

# Diagnozowanie układu jezdnego pojazdu samochodowego (cz. 2)

data aktualizacji: 2021.09.13



Oznakowanie umieszczone na boku opony napędowej X Energy Savergreen pojazdu ciężarowego (źródło: Michelin)

**W części pierwszej artykułu („Nowoczesny Warsztat” nr 5/2021) przedstawiliśmy strukturę układu jezdnego pojazdu oraz zakres jego diagnozowania i kryteria oceny stanu technicznego. W tej części opisujemy metody jego diagnozowania.**

Do oceny stanu technicznego układu jezdnego samochodu stosuje się następujące metody:

- organoleptyczne,
- przyrządowe,
- trakcyjne.

## **1. Metody organoleptyczne**

Metody organoleptyczne polegają na wykonaniu oględzin zewnętrznych układu jezdnego, ocenie wartości luzów w poszczególnych parach kinematycznych (np. w łożyskach piast kół, sworzniach zwrotnicy) i ocenie hałaśliwości pracy piast kół.

### **1.1. Oględziny zewnętrzne**

Podstawowym celem oględzin zewnętrznych układu jezdnego jest sprawdzenie jego kompletności, pewności połączeń i stanu zewnętrznego elementów. Pęknięcia oraz nadmierne zużycie i widoczne odkształcenia elementów, wycieki smaru z piast kół są niedopuszczalne.

Podczas oględzin kół jezdnych należy zwrócić uwagę na:

- zgodność użytych opon i obręczy z wymaganiami producenta pojazdu,
- prawidłowość wzajemnego ułożenia opon i obręczy po zmontowaniu,
- głębokość rzeźby bieżnika,
- charakter zużycia bieżnika,
- liczbę, wymiary i rozmieszczenie uszkodzeń na obwodzie opon,
- uszkodzenia i deformacje obręczy i tarcz kół.

Dobór właściwego ogumienia jest bardzo istotną sprawą dla bezpieczeństwa, komfortu i ekonomiczności eksploatacji pojazdu. Dlatego na każdej oponie umieszczone jest trwałe oznakowanie (rys. 1 i 2) zawierające informacje umożliwiające dokonanie wyboru optymalnych opon do pojazdu w przewidywanych warunkach eksploatacji. Oceniając prawidłowość doboru ogumienia dla danego samochodu, trzeba sprawdzić nie tylko zgodność wymiarową, ale również konstrukcję opony, jej nośność, zakres dopuszczalnej prędkości i rodzaj bieżnika. Istotna jest także data produkcji.

Zgodnie z wymaganiami norm międzynarodowych podstawowe oznakowanie opony powinno zawierać następujące elementy (rys. 3).

1. Określenie rozmiaru i konstrukcji opony, na przykład:

a/b	c	d
140/70	-	18
8,5	B	17,5
315/80	R	22,5

gdzie:

a - szerokość przekroju poprzecznego opony [mm lub cale];

b - wskaźnik profilu, czyli stosunek wysokości przekroju do szerokości przekroju poprzecznego opony [%];

c - kod konstrukcji opony: kreska lub D - opona diagonalna, B - opona diagonalna z opasaniem, R - opona radialna;

d - średnica osadzenia opony na obręczy (cale).

2. Indeks nośności koła - LI (Load Index) - podawany kodem cyfrowym (tabela 1), określający dopuszczalne obciążenie opony przy maksymalnej prędkości i ciśnieniu. Na przykład wartość 94 odpowiada nośności 670 kg. Na oponach do samochodów dostawczych i ciężarowych podaje się dwie wartości indeksu nośności (np. 154/150). Pierwsza (154) jest nośnością opony na kole pojedynczym (3750 kg), a druga (150) oznacza nośność tej samej opony zamontowanej na kołach bliźniaczych (3350 kg). Nośność opony może być również opisana liczbą PR (Ply Rating), która określa umowną liczbę warstw kordu bawełnianego odpowiadającą wytrzymałości osnowy oznakowanej opony (np. 14 PR).

3. Symbol dopuszczalnej prędkości - SI (Speed Index) - podawany kodem literowym (tabela 2), określa maksymalną prędkość, przy której może być eksploatowana opona. Na przykład symbol M oznacza maksymalną prędkość eksploatacji opony 130 km/h, T - 190 km/h, V - 240 km/h.

4. Określenie charakterystyki ogumienia, na przykład Tubetype, Tubeless - opona odpowiednio dętka i bezdętka, Inside (Interior) i Outside (Exterior) - wewnętrzna i zewnętrzna strona pojazdu dla opony z bieżnikiem asymetrycznym, Rotation - kierunek obrotu koła (oznaczenie często wspomaganie znakiem strzałki), Regroovable - opona przeznaczona do pogłębiania rzeźby bieżnika, Retreaded - opona bieżnikowana, Radial - dodatkowe oznaczenie opony radialnej, All Steel lub

Monoply - opona całostalowa jednowarstwowa, M+S - specjalne właściwości mieszanki gumowej i bieżnik błotno-śniegowy, DOT - opona spełnia zalecenia ministerstwa transportu USA.

Inne oznaczenia i napisy umieszczane na boku opony to: symbol rzeźby bieżnika, znak homologacji, nazwa handlowa, nazwa producenta, miejsce umieszczenia wskaźnika zużycia bieżnika opony - TWI (Tread Wear Indicator) i inne (np. opis budowy osnowy i opasania, wartości dopuszczalnego ciśnienia, kod daty produkcji).

Indeks nośności	Nośność [kg]	Indeks nośności	Nośność [kg]	Indeks nośności	Nośność [kg]	Indeks nośności	Nośność [kg]
60	250	88	560	116	1250	144	2800
61	257	89	580	117	1285	145	2900
62	265	90	600	118	1320	146	3000
63	272	91	615	119	1360	147	3075
64	280	92	630	120	1400	148	3150
65	290	93	650	121	1450	149	3250
66	300	94	670	122	1500	150	3350
67	307	95	690	123	1550	151	3450
68	315	96	710	124	1600	152	3550
69	325	97	730	125	1650	153	3650
70	335	98	750	126	1700	154	3750
71	345	99	775	127	1750	155	3850
72	355	100	800	128	1800	156	4000
73	365	101	825	129	1850	157	4125
74	375	102	850	130	1900	158	4250
75	387	103	875	131	1950	159	4375
76	400	104	900	132	2000	160	4500
77	412	105	925	133	2060	161	4625
78	425	106	950	134	2120	162	4750
79	437	107	975	135	2180	163	4875
80	450	108	1000	136	2240	164	5000
81	462	109	1030	137	2300	165	5150
82	475	110	1060	138	2360	166	5300
83	487	111	1090	139	2430	167	5450
84	500	112	1120	140	2500	168	5600
85	515	113	1150	141	2575	169	5800
86	530	114	1180	142	2650	170	6000
87	545	115	1215	143	2725		

Tabela 1. Wybrane indeksy nośności koła (LI) i odpowiadające im nośności opon

Kod daty produkcji (numer opony) zawiera kolejny tydzień roku produkcji i ostatnią lub dwie ostatnie cyfry roku produkcji. Dlatego na każdej oponie występuje trzycyfrowe lub czterocyfrowe oznaczenie daty produkcji umieszczone na owalnym polu, gdzie pierwsze dwie cyfry oznaczają kolejny tydzień roku, a trzecia (lub trzecia i czwarta) końcówkę roku produkcji (np. 1914 oznacza 19. tydzień 2014 roku - rys. 4).

W Polskich Normach przewidziano następujące najważniejsze rodzaje rzeźb bieżnika i ich symbole: D - drogowa, T - terenowa, U - uniwersalna, S - specjalna, ANP - prowadząca, AN - napędowa oraz AM - nośna.

Przykładowe oznaczenie opony zimowej tzw. symbolem alpejskim (płatek śniegu umieszczony na tle trzech szczytów górskich) oraz opony samonośnej typu RunOnFlat (umożliwiającej jazdę po przebicciu) przedstawiono na rysunku 5.

Producenci opon podają w katalogach firmowych wykazy obręczy zalecanych i dopuszczalnych dla każdego rozmiaru opony. Eksploatacja opony na innej obręczy jest niedopuszczalna i może być niebezpieczna dla użytkownika.

Oznaczenie obręczy jest znormalizowane. To podstawowe składa się z liczby, litery, znaku łączącego i kolejnej liczby. Na przykład oznaczenie 6,50 J x 16 H2 zawiera następujące informacje: pierwsza liczba (6,50) oznacza szerokość wnęki obręczy w calach; litera (J) – typ obrzeża (również jego wysokość); znak (x) – obręcz z wgłębieniem montażowym, a znak (-) obręcz płaską; liczba (16) określa średnicę obręczy w calach. Na obręczy mogą występować dodatkowe oznaczenia informujące o ukształtowaniu powierzchni osadzenia (H2 – podwójne wygarbienie).

Liczby wchodzące w skład oznaczenia wymiarowego opon i obręczy określają ich wymiary w sposób przybliżony. Dokładne wymiary opon i obręczy oraz wartości dopuszczalnych obciążeń i maksymalnych prędkości opon, odpowiadające poszczególnym oznaczeniom, są podawane w normach i katalogach fabrycznych.

Oprócz umiejętności scharakteryzowania opony i obręczy na podstawie ich oznakowania diagnosta powinien umieć ocenić charakter zużycia ogumienia, gdyż na tej podstawie można wnioskować o stanie technicznym układu jezdnego, zawieszenia i układu kierowniczego.

Indeks prędkości	Dopuszczalna prędkość [km/h]	Indeks prędkości	Dopuszczalna prędkość [km/h]	Indeks prędkości	Dopuszczalna prędkość [km/h]
B	50	K	110	S	180
C	60	L	120	T	190
D	65	M	130	U	200
E	70	N	140	H	210
F	80	P	150	V	240
G	90	Q	160	W	270
J	100	R	170	Y	300

Tabela 2. Przykładowe indeksy literowe (SI) dopuszczalnych prędkości opon

Nierównomierne zużycie bieżnika opony wskazuje na występowanie następujących nieprawidłowości (rys. 6):

- za niskie ciśnienie powietrza w ogumieniu (a),
- za wysokie ciśnienie powietrza w ogumieniu (b),
- za mały kąt pochylenia koła (c),
- za duży kąt pochylenia koła (d),
- za małą zbieżność kół (e),
- niewyważenie statyczne koła (f),
- niewyważenie dynamiczne koła (g).

## 1.2. Kontrola luzów w poszczególnych parach kinematycznych

Należy podnieść badany pojazd, uchwycić koło oburącz u góry i u dołu opony i próbować je poruszyć poprzecznie do pojazdu:

- ruchy zwrotnicy względem elementów osadzenia sworznia zwrotnicy wskazują na występowanie nadmiernego luzu w łożyskach sworznia zwrotnicy;
- ruchy wahaczy względem belki zawieszenia lub łącznika wahaczy świadczą o istnieniu nadmiernych luzów w zawieszeniu;
- ruchy bębna lub tarczy względem zwrotnicy świadczą o istnieniu nadmiernych luzów

w łożyskach piasty koła.

Luzy w łożyskach piast kół nienapędzanych można również ocenić na podstawie oporu przy obracaniu kół. Jeżeli wartość luzu jest właściwa, to uniesione koło obrócone ręką (jednorazowy impuls) powinno wykonać  $8 \div 10$  obrotów.

Oceny luzów w poszczególnych parach kinematycznych najlepiej dokonać za pomocą urządzenia do wymuszania szarpnięć koła jezdnego, nazywanego detektorem luzów lub szarpakiem. Wspomaga ono diagnostę w organoleptycznym wykrywaniu luzów w połączeniach układów podwozia.

### **1.3. Ocena hałaśliwości pracy piast kół**

Wystąpienie hałasu podczas obracania koła jezdnego wskazuje na uszkodzenie łożysk piasty lub pierścienia uszczelniającego. Wprawione w ruch koło jezdne powinno obracać się swobodnie, bez zacięć.

## **2. Metody przyrządowe**

Metody przyrządowe weryfikacji stanu technicznego układu jezdnego sprowadzają się do oceny bicia promieniowego i osiowego obręczy i opony, oceny niewyważenia i ewentualnego wyważenia kół jezdnych.

### **2.1. Sprawdzenie promieniowego i osiowego bicia kół**

Bicie koła jezdnego sprawdza się przed jego wyważaniem. Polega ono na określeniu ewentualnych odchyłek od kształtu kołowego kompletnego koła mierzonego na oponie i obręczy (bicie promieniowe) oraz określeniu ewentualnego odchylenia boku koła mierzonego na oponie i obręczy od płaszczyzny prostopadłej do osi obrotu (bicie osiowe).

Czynności te można przeprowadzić za pomocą rysika zamocowanego na podstawce lub przyrządu z czujnikiem zegarowym. Rozwiązania konstrukcyjne nowoczesnych wyważarek komputerowych umożliwiają automatyczny pomiar bicia opony i obręczy.

Na rysunku 7 przedstawiono schemat pomiaru bicia koła jezdnego. Bicie koła przekraczające dopuszczalne wartości wskazuje na wady opony, wady jej montażu lub zdeformowanie obręczy (tarczy) koła. Bicie opony może być również spowodowane zawulkanizowanymi uszkodzeniami ogumienia.

### **2.2. Ocena niewyważenia kół jezdnych**

#### 1) Istota i rodzaje niewyważenia

Niewyważeniem koła jezdnego nazywa się taki stan, w którym jego masa jest rozłożona niesymetrycznie względem osi obrotu. Wyróżnia się dwa rodzaje niewyważenia kół jezdnych: statyczne i dynamiczne. W praktyce najczęściej oba rodzaje występują jednocześnie.

Niewyważenie statyczne występuje wówczas, gdy oś obrotu koła i jego główna oś bezwładności nie pokrywają się, ale są do siebie równoległe. W przypadku niewyważenia dynamicznego oś obrotu koła i jego główna oś bezwładności przecinają się w środku masy koła.

Niewyważenie statyczne powoduje podczas ruchu koła jezdnego powstanie siły odśrodkowej  $F_n$  o wartości:

$$F_n = m_k r \omega^2$$

gdzie:

$m_k$  - masa koła,

$r$  - odległość środka masy koła od osi obrotu,

$\omega$  - prędkość kątowna koła.

Siła odśrodkowa pochodząca od niewyważenia statycznego wywołuje drgania koła w kierunku prostopadłym do jego osi obrotu oraz okresowo zmienne (co  $\frac{1}{2}$  obrotu) dociążanie łożysk piasty koła,

elementów zawieszenia oraz opony, co znacznie przyspiesza ich zużycie.

Wyważanie statyczne (tzn. usuwanie niewyważenia statycznego) polega na umieszczeniu na obrzeżu obręczy dodatkowego ciężarka wyważającego (rys. 8) o takiej masie i w takim miejscu, aby działająca na niego siła odśrodkowa ( $F_s$ ) równoważyła siłę odśrodkową wywołaną niewyważeniem:

$$F_s = mS r \omega^2$$

gdzie:

$mS$  - masa ciężarka,

$r$  - promień obrzeży obręczy,

$\omega$  - prędkość kątowa koła.

W takim przypadku, to jest po wyważeniu, środek masy koła ( $S$ ), wraz z ciężarkiem, będzie położony na osi obrotu.

Zgodnie z normą BN-75/3621-01 miarą niewyważenia statycznego jest iloczyn masy ciężarka wyważającego  $mS$  [g] oraz odległości  $r$  [cm] jego środka masy od osi obrotu (promień obrzeży obręczy koła).

Niewyważenie statyczne, wywołujące pionowe drgania koła, można usunąć bez konieczności wprawiania koła w ruch obrotowy. Ułożyskowane koło ustawi się w taki sposób, że najcięższy jego punkt zajmie położenie najniższe. Ciężarki wyważające należy wówczas umieścić naprzeciwko najcięższego punktu. Masę ciężarków dobiera się tak, aby koło pozostawało nieruchome w każdym położeniu.

Niewyważenie dynamiczne powoduje podczas jazdy powstawanie momentów od sił odśrodkowych, które wywołują drgania koła w kierunku równoległym do jego osi oraz okresowo zmienne (co  $\frac{1}{2}$  obrotu) dociążanie łożysk piasty koła, elementów zawieszenia i układu kierowniczego. W miarę powiększania się luzu w zawieszeniu koła i łożyskach rośnie amplituda poprzecznych ruchów koła, wzrastają też dynamiczne obciążenia wszystkich współdziałających z nim elementów oraz nierównomierne zużywanie się opony.

Wyważanie dynamiczne (tzn. usuwanie niewyważenia dynamicznego) polega na umieszczeniu na obrzeżach obręczy dwóch ciężarków (rys. 9) o takich samych masach oraz w taki sposób, aby działające na nie siły odśrodkowe wywołały momenty wyważające ( $M_d$ ) znoszące działanie momentów od niewyważenia.

$$M_d = F_d b = m_d r \omega^2 b$$

gdzie:

$F_d$  - siła odśrodkowa działająca na ciężarek,

$b$  - odległość płaszczyzn obrzeży,

$m_d$  - masa jednego ciężarka,

$r$  - promień obrzeży obręczy,

$\omega$  - prędkość kątowa koła.

W tym celu ciężarki mocuje się po obu stronach koła, symetrycznie względem jego środka ( $O$ ).

Niewyważenie dynamiczne, powodujące głównie poziome drgania koła (dla zawieszenia tylnego sztywnego - drgania pionowe), usuwa się po wprawieniu koła w ruch obrotowy w wyniku równoważenia ciężarkami powstających wówczas sił i momentów.

Zgodnie z wymienioną normą miarą niewyważenia dynamicznego jest iloczyn masy  $m_d$  [g] jednego z dwóch jednakowych ciężarków wyważających oraz odległości  $b$  [cm] pomiędzy płaszczyznami obrzeży obręczy (płaszczyznami korekcji).

Szpeciallynie niekorzystny i najczęściej występujący jest przypadek jednoczesnego występowania niewyważenia statycznego i dynamicznego. Wówczas usuwa się najpierw niewyważenie statyczne, a następnie dynamiczne lub stosuje się inne procedury wyważania, na przykład wyważanie w dwóch

płaszczyznach korekcji - układ trzech ciężarków wyważających można zastąpić dwoma ciężarkami o różnych masach, leżącymi po obu stronach koła, niesymetrycznie względem jego środka (O).

## 2) Przyczyny niewyważenia kół jezdnych

Przyczynami niewyważenia kół jezdnych mogą być:

- błędy wykonawcze opony, obręczy lub piasty (nierównomierne rozłożenie masy z powodu odchyłeń od wymiarów nominalnych),
- niejednorodność materiału (niejednakowa gęstość w różnych miejscach),
- nierównomierne zużycie bieżnika na obwodzie opony,
- naprawa ogumienia (wulkanizacja),
- niewłaściwy montaż (nieprawidłowe ułożenie opony na obwodzie obręczy),
- uszkodzenie koła (zużycie otworów mocowania koła, deformacja obręczy/tarczy, pęknięcie osnowy opony).

## 3) Objawy i skutki niewyważenia

Łatwo zauważalnymi objawami niewyważenia kół jezdnych są:

- drgania kół (zwłaszcza przy większych prędkościach jazdy),
- zmiana kątów ustawienia kół i luzowanie się złączy,
- nierównomierne zużywanie się bieżnika ogumienia.

Drgania kół występują szczególnie intensywnie po przekroczeniu prędkości jazdy 60 km/h.

W przypadku niewyważenia kół kierowanych drgania są przenoszone na mechanizm zwrotniczy i kierowniczy, przez co są wyraźnie wyczuwalne na kole kierownicy. Niewyważenie kół tylnych objawia się miarowym odgłosem w tyle samochodu oraz drganiem całego nadwozia.

Drgania te powodują zmiany obciążenia elementów pojazdu i są przyczyną jego intensywniejszego zużycia, zwłaszcza łożyskowania kół, elementów zawieszenia, przegubów oraz przekładni kierowniczej i opon. Oprócz tego drgania oddziałują na kierowcę i pasażerów, zmniejszają komfort jazdy i przyspieszają zmęczenie, co w przypadku kierowcy ma wpływ na bezpieczeństwo jazdy.

Innym objawem niewyważenia kół jest charakterystyczne zużywanie się bieżnika na obwodzie opon. Podczas oględzin widoczne są miejsca mniejszego i większego zużycia bieżnika (patrz rys. 6). Objaw ten może wystąpić dostatecznie wyraźnie dopiero po przebiegu kilku tysięcy kilometrów. To nierównomierne i przyspieszone zużycie ogumienia ma duży wpływ na bezpieczeństwo jazdy i koszty eksploatacji samochodu.

### 3. Metody trakcyjne (próba drogowa)

Jazda próbna i obserwacja zachowania się samochodu na drodze mają znaczenie uzupełniające do określenia stanu technicznego układu jezdnego. Wystąpienie drgań i hałasu świadczy o nadmiernych luzach między elementami układu jezdnego lub o niewyważeniu kół. W przypadku skrzywienia osi przedniej w płaszczyźnie poziomej samochód ma skłonność do skręcania, a prowadzenie pojazdu jest utrudnione.

dr inż. Kazimierz Sitek

#### Literatura

1. Bocheński C. (red.): *Badania kontrolne samochodów*. WKŁ, Warszawa 2000.
2. Kubiak P., Zalewski M.: *Pracownia diagnostyki pojazdów samochodowych*. WKŁ, Warszawa 2012.
3. *Katalogi producentów ogumienia samochodowego*.

Źródło: