ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1970

Seria: ENERGETYKA z. 34 Nr kol. 279

JAN TADEUSZ ŻELIŃSKI
Katedra Cieplnych Maszyn Tłokowych

DRGANIA W TECHNICE MOTORYZACYJNEJ

Streszczenie. Artykuł ma na celu zapoznanie z rodzajami drgań występujących w technice motoryzacyjnej oraz ich wpływem na konstrukcję i człowieka.

I. WSTĘP

Burzliwy rozwój różnych dziedzin wiedzy, badania zjawisk mechanicznych, cieplnych, akustycznych, elektrycznych, hydraulicznych itd., analiza wskaźników eksploatacyjno-ekonomicznych oraz naczelny postulat ochrony człowieka przed szkodliwym działaniem zmieniającego się z industralizacją środowiska stały się powodem zainteresowania nauką o drganiach. Dziś jest to już rozbudowana odrębna dyscyplina naukowa o złożonej teorii, nowoczesnych metodach badawczych i pomiarowych, własnej nomenklaturze, definicjach, pojęcia, wywierająca silny wpływ na wiele dziedzin techniki. Niegdyś "tajemna wiedza" fizyków akustyków wywołujących smyczkiem drganie płyty posypanej lycopodium, gruntownie przetworzona i wzbogacona stała się ważnym orężem techników w walce o postęp i nowoczesność zwłaszcza w budowie maszyn.

Współczesne konstrukcje cechują się wzrostem mocy, wydajności, szybkości, przyspieszeń, zdolności do przeciążeń itp. przy zmniejszeniu masy, gabarytów, zostały zaprojektowane w oparciu o gruntowną znajomość zjawisk dynamicznych. Można by

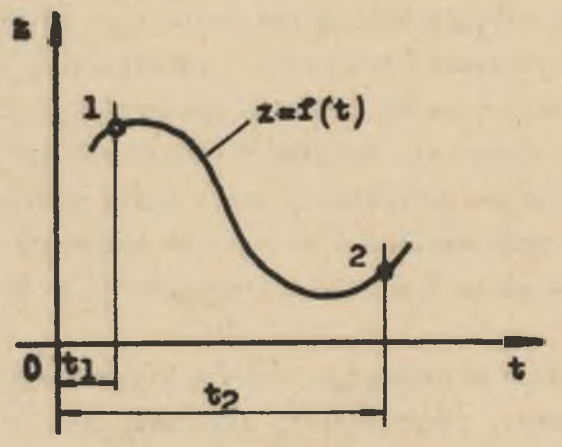
żaryzykować twierdzenie, że wszystkie zachodzące w przyrodzie zjawiska mają formę drganiową obojętne czy to będzie rytmiczny puls ludzkiego serca, przeraźliwy pisk opon gwałtownie hamowanego samochodu czy też impulsy zdalnego sterowania statku kosmicznego. Niezmiernie ważne miejsce zajmują drgania w technice motoryzacyjnej i to zarówno w zagadnieniach konstrukcji, eksploatacji jak również w badaniach i diagnostyce i tym problemom chciałbym poświęcić kilka ogólnych uwag.

1. POJĘCIE DRGAŃ

Najogólniej drganiem nazywamy zmienność jakiejś wielkości fizycznej np. "z" (może nią być energia, ruch, promieniowanie itp.) będącej ciągłą funkcją czasu

$$z = f(t)$$

jeżeli w pewnym rozpatrywanym przedziale czasu od t_1 do t_2 przynajmniej jeden raz ulega zmianie znak jej pierwszej pochodnej.



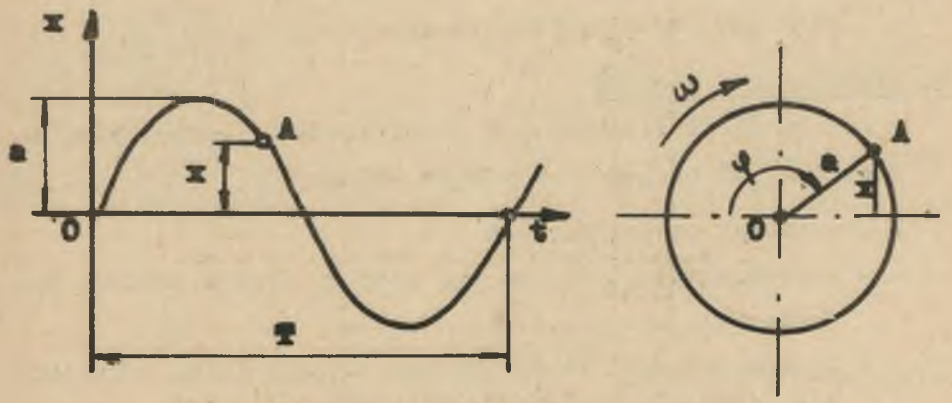
Rys. 1. Graficzna interpretacja drgań

2. PODSTAWOWE WIELKOŚCI DRGAŃ

Do podstawowych wielkości charakteryzujących drgania należą:

Tablica 1

Wielkość	Ozn.	Wymiar	Współzależność
Wychylenie, skręcenie	x, φ	m; rad	$x = a \sin\omega t$; $\varphi = \omega t$
Amplituda	a	m	$a = \frac{x}{\sin\omega t}$
Częstotliwość, pulsacja	ω	Hz; $\frac{rad}{s}$	$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \frac{d\varphi}{dt}$
Częstość	f	Hz; $\frac{1}{s}$	$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$
Okres drgań	T	s	$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$
Prędkość (liniowa)	V	$\frac{m}{s}$	$V = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$
Przyspieszenie (liniowe)	b	$\frac{m}{s^2}$	$b = \frac{dV}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x}$



Rys. 2. Podstawowe wielkości drgań

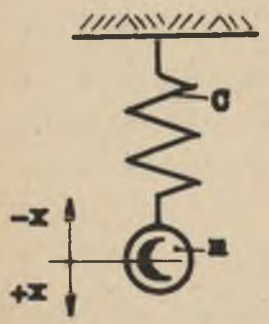
3. RODZAJE DRGAŃ

Najogólniej drgania dzielimy ze względu na:

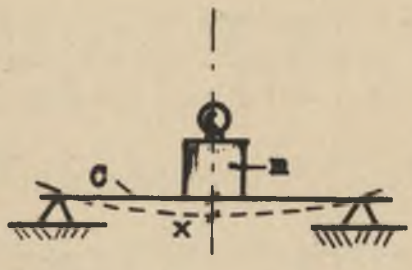
3.1. Ośrodek w którym występują

a - mechaniczne:

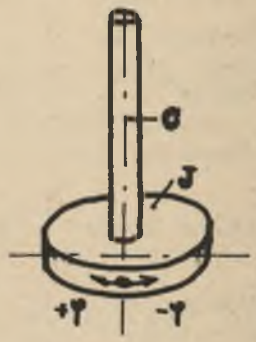
- podłużne (rys. 3.)
- poprzeczne (rys. 4.)
- skrętne (rys. 5.)



Rys. 3. Drgania wzdłużne



Rys. 4. Drgania poprzeczne



Rys. 5. Drgania skrętne

b - elektryczne

c - hydrauliczne

d - pneumatyczne

e - inne (np. cieplne, akustyczne itp.)

3.2. Ilość stopni swobody

(jest to ilość niezależnych współrzędnych uogólnionych określających chwilowe położenie układu)

a - o jednym stopni swobody

b - o skończonej ilości stopni swobody (tzw. układ dyskretny)

c - o nieskończonej ilości stopni swobody (tzw. continuum materialne).

3.3. Sposób wywołania drgań

a - swobodne (powstałe od jednorazowego impulsu)
- własne (są to składowe harmoniczne drgań swobodnych)

b - wzbudzone
- obcowzbudne
- samowzbudne (autodrgania)

c - złożone

3.4. Sposób rozproszenia energii drgań

a - nietłumione (rys. 3, 4, 5)

b - tłumione
- wewnętrznie
- zewnętrznie (wiskotycznie, tarciowo, dynamicznie) (rys. 6)

Rys. 6. Drgania tłumione (wiskotycznie)

3.5. Charakterystykę sprężystą, tłumienie i matematyczną formę zapisu

a - liniowe, w których sprężystość C jest proporcjonalna do wychylenia x
tłumienie K jest proporcjonalne do prędkości $\dot{x}$
masa m lub moment bezwładności J są niezmienne w czasie

$$- m\ddot{x} + Cx = 0 \quad \text{(swobodne nietłumione)}$$

$$- m\ddot{x} + K\dot{x} + Cx = 0 \quad \text{(swobodne tłumione)}$$

$$- m\ddot{x} + K\dot{x} + Cx = P_o \sin(\omega_p t) \quad \text{(wzbudzone tłumione)}$$

gdzie:

P_o - amplituda siły wzbudzającej

ω_p - częstotliwość siły wzbudzającej

b - nieliniowe (opisane równaniami różniczkowymi nieliniowymi)

c - specjalne (opisane przy pomocy specjalnych funkcji)

3.6. Przebieg drgań

a - ustalone (np. okresowe)

b - nieustalone (np. uderzeniowe)

II. WYSTĘPOWANIE DRGAŃ

W technice motoryzacyjnej w znakomitej większości występują drgania mechaniczne.

Samochód stanowi złożony układ sprężysto-masowy o wielu stopniach swobody, którego poszczególne zespoły wykazują różne ruchy, przemieszczenia, prędkości i przyspieszenia wywołujące siły i drgania mające zasadniczy wpływ na trwałość konstrukcji, stan techniczny, wskaźniki eksploatacyjne, bezpieczeństwo i wygodę jazdy.

1. RUCH SAMOCHODU

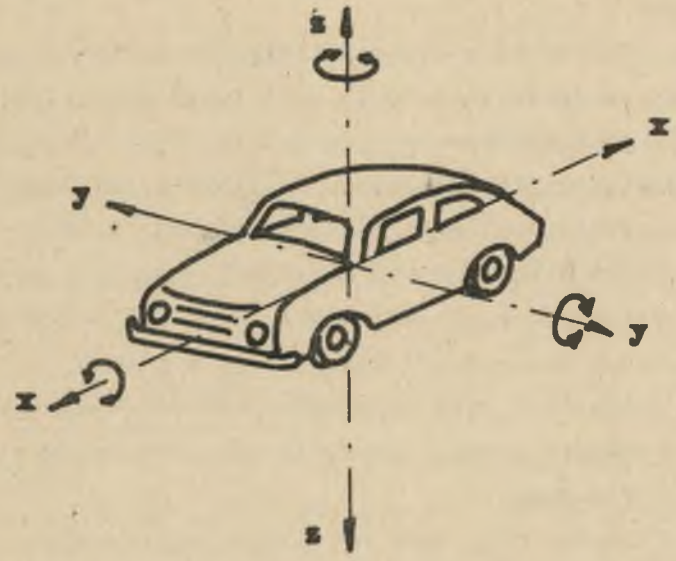
Samochód rozpatrywany w przestrzennym układzie współrzędnych doznaje:

1.1. Przemieszczeń wzdłuż osi:

x - x - kierunek jazdy

y - y - kierunek poprzeczny do kierunku jazdy

z - z - kierunek pionowy do płaszczyzny x - y



Rys. 7. Ruch samochodu

1.2. Obrotów wokół osi:

x - x - kołysanie poprzeczne

y - y - kołysanie podłużne

z - z - skręcanie kierunkowe

Podstawowy ruch samochodu wzdłuż osi x-x wytaczającej kierunek jego jazdy oraz zamierzony skręt kierunkowy wokół osi pionowej z-z stanowią przemieszczenia planowe, wszystkie zaś inne ruchy stanowią zakłócenia jazdy.

2. ANALIZA RUCHÓW

a - O zmienności ruchu wzdłuż osi x-x decydują właściwości dynamiczne silnika i opory ruchu samochodu. Wpływ tych wielkości jest ostatnio specjalnie dokładnie badany w związku z aktualnymi problemami przyspieszeń, opóźnień (hamowania) oraz zderzeń pojazdów.

Można przyjąć, że samochód w zasadzie nie wykazuje drgań wzdłużnych, posiadając w tym kierunku znaczną sztywność.

b - Przemieszczenia w pozostałych kierunkach mające charakter zakłócenia ruchu są wywoływane oddziaływaniem jezdni, zmianą równowagi sił działających na pojazd, przenoszeniem drgań silnika i mechanizmów napędowych i wszystkie one łączą się z problemem d y n a m i k i s t r u k t u r y n o ś n e j p o j a z d u oraz d y n a m i k i s i l n i k a i e l e m e n t ó w p r z e n i e s i e n i a n a p ę d u.

- Pierwszy z tych problemów jest od dawna znany, przebadany i obejmuje drgania mas resorowanych i nieresorowanych.
- Problem drugi jest w trakcie intensywnych badań i obejmuje złożone i trudne zagadnienia drgań silnika i mas pośredniczących.

3. BADANIA I SKUTKI DRGAŃ

3.1. Oddziaływanie jezdni

Jest to dziś bardzo rozwinięta dziedzina zarówno pod względem matematycznego opracowania teorii (funkcje losowe), jak również pomiarów profilu w oparciu o nowoczesną aparaturę (viagraf). Oddziaływanie jezdni wywołuje drgania rezonansowe elementów konstrukcji pojazdu obniżając jego trwałość, niezawodność działania i ma zasadniczy wpływ na bezpieczeństwo i wygodę jazdy.

3.2. Nadwozie, zawieszenie i ogumienie

Poddane są one badaniom:

a - sztywności

b - wytrzymałości

c - trwałości

Podstawowym zagadnieniem jest znajomość częstotliwości drgań własnych różnych układów i elementów pojazdu oraz częstotliwości sił wymuszających, które w zakresie zbliżonych wartości wywołują niebezpieczne drgania rezonansowe.

Największy wpływ na wartość częstotliwości drgań własnych pojazdu ma sztywność konstrukcji, której wartość stale wzrasta

Tablica 2

Częstotliwość drgań własnych pojazdu

Układ drgający	Częstotliwość drgań własnych w Hz		
	mały	średni	duży
Nadwozie	40	25	10
Zawieszenie	1,5	1,2	1,0
Ogumienie	15	12	10

Tablica 3

Częstotliwość drgań własnych nadwozi

Nadwozie	Częstotliwość w Hz	
	zginanie	skręcanie
M-201 FSO	19,20	22,00
M-203 FSO	25,00	20,00
Ford Falcon	24,30	19,20

Tablica 4

Częstotliwość drgań własnych zawieszenia

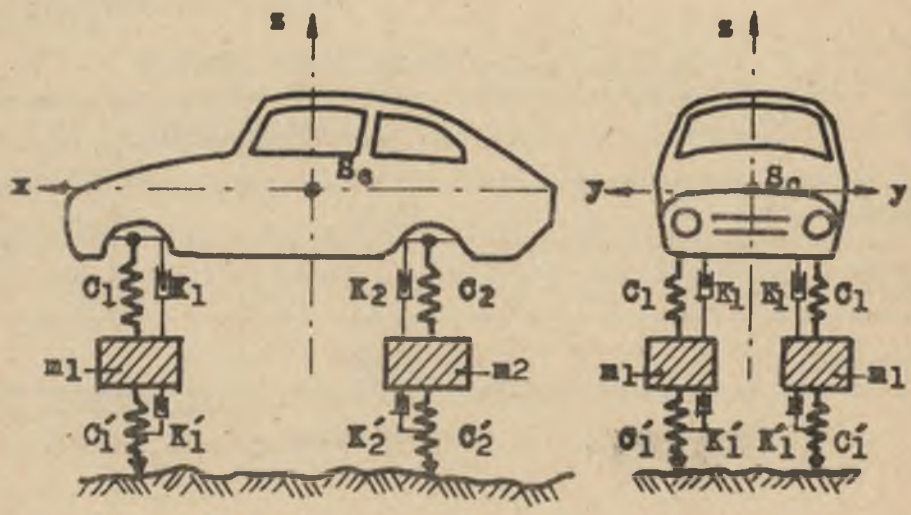
Zawieszenie		Częstotliwość w Hz	
		masy resorowane	masy nieresorowane
M-20 "Warszawa"	P	1,07	9,10
	T	1,14	7,90
Star-20	P	1,93	8,30
	T	1,33	8,50

gdzie:

P - zawieszenie przednie

T - zawieszenie tylne

Nadwozia i zawieszenia z różnymi ich elementami sprężystymi jak resory piórowe, sprężyny śrubowe, drążki skrętne, elementy pneumatyczne, hydrauliczne, amortyzatory, stabilizatory itp. są najlepiej przebadane i to zarówno pod względem teoretycznym jak i praktycznym.



Rys. 8. Model zastępczy

Układ drganiowy pojazdu przedstawiamy najczęściej w postaci modelu zastępczego.
Wynikowe drgania nadwozia, zawieszenia i ogumienia powodują obniżenie sprawności technicznej i trwałości, są powodem pęknięć elementów konstrukcji, zakłóceń w sterowaniu pojazdem a także hałasu mającego ujemny wpływ na człowieka.

3.3. Silnik

Do niedawna mniej uwagi zwracano na podstawowe źródło drgań, którym jest tłokowy silnik spalinowy z elementami przeniesienia napędu na koła jezdne. Różnorodność drgań i pasm częstotliwości, złożona i trudna ich teoria, rozwijające się dopiero badania były tego powodem.
W miarę rozwoju silników spalinowych zauważono, że drgania mają zasadniczy wpływ na optymalizację parametrów eksploatacyjnych, wytrzymałość zmęczeniową i trwałość zarówno samych silników jak również elementów napędu.
W tłokowych silnikach spalinowych najczęstszym źródłem drgań są:

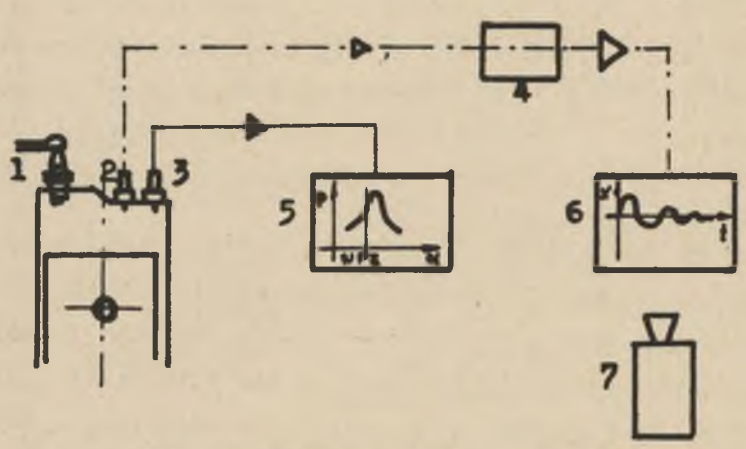
a - układ wlotowy i wylotowy
b - proces spalania
c - aparatura wtryskowa
d - układ rozrządu
e - napędy i urządzenia pomocnicze
f - układ tłokowo-korbowy

ad a

W celu zmniejszenia drgań pneumatycznych, akustycznych i mechanicznych stosuje się w układach wlotowych pochłaniacze szmerów ssania, tłumienie interferencyjne, refleksyjne i absorpcyjne. W układach wylotowych odpowiednie konstrukcje, wykładziny tłumiące oraz tłumiki spalin.

ad b

Częstotliwość drgań słupa spalin w zależności od szybkości spalania (normalne, stukowe, detonacyjne) zmienia się od wartości 200 Hz do 1800 Hz a nawet 6000 Hz. Zjawisku spalania towarzyszą różne ciśnieniowe fale wywołujące drgania i zwiększające poziom głośności, które badamy przy pomocy specjalnej aparatury.



Rys. 9. Aparatura badawcza drgań

Gdzie:

1 - świeca zapłonowa silnika
2 - stukomierz piezoelektryczny
3 - czujnik indykatora ciśnień
4 - wzmacniacz impulsów
5 - urządzenie rejestrujące indykatora
6 - spektrometr częstotliwości
7 - kamera filmowa

Zakłócenia drganiowe wynikające ze spalania są ograniczane tymi samymi metodami które przeciwdziałają spalaniu detonacyjnemu a więc przez zmianę konstrukcji komór spalania, dobór

wysokooktanowych paliw, odpowiednich parametrów eksploatacyjnych itp.

ad c

Ograniczenie drgań i hałasu aparatury wtryskowej dokonuje się przez wprowadzenie pomp wtryskowych z rozdzielaczami oraz bezkrzywkowego sterowania.

ad d

W układach rozrządu wprowadza się nowoczesne zarysy profilu krzywek zaworowych, układy kompensacyjne luzów, sterowanie hydrauliczne, tłumiki drgań sprężyn, sterowanie desmodromowe.

ad e

Przy napędach kołami zębatymi wprowadza się korygowane profile, zazębienia docierane, materiały o właściwościach tłumiących. Wprowadza się także inne sposoby przeniesienia napędu jak łańcuchy GALLa, paski zębate z tworzyw sztucznych wzmocnione włóknami szklannymi itp. Modeluje się odpowiednio przepływ powietrza w dmuchawach i sprężarkach, nadając łopatkom optymalne wielkości geometryczne i kształtu.

ad f

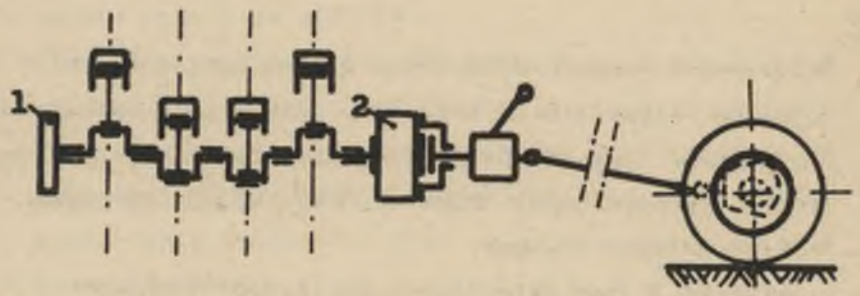
Najpoważniejszym źródłem drgań o zasadniczym wpływie na zjawiska dynamiczne silnika jest układ tłokowo-korbowy. Na wielkość jego amplitud wychyleń, prędkości, przyspieszeń i częstotliwości drgań ma wpływ wiele czynników do których głównie należą:

- materiał i jego właściwości sprężysto-tłumiące
- stan techniczny silnika
- układ cylindrów i wyważenie
- kolejność zapłonów

- konstrukcja (wielkości liniowe, kształt, sztywność itp.)
- częstotliwość sił wymuszających
- zakres obrotów
- charakterystyka dynamiczna elementów przeniesienia napędu itp.

Elementem układu tłokowo-korbowego najbardziej narażonym na drgania jest wał korbowy. Podlega on następującym rodzajom drgań:

- drgania wzdłużne, które przy poprawnej konstrukcji i starannym montażu są przejmowane przez łożysko ustalające (oporowe) tak, że ich skutki nie są niebezpieczne
- drgania poprzeczne (tzw. giętne) oddziaływujące silniej przy obrotach powyżej 5000 na minutę i luźnym pasowaniu łożysk czopów głównych wału korbowego. Przy prawidłowym montażu łożysk stanowią one naturalne węzły drgań,
- drgania skrętne są szczególnie niebezpieczne, gdyż wywołują one wzrost i koncentrację naprężeń zwłaszcza podczas rezonansu, gdy pod wpływem zmiennych sił stycznych zachodzi zgodność częstotliwości drgań własnych z drganiami wymuszonymi. Warto zauważyć, że o ile drgania wzdłużne i poprzeczne są w n turalny sposób tłumione przez łożyska,



Rys. 10. Układ korbowy z tłumikiem drgań
1 - tłumik drgań skrętnych, 2 - koło zamachowe

to drgania skrętne występują bez ograniczeń na całej długości wału. Aby temu zjawisku zapobiec w nowoczesnych szybkobieżnych silnikach samochodowych są instalowane na tzw. wolnym końcu wału korbowego tłumiki drgań skrętnych (rezonansowe, tarciowe, dynamiczne, hydrauliczne).

4. ANALIZA DRGAŃ SKRĘTNYCH WAŁÓW KORBOWYCH

W powstawaniu drgań skrętnych wałów biorą udział siły styczne będące wynikiem działania ciśnienia spalin oraz bezwładności mas wykonujących trzy rodzaje ruchów:

- posuwisto zwrotny (tłoki, pierścienie, sworznie, tulejki korbowodowe, pierścienie SEGERa)
- obrotowy (wał korbowy, koło zamachowe, koła zębate)
- złożony (korbowody)

Aby drgania te dobrze poznać i skutecznie zwalczać należy odpowiedzieć na następujące problemy:

a) jaka jest częstotliwość drgań własnych silnika?
b) czy zachodzi rezonans tych drgań z częstotliwością drgań wymuszonych silnika w zakresie jego eksploatacyjnych obrotów?
c) jaka jest wartość przyrostu naprężeń spowodowana drganiami rezonansowymi?
d) jakie są możliwości modulacji częstotliwości?
e) czy zachodzi konieczność instalowania tłumika drgań czy też zmian konstrukcji układu tłokowo-korbowego w celu skorygowania jego sztywności (zmiana rozkładu mas, materiału, kształtu itp.)

Najczęściej wystarczy odpowiedzieć jedynie na problemy postawione w pkt. a) i b)

ad a

Aby wyznaczyć częstotliwość drgań własnych skrętnych silnika należy:

- dokonać redukcji wszystkich mas, zastępując je np. masami skupionymi na wspólnym promieniu, wykonującymi ruch obrotowy i doznającymi pod wpływem przyspieszeń kątowych tych samych momentów skręcających,
- dokonać redukcji długości wału korbowego zastępując wykorbienia wałem gładkim o takiej samej sztywności. Pomocne są tu wzory empiryczne TIMOSZENKI, KER WILSONa, CARTERa i innych,
- dokonać obliczeń drgań własnych metodami:
  - analitycznymi (np. HOLZER-TOLLE, PORTERa, LAGRANGEa)
  - wykreślno-analit. (np. KUTZBACH-BARANOWA, WAIMANa)
  - analitycznymi zaprogramowanymi dla maszyn cyfrowych
  - badawczymi na maszynach analogowych.

Obliczone wartości częstotliwości drgań własnych ze względu na konieczne uproszczenia są przybliżone w stosunku do wartości zmierzonych co ilustruje tablica 5.

Tablica 5

Częstotliwość drgań własnych silnika

Wielkość	Ozn.	Wymiar	Silnik			Uwagi
			S-15	S-21	S-53	
Częstotliwość drgań własnych	ω	Hz	359÷416	477÷529	248÷239	Oblicz.
Częstotliwość drgań własnych	ω	Hz	342	420	229	Zmierz.
Obr. rezonansowe	n_r	min^{-1}	2730	3100	2290	Zmierz.

5. SKUTKI DZIAŁANIA DRGAŃ

5.1. Na konstrukcję

Różne rodzaje drgań wywołują ujemny wpływ na konstrukcję pojazdu a w szczególności:

- psują czynności regulacyjne
- zwiększają zużycie elementów
- powiększają nadmiernie luzy
- powiększają zużycie paliwa i oleju
- są powodem niesprawności, uszkodzeń i awarii
- obniżają bezpieczeństwo jazdy.

5.2. Na człowieka

Wpływ drgań na człowieka może mieć działanie o charakterze:

a - fizykalnym

b - fizjologicznym

c - psychologicznym

ad a

Działanie wychyleń, prędkości i przyspieszeń na człowieka jest powodem powstania różnych zakłóceń motorycznych np. manualnych, obserwacji, koncentracji a niejednokrotnie uszkodzeń mechanicznych.

ad b

Objawia się zmianą normalnych parametrów krwi, oddechu, bioprądów itp., wywołujących zmęczenie, osłabienie, nudności, bóle, omdlenie.

ad c

Wywołuje różne stany apatii lub agresywności, lęku lub brawury, senności lub rozdrażnienia, przyhamowań jak brak refleksu, krytycyzmu itp.

Należy pamiętać, że wrażliwość i odporność organizmu ludzkiego na drgania jest różna w zależności od osobnika a nawet jego aktualnej dyspozycji fizjologiczno-psychicznej zależnej od wielu czynników.
Ogólnie można przyjąć, że:

- drgania o niskich częstotliwościach rzędu 0,5 Hz są odczuwalne na skutek podrażnienia wegetatywnego układu nerwowego ruchami wnętrzności co objawia się symptomami podobnymi do "choroby morskiej"
- częstotliwości rzędu 1÷2 Hz odpowiadają częstotliwościom ludzkich kroków i choć są wyczuwalne jednak nie wywołują ujemnych skutków
- drgania o wysokich częstotliwościach są niebezpieczne jedynie w zakresie rezonansów z częstotliwościami drgań własnych poszczególnych narządów np. 5 Hz dla klatki piersiowej i brzucha itd.
- w miarę wzrostu częstotliwości maleje wrażliwość organizmu ludzkiego.

Wpływ wychyleń, prędkości i przyspieszeń należy rozpatrywać uwzględniając ich częstotliwość i czas działania a ponadto kierunek działania, który może być:
- pionowym
- poziomym (wzdłużnym i poprzecznym)

przy różnych położeniach ciała ludzkiego:
- stojącym
- siedzącym
- leżącym.

Ze względu na powyższe problemy oraz brak jednolitych kryteriów porównawczych wpływ tych wielkości trudno jest ocenić.

Jako kryterium proponuje się tzw. "próg odczuwania" który zaczyna się dla:

a - prędkości od $4.10^{-4}\ \frac{m}{s}$

b - przyspieszeń od $0,8.10^{-2}\ \frac{m}{s^2}$

lub dla jazdy:

- długotrwałej do $2,0\ \frac{m}{s^2}$

- krótkotrwałej do $5,0\ \frac{m}{s^2}$

6. HAŁAS

Przez hałas rozumiemy przykry dźwięk lub falę ciśnień o zakresie częstotliwości wykrywanych przez ucho ludzkie, które spełnia rolę skomplikowanego czujnika drgań rejestrującego częstotliwości w zakresie 20 do 16000 Hz.

Zespołami i elementami pojazdu wytwarzającymi hałas są najczęściej koła zębate, przemiany czynnika w cylindrze, układ rozrządu, wentylator itp.

Hałas (jego poziom głośności) określa się najczęściej w tzw. skali decybelowej - d B (j.t. jednostka względnego natężenia dźwięku), który w pojazdach samochodowych przyjmuje następujące dopuszczalne wartości:

Tablice 6

Dopuszczalne wartości hałasu pojazdów samochodowych

Rodzaj hałasu	Wymiar	Samochody		
		Osobowe	Ciężarowe	Autobusy
Zewnętrzny	dB_A	83	85	88
Wewnętrzny	dB_A	80	85	85

W celu obniżenia poziomu głośności pojazdów stosuje różne środki zaradcze jak:

- pochłaniacze szmerów ssania
- tłumiki spalin
- materiały, wykładziny, powłoki tłumiące
- lepszy dobór różnych parametrów ruchu (luzy, prędkości, przyspieszenia itp.)
- większa dokładność obróbki (docieranie)
- lepsza konstrukcja, montaż i olejenie.

Zależność hałasu od stanu technicznego pojazdu a także odchyłek różnych parametrów od przebiegów normalnych wykorzystuje się obecnie coraz bardziej w akustycznych metodach badawczych diagnostyki samochodowej.

LITERATURA

[1] JĘDRZEJOWSKI J.: Mechanika Układów Korbowych Silników Samochodowych Wydanie 1, WKŁ Warszawa 1965

[2] ZIEMBA S.: Analiza Drgań,, Wydanie 1, PWN. Warszawa 1957,

[3] SZAWŁOWSKI K.: Drgania Skrętne Wałów Korbowych Skrypt Politechniki Krakowskiej Kraków 1957.

[4] TEISSEYRE A.: Dynamika Układów Korbowych Maszyn Tłokowych Część II, Wydania 1, PWN, Wrocław 1953.

[5] Techniczny Poradnik Samochodowy, Część II, Wydanie 1, WNT, Warszawa 1962.

[6] Technika Motoryzacyjna.

КОЛЕБАНИЯ В МОТОРИЗАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

Р е з ю м е

Цель статьи - познакомить с видами колебаний, выступающих моторизационной технике, а также их влиянием на конструкцию и человека.

VIBRATIONS IN THE TECHNOLOGY OF MOTORIZATION

S u m m a r y

It is the aim of this paper to represent all the kinds of vibrations occuring in the technology of motorization and to discuss their influence on the construction of engines and on man.