zespolonej z węższym końcem płaskiej sprężyny zespołu wahacza. Na wałku z drugiej strony silnika zamontowane jest koło zamachowe.

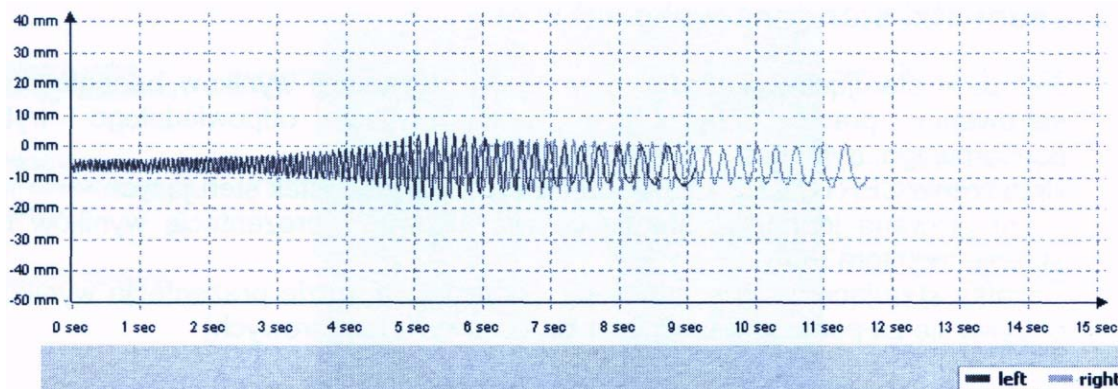
Zespół wahacza 3 składa się z wysięgnikowych ramion, zespolonych za pośrednictwem poprzecznej tulei, która wraz z nimi może wykonywać wahliwe ruchy względem osi ułożyskowej w ramie. Tuleja ramion wahacza jest sztywno połączona z szerszym końcem płaskiej sprężyny zespołu tak, że wymuszone przez mimośród wychylenia sprężyny zostają przeniesione na wysięgnikowe ramiona zespołu wahacza, które zostają wprowadzone w ruch drgający o określonej częstotliwości i amplitudzie.

Płyta wibracyjna 4 zamontowana jest na ramionach wahacza tak, że w położeniu spoczynkowym i nieobciążonym zachowuje położenie poziome. Podczas pracy urządzenia wykonuje ona ruch drgający wymuszany przez ramię wahacza, poruszając się po łuku o promieniu równym długości tego ramienia. Płyta wibracyjna ma poprzeczne zagłębienie, które zapewnia samoczynne ustawienie się koła badanego pojazdu w jej osi symetrii.

Elektroniczny czujnik pomiarowy 5 zainstalowany w ramie zespołu wibracyjnego mierzy amplitudę drgań ramienia wahacza i przekazuje dane do przetwornika analogowo-cyfrowego. Mierzy również ugięcia statyczne.

Aby urządzenie umożliwiało badanie zawieszonych (amortyzatorów) bez konieczności ich wymontowywania z pojazdu, zastosowana metoda pomiaru musi możliwie jak w najwierniejszym stopniu odzwierciedlać rzeczywiste warunki jazdy. Równocześnie uzyskiwane przy jego wykorzystaniu wyniki powinny umożliwiać ocenę stanu technicznego amortyzatorów niezależnie od typu stosowanego w pojeździe ogumienia i od ciśnienia w oponach. Aby uniezależnić wyniki pomiaru od wymienionych czynników, urządzenie do kontroli tłumienia zawieszenia wykorzystuje rezonansową metodę pomiaru. Ocena dokonywana jest na podstawie pomiaru **maksymalnej amplitudy drgań koła** pojazdu ustawionego na płycie wibracyjnej urządzenia 4 i wprowadzonego w ruch drgający za pośrednictwem wibrującego zespołu wahacza 3, napędzanych od silnika elektrycznego 2 za pomocą mimośrodu 8 i sprężyny płytkowej 7.

Parametry sprężyny i prędkość obrotowa mimośrodu są tak dobrane, że wymuszona częstość drgań płyt wibracyjnych wraz z ustawionymi na nich kołami pojazdu jest wyższa od częstotliwości drgań własnych układu: zespół wahaczy wibracyjnych z płytą wibracyjną (amortyzowana masa pojazdu przypadająca na dane koło). W czasie pomiaru, po uzyskaniu przez silnik 2 odpowiedniej prędkości obrotowej, a więc i określonej częstotliwości drgań płyty wibracyjnej 4, napęd silnika zostaje wyłączony i częstość drgań płyty zaczyna się swobodnie zmniejszać. Przy określonej częstotliwości następuje rezonans układu zawieszenia koła pojazdu wraz z zespołem wahaczy i płytą najazdową urządzenia. Przy częstości rezonansowej cały układ drga z maksymalną amplitudą, której wartość jest zależna od stanu technicznego zawieszenia, w tym przede wszystkim od skuteczności tłumienia amortyzatora. Elektroniczny układ pomiarowy urządzenia 6 w sposób ciągły rejestruje wielkość amplitudy drgań [mm] ramion zespołu wahacza, a tym samym ustawionego na płycie najazdowej koła samochodu. Układ pomiarowy przetwarza uzyskane podczas pomiaru dane tak, że oprócz amplitudy drgań zostają obliczone, określone w (%), wskaźniki tłumienia drgań (przyczepność), wynikające z porównania zmierzonych, maksymalnych amplitud ze statycznymi naciskami kół.



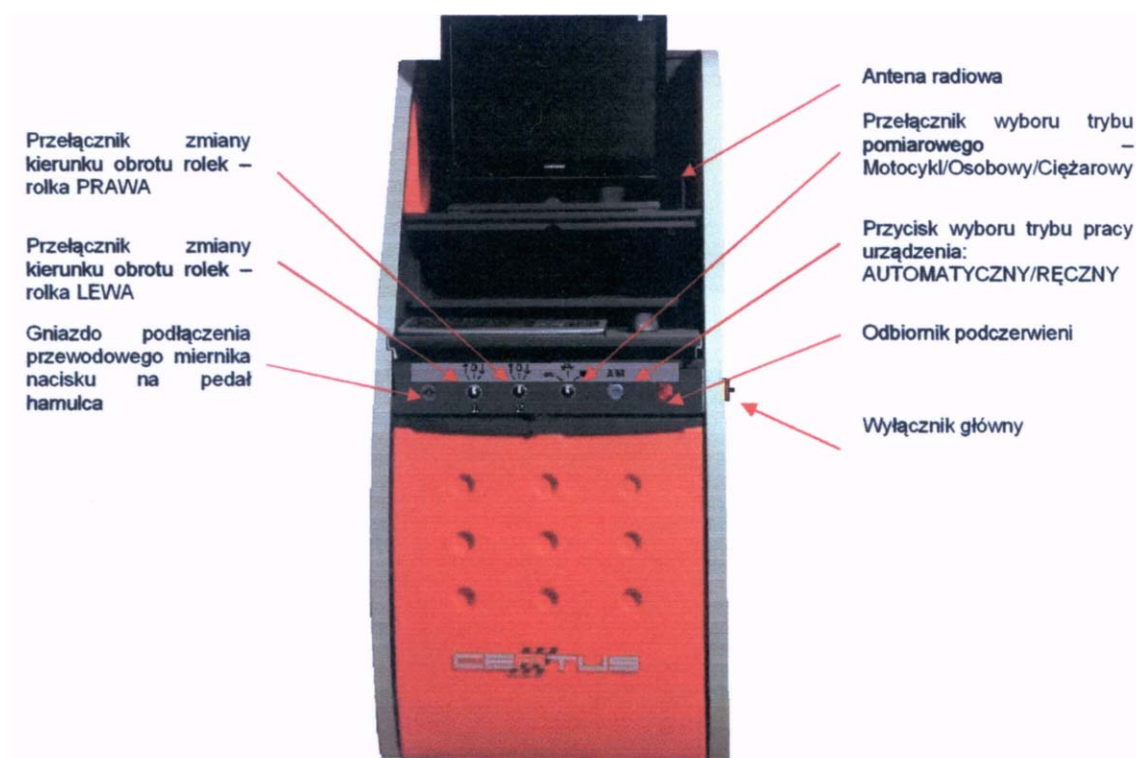
Rys. Zapis przebiegu drgań gasnących w czasie wykazujący wystąpienie maksymalnej amplitudy drgań (rezonans).

Pomiar przeprowadza się pojedynczo, kolejno dla każdego koła pojazdu, po najechaniu kołami jednej osi na płyty wibracyjne urządzenia. Po zakończeniu pomiaru dla jednej osi na płyty najazdowe urządzenia najeżdża się kołami osi drugiej.

3.4.2 Jednostka sterująco-wskaźnikowa

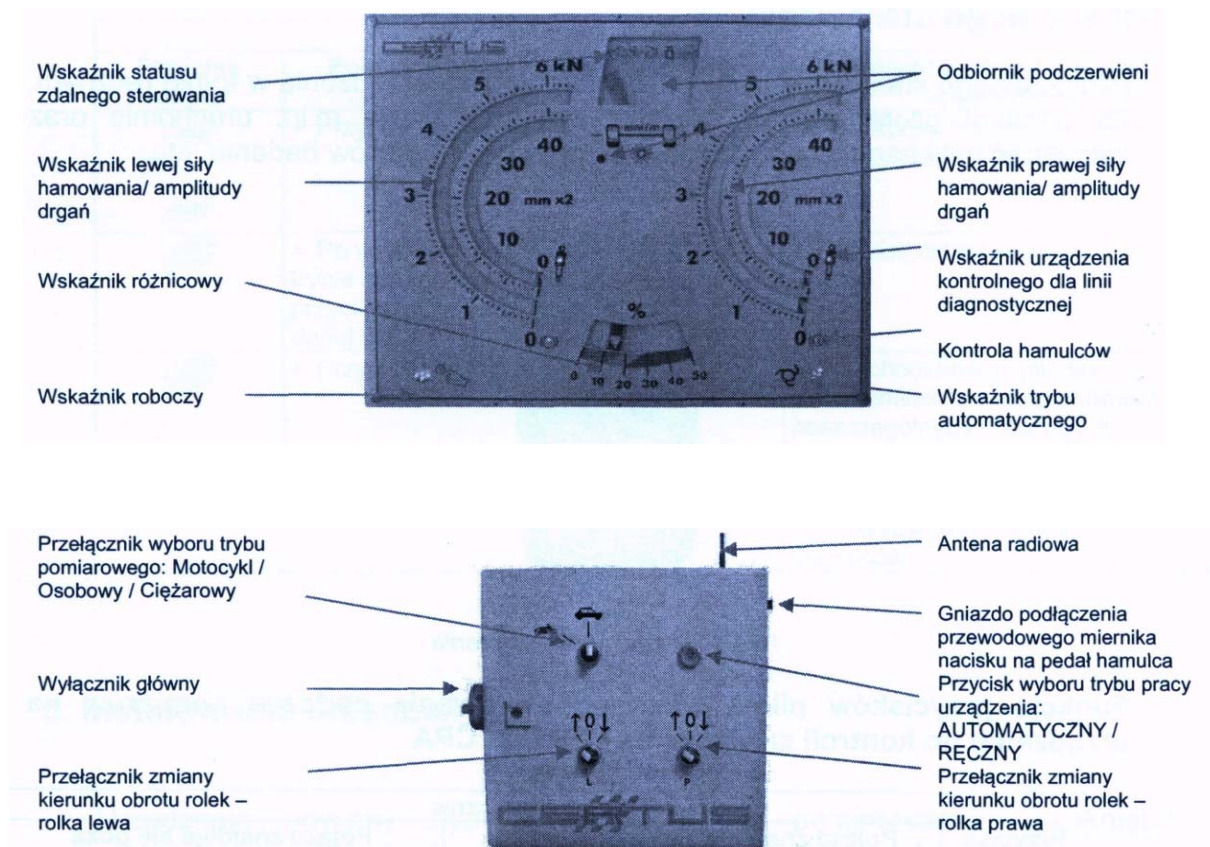
Jednostka sterująco-wskaźnikowa służy do prezentacji wyników badania oraz sterowania pracą urządzenia poprzez wybór odpowiedniego trybu pomiarowego, trybu pracy, etc.. Urządzenie CERTUS CSA posiada dwa rodzaje jednostek sterujących:

- zintegrowana jednostka sterująco-wskaźnikowa, z prezentacją wyników na ekranie monitora PC
- szafka sterująca wraz z jednostką wskaźnikową, gdzie prezentacja wyników odbywa się za pomocą wskaźników analogowych (zegarowych)



Rys. Zintegrowana jednostka sterująco-wskaźnikowa z prezentacją wyników na ekranie monitora PC

Uwaga: urządzenia do kontroli zawieszenia, ustawienia kół i kontroli hamulców CERTUS posiadają takie same jednostki sterujące. Urządzenia te montowane w linii posiadają jedną, wspólną jednostkę sterującą. Poniżej przedstawiono widoki jednostek sterujących z elementami sterowania (przełącznikami i przyciskami) wykorzystywanymi przy pomiarach wszystkich tych urządzeń. Dlatego część z nich przy zakupie jedynie urządzenia do kontroli zawieszenia nie występuje.



Rys. Szafka sterująca wraz z jednostką wskaźnikową (zegarową)

Znaczenie przełączników wykorzystywanych przy kontroli zawieszenia

- Tryb pracy urządzenia - ręczny / automatyczny



Funkcja ta pozwala - za pomocą przycisku - wybrać automatyczny lub ręczny tryb pracy urządzenia.

W trybie pracy ręcznym uruchamianie urządzenia do kontroli zawieszenia CERTUS CSA - po wjechaniu pojazdem na płyty wibracyjne - odbywa się w sposób ręczny, przy użyciu pilota zdalnego sterowania.

W automatycznym trybie pracy do kontroli zawieszenia - po wjechaniu pojazdem na płyty wibracyjne - uruchamia się automatycznie. Wybór trybu automatycznego sygnalizowany jest poprzez podświetlenie na czerwono przycisku wyboru oraz zaświecenie na czerwono wskaźnika na ekranie monitora/jednostce wskaźników.

Pilot zdalnego sterowania

Pilot zdalnego sterowania służy głównie do obsługi urządzenia w trybie ręcznym. Za pomocą pilota można, bezpośrednio z pojazdu, m.in. uruchomić oraz zatrzymać rolki hamulcowe, dokonywać przeglądu wyników badania, etc.



Rys. Pilot zdalnego sterowania

Funkcje przycisków pilota zdalnego sterowania podczas pomiarów na urządzeniu do kontroli zawieszenia CERTUS CSA

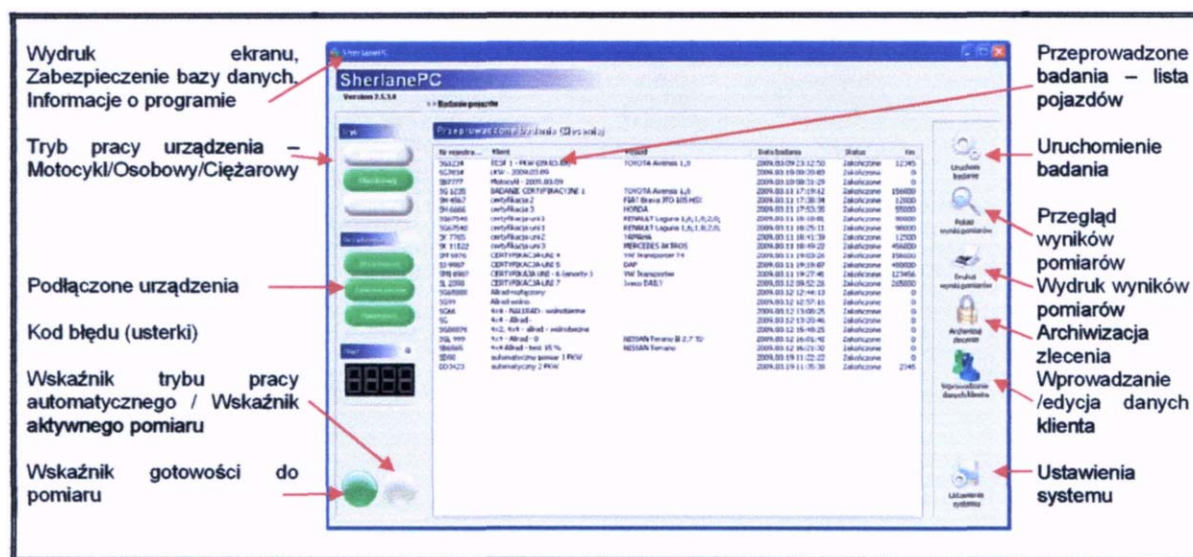
Tryb pracy ręczny		
Przycisk pilota	Pojazd znajduje się na urządzeniu	Pojazd znajduje się poza urządzeniem
 	Wzbudzenie lewej/ prawej strony urządzenia, celem wyszukiwania stuków (luzów) w zawieszeniu. Naciśnięcie przycisku "←" - uruchomienie lewej płyty wibracyjnej urządzenia; naciśnięcie przycisku "→" uruchomienie prawej płyty urządzenia.	Wybór/przechodzenie między osiami pojazdu (OP, OT)
	Uruchomienie pomiaru - najpierw uruchamia się lewy zespół pomiarowy następnie, po wykonaniu pomiaru lewej strony, następuje automatyczne uruchomienie prawego zespołu pomiarowego.	Przycisk nieaktywny
	Wybór/przechodzenie między osiami pojazdu, tj. pomiędzy osią przednią (OP) i osią tylną (OT)	Przechodzenie pomiędzy planszami/ ekranami pomiarowymi poszczególnych urządzeń, tj. urządzenia do kontroli ustawienia kół, kontroli zawieszenia i kontroli hamulców.

Tryb pracy automatyczny		
Przycisk pilota	Pojazd znajduje się na urządzeniu	Pojazd znajduje się poza urządzeniem
	• Przycisk nieaktywny	• Wybór/przechodzenie między osiami pojazdu (OP, OT)
	• Po wykonaniu pomiaru danej osi w trybie automatycznym, naciśnięcie przycisku „OK” - powtórzenie pomiaru danej osi.	• Przycisk nieaktywny
	• Przycisk nieaktywny	• Przechodzenie pomiędzy planszami/ekranami pomiarowymi poszczególnych urządzeń, tj. urządzenia do kontroli ustawienia kół, kontroli zawieszenia i kontroli hamulców.

3.5 Praca z programem

Ustawić Wyłącznik główny w pozycji „1” (włączyć).

Po uruchomieniu komputera następuje automatyczne uruchomienie programu „Windows” oraz programu RACE-Line. Pojawia się ekran startowy programu, a następnie ekran główny



programu.

Rys. Ekran główny programu

Opis / znaczenie poszczególnych ikon:

- **Wydruk ekranu** - drukowany jest aktualnie widoczny (bieżący) ekran.
- **Zabezpieczenie bazy danych** - zapisane w programie dane z wynikami pomiarów pojazdów są dodatkowo zabezpieczane (zapisywane) w wybranym wcześniej katalogu PC.
- **Informacje o programie** - wyświetlane są informacje na temat zainstalowanej wersji oprogramowania, danych kalibracyjnych, etc.

Funkcje „**Wydruk ekranu**”, „**Zabezpieczenie bazy danych**”, „**Informacje o programie**” dostępne są z poziomu każdego ekranu programu. Dostęp do tych funkcji następuje po najechaniu kursorem na górny niebieski pasek ekranu i naciśnięciu prawego przycisku myszy.

- **Tryb pracy** - wskaźnik wyboru trybu pracy urządzenia: Motocykl, samochód Osobowy, samochód Ciężarowy. Aktualnie wybrany tryb pracy podświetlany jest na zielono.
- **Urządzenia** - wskaźnik informujący, jakie urządzenia diagnostyczne (tj. urządzenie do kontroli hamulców, ustawienia kół, zawieszenia) są podłączone. Podłączone (aktywne) urządzenia są podświetlone na zielono.
- **Błąd** - w przypadku wystąpienia awarii urządzenia dioda kontrolna zaczyna migać oraz wyświetla się na monitorze numer (kod) usterki. Lista kodów usterek - patrz instrukcja „Opis techniczny urządzenia” do kontroli hamulców
- **Wskaźnik gotowości** urządzenia do pomiarów - zielone podświetlenie wskaźnika informuje o poprawnym podłączeniu urządzeń z jednostką sterującą i gotowości urządzenia (-eń) do pomiarów.
- **Wskaźnik automatycznego trybu pracy urządzenia/ aktywnego pomiaru.**

Gdy jest wybrany tryb automatyczny badania (przycisk na jednostce sterującej), kontrolka (wskaźnik) świeci światłem ciągłym na czerwono. Wskaźnik świeci światłem pulsacyjnym, w przypadku kontroli amortyzatorów oraz przy uruchamianiu rolek - ostrzeżenie.
- **Przeprowadzone badania (Zlecenia).** W środkowej części ekranu wyświetlana jest lista pojazdów, dla których przeprowadzono badania i zapisano wyniki pomiarów, tzw. lista Zleceń.
- **Uruchom badanie** - za pomocą tej ikony (funkcji) rozpoczynamy każdy nowy pomiar.
- **Pokaż wyniki pomiarów** - funkcja umożliwia przeglądanie oraz wydruk wyników wcześniej przeprowadzonych i zapisanych badań pojazdów (zleceń). W tym celu należy wybrać z listy „**Przeprowadzone badania (Zalecenia)**” pojazd, a następnie uruchomić funkcję „**Pokaż wyniki pomiarów**”. Zostaną wyświetlone ekrany z danymi pomiarowymi.
- **Drukuj wyniki pomiarów** - funkcja umożliwia wydruk wyników wcześniej przeprowadzonych i zapisanych badań pojazdów (zleceń). W tym celu należy wybrać z listy „**Przeprowadzone badania (Zalecenia)**” pojazd, a następnie uruchomić funkcję „**Drukuj wyniki pomiarów**”. Otworzy się ekran „**Protokół kontroli**”. Pliki mogą być ponownie przeglądane i drukowane przy pomocy funkcji „**Drukuj**”
- **Archiwizuj zlecenie** - funkcja pozwala na archiwizację wybranego zlecenia. W tym celu należy wybrać z listy „**Przeprowadzone badania (Zalecenia)**” pojazd, a następnie uruchomić funkcję „**Archiwizuj zlecenie**”. Zlecenie zostanie usunięte z listy na ekranie. Może być jednak ponownie zaimportowane przy wprowadzaniu danych klienta za pomocą ikony (funkcji) „**Ładuj zlecenie z archiwum**”
- **Wprowadzanie danych klienta** - służy do wprowadzania/ edycji danych identyfikacyjnych klienta oraz pojazdu, uwag dotyczących kontroli, jak również wprowadzania dopuszczalnej masy całkowitej pojazdu (tzw. dmc), potrzebnej do obliczenia wskaźnika skuteczności hamowania WSH. Do funkcji tej istnieje również dostęp podczas badania pojazdu (tj. z ekranów pomiarowych poszczególnych urządzeń) za przy użyciu ikony „**Zapis danych**”.
- **Ustawienia systemu** - funkcja serwisowa, nieaktywna dla użytkownika.

3.5.1 Wprowadzanie danych klienta.

Zapisanie wyników pomiarów w bazie danych.

Dostęp do ekranu „**Wprowadzanie danych klienta**” możliwy jest:

- **Podczas kontroli pojazdu.** W tym celu, z poziomu ekranów pomiarowych poszczególnych urządzeń nacisnąć ikonę „**Zapis danych**”
- **Przed rozpoczęciem pomiarów.**

W tym celu, z poziomu „**Ekranu głównego**” należy wybrać ikonę „**Wprowadzanie danych klienta**”

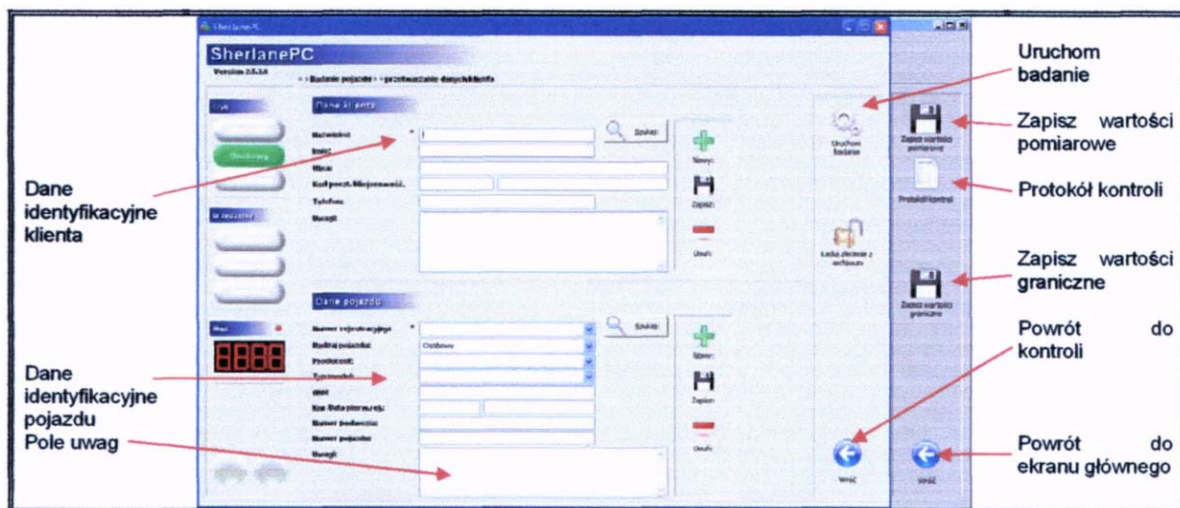
„**Wprowadzanie danych klienta**” to ekran służący do wprowadzania/ edycji danych identyfikacyjnych klienta i pojazdu, uwag dotyczących kontroli oraz zapisu wyników kontroli.

W ekranie **Wprowadzanie danych klienta** należy również wprowadzić dopuszczalną masę całkowitą pojazdu (tzw. dmc), potrzebną do obliczenia wskaźnika skuteczności hamowania WSH.

Pole uwag: w tym polu można wprowadzić uwagi dotyczące kontroli pojazdu, które nie pojawiają się na wydruku. Informacje te to dane związane z klientem albo pojazdem, które są wyświetlane tylko po wywołaniu z bazy danych klienta albo pojazdu.

Zapisz wartości pomiarowe: funkcja ta umożliwia zapisanie wyników przeprowadzonych pomiarów w bazie programu.

Protokół kontroli: umożliwia przejście do ekranu zawierającego zbiorcze zestawienie wyników wszystkich pomiarów dla danego pojazdu.



Rys. Ekran Wprowadzanie danych klienta

3.6 Przebieg badania

Tryby pracy urządzenia: automatyczny / ręczny

➤ do badania zawieszenia CERTUS CSA

może odbywać w trybie pracy ręcznym lub automatycznym.

W **trybie ręcznym** urządzenia do kontroli hamulców oraz do badania zawieszenia muszą być uruchamiane ręcznie przy użyciu przycisków pilota zdalnego sterowania albo przez naciśnięcie przycisku na jednostce sterującej.

W **trybie automatycznym** urządzenia kontrolne uruchamiają się automatycznie i zapisują wartości pomiarowe w trybie automatycznym. Przy użyciu pilota zdalnego sterowania lub klawiatury można jednak w każdej chwili skorygować (wysterować ręcznie) przebieg badania. Po uruchomieniu jednostki sterującej, urządzenie każdorazowo ustawia się w trybie pracy ręcznym. Wybór (przełączanie) trybu pracy pomiędzy ręcznym i automatycznym dokonywany jest przy użyciu przycisku na jednostce sterującej. Wybór trybu automatycznego sygnalizowany jest poprzez podświetlenie na czerwono przycisku wyboru oraz zaświeceniem na czerwono wskaźnika na ekranie monitora.

Tryby pomiarowe

Linia diagnostyczna CERTUS RACE-Line jest systemem diagnostycznym o budowie modułowej służącym do badania wszystkich rodzajów pojazdów mechanicznych. Posiada trzy tryby pomiarowe urządzenia (Motocykl / Osobowy / Ciężarowy), pozwalające na optymalne dopasowanie ustawień poszczególnych urządzeń pomiarowych i przebiegu badania, w zależności od rodzaju kontrolowanego pojazdu. Wybór trybu pomiaru urządzenia dokonuje użytkownik, przełącznikiem umieszczonym na jednostce sterująco-wskaźnikowej. W zależności od wybranego trybu pomiaru są aktywowane odpowiednie urządzenia pomiarowe oraz zmienia się sposób przeprowadzania pomiarów na urządzeniu do kontroli hamulców. Każdorazowo po zmianie (przełączeniu) trybu pracy urządzenia, kasowane są wszystkie bieżące wyniki pomiarów i program przechodzi do nowego badania. Dlatego, przed przełączeniem trybu pracy, należy pamiętać o zapisaniu wyników pomiarów.

Uwaga:

tryb pomiaru **Ciężarowy** jest aktywny jedynie dla urządzeń przeznaczonych do kontroli pojazdów o dmc do i pow. 3,5 t, tj. urządzeń rolkowych **CERTUS CRB 13/18** oraz urządzenia do kontroli ustawienia kół **CERTUS CPS 15**.

Dla urządzeń **CERTUS CRB 3.5** oraz **CERTUS CPS 4.0**, przeznaczonych do kontroli pojazdów osobowych i motocykli, tryb pomiaru **Ciężarowy** jest nieaktywny.

TRYB POMIARU	OPIS TRYBU POMIARU - aktywne urządzenia, przebieg kontroli
	Tryb Motocykl przeznaczony do kontroli pojazdów jednośladowych. Dla trybu Motocykla pomiary wykonujemy jedynie na stanowisku rolkowym do kontroli hamulców. Tester zawieszenia oraz urządzenie do kontroli ustawieni kół (zbieżności) są nieaktywne. W trybie pracy Motocykla aktywny jest jedynie lewy zestaw rolkowy urządzenia do kontroli hamulców. Badanie hamulców polega na pomiarze sił hamowania koła przedniego i koła tylnego
	Tryb Osobowy przeznaczony do kontroli pojazdów z hydraulicznym układem hamulcowym (pojazdów o dmc do 3,5t). Dla trybu Osobowy pomiary wykonujemy na stanowisku do kontroli hamulców, testerze zawieszenia oraz urządzeniu do kontroli ustawienia kół (zbieżności) - wszystkie zainstalowane urządzenia są Aktywne Badanie hamulców polega na pomiarze sił hamowania hamulców roboczych osi przedniej i tylnej z jednoczesnym pomiarem nacisku na pedał hamulca oraz hamulca postojowego. Badanie hamulca postojowego następuje pomiędzy badaniem hamulca roboczego pierwszej i drugiej osi. W przypadku hamulca postojowego należy przeprowadzać pomiar każdego koła pojedynczo. Kontrola zawieszenia polega na pomiarze amplitudy i tłumienia drgań osi przedniej i tylnej pojazdu. Kontrola ustawienia kół polega na pomiarze zbieżności (poślizgu bocznego kół) osi przednie i osi tylnej.
	Tryb Ciężarowy przeznaczony do kontroli pojazdów z pneumatycznym układem hamulcowym (pojazdów o dmc pow. 3,5t). Dla trybu Ciężarowy pomiary wykonujemy na stanowisku do kontroli hamulców oraz urządzeniu do kontroli ustawienia kół (zbieżności). Tester zawieszenia jest nieaktywny. Badanie hamulców polega na pomiarze sił hamowania hamulców roboczych oraz hamulców postojowych poszczególnych osi (maks. Do 6 osi). Pomiar hamulców roboczych należy przeprowadzać z jednoczesnym pomiarem ciśnienia w układzie hamulcowym (tzw. Px). W przypadku hamulca postojowego należy przeprowadzać pomiar każdego koła pojedynczo. Kontrola ustawienia kół polega na pomiarze zbieżności (poślizgu bocznego kół) poszczególnych osi pojazdu.

UWAGI OGÓLNE dotyczące pomiarów:

- Podczas uruchamiania programu na urządzeniach nie może znajdować się żaden pojazd.
- Poszczególne stanowiska diagnostyczne połączone są z jednostką sterującą-wskaźnikową przewodami transmisyjnymi. Podczas pomiarów wszystkie wielkości mierzone przesyłane są ze stanowisk do jednostki sterującej i wyświetlane na monitorze w postaci wykresów oraz wartości liczbowych.
- Podczas trwania pomiarów na monitorze wyświetlane są na bieżąco informacje dla obsługującego.

- Wartości pomiarowe dla bieżącego (aktywnego) badania są automatycznie zapisywane w programie i mogą być wyświetlane wstecznie, dopóki dany pomiar jest otwarty.
- Sposób rozmieszczenia urządzeń pracujących w linii (odległość między nimi) a tym samym kolejność przeprowadzania poszczególnych pomiarów nie wpływa w żaden sposób na pracę poszczególnych urządzeń. Po wjechaniu na dane urządzenie kontrolne automatycznie otworzy się odpowiedni ekran programu, następnie - w zależności od wcześniejszego wyboru - ma miejsce kontrola w trybie automatycznym albo ręcznym.

UWAGI dotyczące przeprowadzania pomiarów na urządzeniu do badania zawieszenia CERTUS CSA:

- W trybie automatycznym pracy urządzenia, po najejchaniu kołami danej osi na płyty wibracyjne urządzenia, następuje automatyczne uruchomienie lewej, a następnie prawej płyty urządzenia. Proces pomiaru jest całkowicie zautomatyzowany.
- W trybie ręcznym pracy urządzenia, po najejchaniu kołami danej osi na płyty wibracyjne urządzenia, należy przyciskiem OK na pilocie zdalnego sterowania uruchomić badanie. Dalszy przebieg kontroli na stanowisku jest całkowicie zautomatyzowany.
- **Przed włączaniem stanowiska płyty wibracyjne nie mogą być obciążone.** Obciążenie płyt podczas włączania stanowiska powoduje wprowadzenie błędnych wartości w procesie kalibracji oraz uniemożliwia uruchomienie stanowiska.
- Zabrania się również zjeżdżania z płyt przy włączonych silnikach (podczas trwania testu), gdyż może to spowodować rozkalibrowanie urządzenia i uszkodzenie mechanizmu napędowego stanowiska.
- Urządzenie do kontroli skuteczności tłumienia drgań zawieszenia pojazdu (pomiaru prawidłowości działania amortyzatorów wbudowanych w pojazd) jest przeznaczone do kontroli pojazdów o nacisku na oś do 2t (dmc do 3,5t). Wersja wzmocniona umożliwia jedynie przejazd przez urządzenie pojazdów o nacisku osi do 13t.

3.6.1 Przebieg badania - tryb ręczny

Poniższy rozdział dotyczy przeprowadzania pomiarów na urządzeniach do kontroli hamulców CERTUS CRB, do badania zawieszenia CERTUS CSA i do kontroli ustawienia kół (zbieżności) CERTUS CPS pracujących pod programem CERTUS RACE-Line, zgodnie z procedurą obowiązującą podczas urzędowej kontroli pojazdów na Stacji Kontroli Pojazdów.

Przygotowanie stanowiska do badań

- **Uruchomienie urządzenia** - za pomocą wyłącznika głównego, znajdującego się na jednostce sterująco-wskaźnikowej, należy uruchomić urządzenie. Po uruchomieniu komputera następuje automatyczne uruchomienie programu „Windows” oraz programu RACE-Line. Pojawia się ekran startowy programu, a następnie ekran główny programu.
- **Wybór trybu pracy** - w przypadku gdy urządzenie ustawione jest w trybie pracy automatycznym, za pomocą przycisku wyboru umieszczonego na jednostce sterująco-wskaźnikowej, wybrać tryb pracy **RĘCZNY Wybór trybu pomiaru** - za pomocą przełącznika trójpozycyjnego umieszczonego na jednostce sterująco-wskaźnikowej, wybrać wymagany dla danego pojazdu tryb pomiaru: Motocykl / Osobowy / Ciężarowy **Uruchomienie badania** - z poziomu ekranu głównego programu wybrać ikonę „**Uruchom badanie**”. Program przejdzie do ekranów pomiarowych urządzeń.

W przypadku kontroli pojazdów jednośladowych, należy założyć przystawkę do badania jednośladow na lewy zespół rolek napędowych urządzenia oraz przykryć kanał na całej długości czynnej podczas pomiaru.

3.6.2 Pomiar skuteczności tłumienia drgań zawieszenia na urządzeniu CERTUS CSA

Urządzenie do kontroli skuteczności tłumienia drgań zawieszenia pojazdu (pomiaru prawidłowości działania amortyzatorów wbudowanych w pojazd) jest przeznaczone jedynie do kontroli pojazdów o nacisku na oś do 2 t (dmc do 3,5t).

- *Wjechać kołami osi przedniej na płyty vibracyjne urządzenia.*
- *Dźwignię zmiany biegów ustawić w pozycji neutralnej oraz zwolnić wszystkie hamulce.*

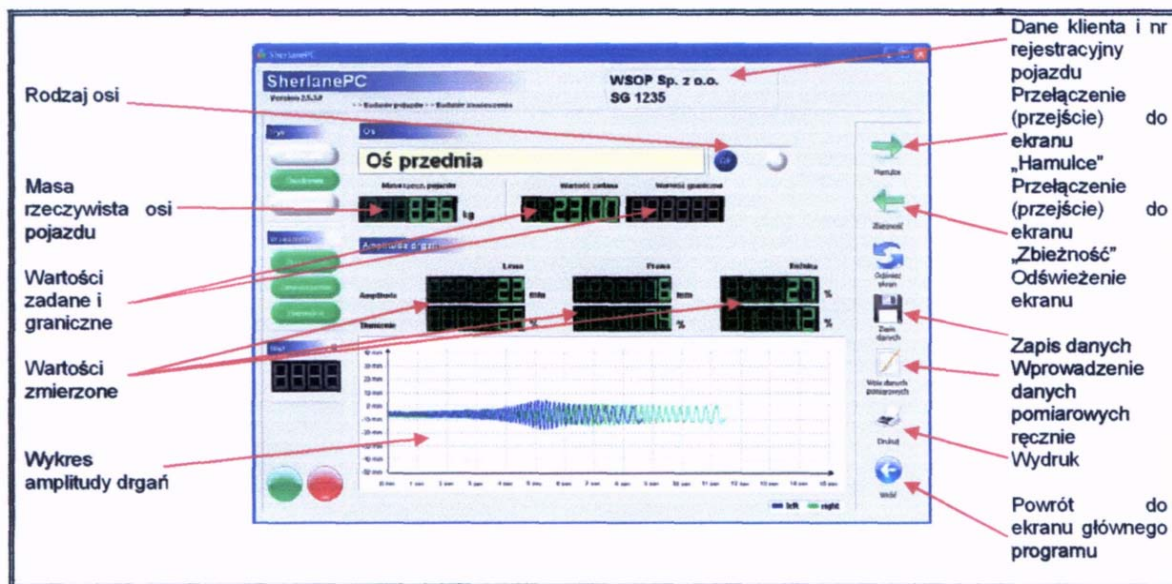
➤ *Przyciskiem „OK” pilota zdalnego sterowania uruchomić pomiar:*
następuje uruchomienie silnika lewej płyty vibracyjnej, a na ekranie kreślony jest wykres amplitudy drgań lewej strony pojazdu.

Następnie następuje automatyczne uruchomienie silnika prawej płyty vibracyjnej i przeprowadzany jest pomiar dla strony prawej.

Po zakończeniu pomiarów lewej i prawej strony na ekranie wyświetlane są :

- *masa rzeczywista danej osi,*
- *wartości amplitudy drgań kół [mm]*
- *tłumienia drgań [%] oraz*
- *różnice zmierzonych wielkości na kole lewym i prawym.*

Jeżeli w bazie danych urządzenia znajdują się wartości nominalne oraz graniczne amplitudy dla danego pojazdu, zostaną one również wyświetlane na ekranie (o ile przed pomiarem został wybrany pojazd z bazy danych).



Rys. Ekran pomiaru tłumienia drgań

Po zakończeniu pomiaru wyjechać badaną oś z zestawu płyt vibracyjnych. Pomiar osi tylnej przeprowadza się analogicznie.

Gdy pojazd znajduje się na urządzeniu i płyty nie pracują, można - za pomocą przycisku # pilota - zmieniać badaną oś pojazdu (oś przednia / oś tylna).

Uwaga: Zabrania się zjeżdżania z płyt przy włączonych silnikach (podczas trwania testu), gdyż może to spowodować rozkalibrowanie urządzenia i uszkodzenie mechanizmu napędowego stanowiska.

Funkcja wyszukiwania stuków w zawieszeniu.

Urządzenie do kontroli zawieszenia pojazdów posiada możliwość uruchamiania z pilota pojedynczo płyt wibracyjnych, i sterowaniem czasem wzbudzenia płyty, celem organoleptycznego wyszukiwania (sprawdzanie) luzów w zawieszeniu pojazdu.

Gdy pojazd znajduje się na płytach wibracyjnych, przyciski „←”, „→” pilota służą do uruchamiania odpowiednio lewej i prawej płyty urządzenia. Jednokrotne naciśnięcie przycisku „←” lub „→” powoduje uruchomienie silnika (wzbudzenie do drgań) danej płyty urządzenia przez ok. 2 sekundy. Naciskając pulsacyjnie dany przycisk co ok. 2 sek. regulujemy, w zależności od potrzeb, czasem wzbudzenia płyty.

Funkcje przycisków pilota zdalnego sterowania podczas pomiarów na urządzeniu do kontroli zawieszenia (urządzenie CSA)

	Pojazd znajduje się na urządzeniu	Pojazd znajduje się poza urządzeniem
	Wzbudzenie lewej/prawej strony urządzenia, celem wyszukiwania stuków (luzów) w zawieszeniu. Naciśnięcie przycisku „←” - uruchomienie lewej płyty wibracyjnej urządzenia; naciśnięcie przycisku „→” uruchomienie prawej płyty urządzenia.	Wybór/przechodzenie między osiami pojazdu (OP, OT)
	Uruchomienie pomiaru - najpierw uruchamia się lewy zespół pomiarowy następnie, po wykonaniu pomiaru lewej strony, następuje automatyczne uruchomienie prawego zespołu pomiarowego	Przycisk nieaktywny
	Wybór/przechodzenie między osiami pojazdu, tj. pomiędzy osią przednią (OP) i osią tylną (OT)	Przechodzenie pomiędzy planszami/ekranami pomiarowymi poszczególnych urządzeń, tj. urządzenia do kontroli ustawienia kół, kontroli zawieszenia i kontroli hamulców.

3.7 Protokół kontroli

Dostęp do ekranu **Protokół kontroli** możliwy jest:

- Bezpośrednio po przeprowadzonej kontroli pojazdu.

W tym celu, z poziomu ekranu „Wprowadzanie danych klienta” należy nacisnąć ikonę „Protokół kontroli”

- Dla starych pomiarów zapisanych w bazie danych.

W tym celu, z poziomu „Ekranu głównego” należy wybrać z listy „Przeprowadzone badania (Zalecenia)” pojazd, a następnie nacisnąć ikonę „Drukuj wyniki pomiarów”.

„Protokół kontroli” zawiera zbiorcze zestawienie wyników wszystkich pomiarów dla danego pojazdu.

Współczynniki skuteczności hamowania WSH są obliczane względem dopuszczalnej masy całkowitej pojazdu dmc (po wprowadzeniu ręcznym; zgodnie z polskim ustawodawstwem w tym zakresie) oraz względem rzeczywistej masy pojazdu, zmierzonej podczas kontroli na urządzeniu do kontroli hamulców lub urządzeniu do kontroli zawiesznień.

Przyciskiem „Drukuj” można wydrukować protokół. Gdy - przed rozpoczęciem drukowania - zaznaczymy pole „Drukuj zawieszenie” wydrukowane będą wyniki kontroli zawieszenia w formie graficznej (wykresu).

Pole uwag: w tym polu można wprowadzić uwagi dotyczące kontroli pojazdu, które zapisywane są z wartościami pomiarowymi i pojawią się na wydruku.

Rys. Ekran Protokół kontroli

3.8 Ocena wyników kontroli

Poniżej przedstawiono kryteria oceny wyników pomiarów, jakie obowiązują podczas urzędowej kontroli pojazdów na stacjach kontroli pojazdów w Polsce, na dzień wydania niniejszej instrukcji.

Użytkownik urządzeń powinien zawsze posiadać aktualne wymagania w tym zakresie i samemu dbać o ich aktualizację.

Urządzenie do kontroli skuteczności tłumienia drgań zawieszenia pojazdu o dmc do 3,5t CERTUS CSA

Otrzymane wyniki badań należy porównać, zgodnie z

Dz.U. nr 227 z dnia 30. XII. 2003r., z wartościami wzorcowymi dla danej marki i typu pojazdu, podanymi przez producenta pojazdu lub urządzenia.

Jeżeli nie dysponujemy wartościami granicznymi dla danego typu pojazdu określonego przez producenta należy przyjąć, że wartość współczynnika tłumienia drgań nie może być w żadnym przypadku niższa niż **20 %**,

natomiast różnica względna tłumienia lewego i prawego koła tej samej osi nie powinna być większa niż **30 %** wartości większej.

Wielkości te podawane są na wydruku protokołu pomiarowego.

4. WYKONANIE ĆWICZENIA

1. W czasie ćwiczenia należy zbadać amortyzatory 4 kół z pomocą urządzenia Certus CSA.

2. Sprawozdanie winno zawierać:

- *A. opis działania amortyzatorów zamontowanych w samochodzie Nissan:*
- *B. wyniki uzyskane z pomocą urządzenia BOGE*
- *C. opis wadliwego działania amortyzatorów na skutek:*
 - grupa 1 - brak oleju w amortyzatorach*
 - grupa 2 - zatarcie amortyzatorów*
 - grupa 3 - błędnego działania zaworu ciśnieniowego.*
- *D. Wnioski.*

5. LITERATURA

1. Józef Sikorski - Amortyzatory pojazdów samochodowych. Budowa, badania, naprawa. WKŁ 1977.
2. Otto Flamisch - Diagnostyka samochodu. WKŁ 1979.
3. St. Gołębiowski, J. Stanisławski - Badanie kontrolne samochodów. WKŁ 1982.