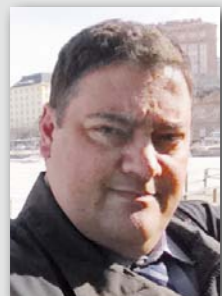


Amortyzatory w pojazdach drogowych (cz.VII)

Elementy sprężyste zawieszzeń (cz.II)



CARLOS PANZIERI

KONSULTANT TECHNICZNY
EMMETEC

W POPRZEDNIM ODCINKU TEGO CYKLU ARTYKUŁÓW OMÓWIONE ZOSTAŁO DZIAŁANIE ELEMENTÓW SPRĘŻYSTYCH SAMOCHODOWYCH ZAWIESZEŃ. TERAZ ZAJMIEMY SIĘ ZASADAMI ICH DOSTOSOWYWANIA DO CHARAKTERYSTYKI UŻYTEGO AMORTYZATORA



RYS. 1. AMORTYZATOR DWURURKOWY Z REGULOWANĄ WYSOKOŚCIĄ I CHARAKTERYSTYKĄ, WYPOSAŻONY W SPRĘŻYNĘ ORAZ HELPER EMMETEC

Kompletny amortyzator (rys. 1) przeznaczony do zastosowań seryjnych lub wyczynowych wyposażony być powinien w następujące akcesoria (od góry): kielich oporowy sprężyny, sprężynę główną, prowadnicę łączącą sprężynę główną z pomocniczą lub sprężyną typu helper, odbojnik, gwintowany korpus amortyzatora, nakrętkę i przeciwnakrętkę.

Kielich oporowy kolumny McPhersona musi być bardzo wytrzymały, ponieważ przenosi w przybliżeniu czwartą część sił działających pomiędzy masą



RYS. 3. PROWADNICA MUSI ŚCIŚLE PRZYLEGAĆ DO SPRĘŻYNY NA DŁUGOŚCI 10-15 MM



RYS. 4. NAKRĘTKA I PRZECIWNAKRĘTKA NA KORPUSIE Z GWINTEM TRAPEZOWYM 4 MM



RYS. 5. NAKRĘTKA SAMOZACISKOWA NA KORPUSIE Z GWINTEM DROBNOZWOJOWYM M52X1,5



RYS. 6. ŁOŻYSKO OPOROWE EMMETEC UMIESZCZONE MIĘDZY NAKRĘTKĄ A SPRĘŻYNĄ

pojazdu a podłożem. Może być cieńszy, szeroki i płaski (rys. 2) tylko wówczas, gdy amortyzator współpracuje z wahaczami wzdłużnymi, drążkami skrętnymi lub elementami typu multi-link).

Prowadnica łącząca sprężyny (rys. 3) musi prowadzić je w kierunku poprzecznym co najmniej na odcinku 10-15 mm i nie może mieć ostrych krawędzi uszkadzających powierzchnie współpracujących części.

Nakrętka i przeciwnakrętka mogą być zastąpione jedną nakrętką samozaciskową. W przypadku pojazdów terenowych ma ona gwint trapezowy 4 mm (rys. 4), a w pojazdach szosowych gwint o drobny skok, zazwyczaj M52x1,5 (rys. 5).

W McPhersonach, między dolną sprężyną a nakrętką, zaleca się umieszczenie łożyska oporowego (rys. 6), które umożliwia kątowy obrót amortyzatora względem otaczającej go sprężyny. Łożyska oporo-

we należy okresowo wymieniać ze względu na ich ograniczoną żywotność.

Sprężyna główna (rys. 7) przenosi pionową wypadkową wszystkich sił masowych przypadających na dane koło, więc musi mieć znaczną sztywność.

Sprężyna o nazwie helper (rys. 8) ma krótszy skok i jest stosunkowo miękka, ponieważ jej zadanie polega na elastycznym kompensowaniu drobnych nierówności nawierzchni. Do jej wykonania



RYS. 7. ZAGIĘTE I PRZESZLIFOWANE KOŃCE SPRĘŻYNY GŁÓWNEJ EMMETEC UMOŻLIWIĄJĄ OPTYMALNE JEJ PRZYLEGANIE DO NAKRĘTEK I KIELICHÓW



RYS. 8. HELPER EMMETEC DO ŁĄCZENIA ZE SPRĘŻYNĄ GŁÓWNA

używa się przeważnie prętów o przekroju prostokątnym, by uniknąć krzyżowania się ściskanych zwojów.

Sprężyny do samochodów wyczynowych poruszających się po gładkich nawierzchniach mają zwoje o średnicy wewnętrznej 60 mm (przy amortyzatorach jednorurkowych 40 lub 41 mm). W samochodach terenowych i uczestniczących w rajdach szutrowych amortyzatory mają grubość 50 lub 51 mm, więc stosuje się wraz z nimi sprężyny o średnicy wewnętrznej 70 mm. Emmetec oferuje wszystkie rodzaje wymienionych tu elementów sprężystych, a także stół testowy 99-966 (rys. 9) do pomiarów ich sztywności.

Sprężysta praca zawieszzeń

Na pierwszym z załączonych wykresów (rys. 10) mamy do czynienia z następującą sytuacją:

- ▶ w pojeździe z przednim napędem wartość masy resorowanej przypadającej na każde przednie koło wynosi 350 kg;
- ▶ przednie zawieszenie jest typu McPherson i posiada tylko jedną sprężynę o sztywności wzdłużnej 175 Kg/cm;
- ▶ po podniesieniu przedniej osi pojazdu kolumny McPhersona rozciągają się całkowicie, a wstępne napięcie sprężyny jest wówczas równe zero (PC=0), podobnie jak jej skok jałowy (CV=0).

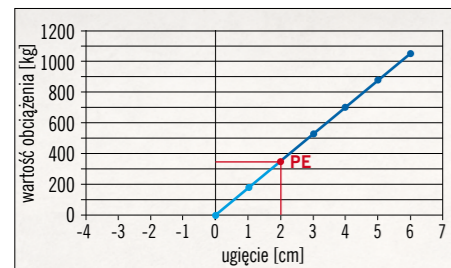
Gdy samochód stoi na kołach, na każdą sprężynę działa ciężar 350 Kg uginając ją



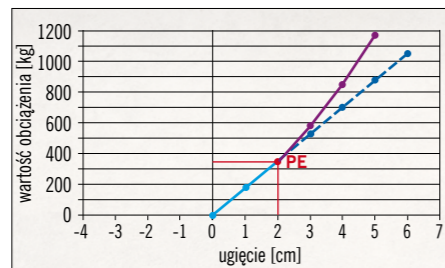
RYS. 9. STÓL EMMETEC 99-966 DO ELEKTRONICZNEGO BADANIA CHARAKTERYSTYK SPRĘŻYN

o 2 cm, aż do osiągnięcia Punktu Równowagi (PE). Na wykresie kolorem błękitnym zaznaczono odcinek skoku sprężyny rozciągniętej (2 cm), natomiast granatowym odcinek skoku w trakcie ściskania.

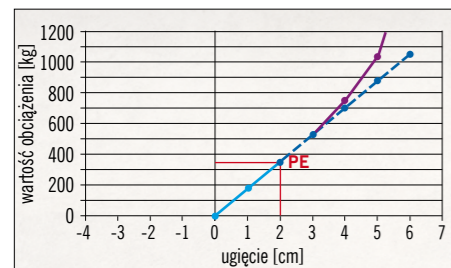
Pojazd z opisanym wyżej zawieszeniem wykazuje na torze silne wahania ugięcia sprężyn w trakcie hamowania, →



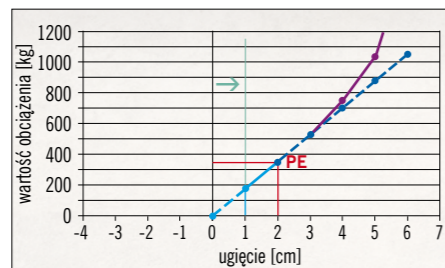
RYS. 10. CHARAKTERYSTYKA SPRĘŻYNY O SZTYWNOŚCI $K = 175 \text{ KG/CM}$ PRACUJĄCEJ BEZ WSTĘPNEGO NAPRĘŻENIA ($PC = 0$) I BEZ SKOKU JAŁOWEGO ($CV = 0$)



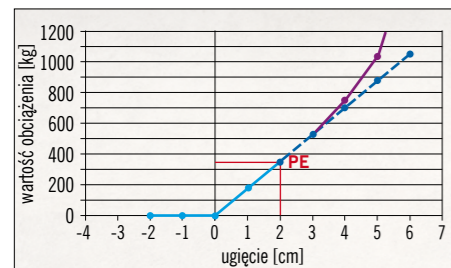
RYS. 11. CHARAKTERYSTYKA TEJ SAMEJ SPRĘŻYNY PRACUJĄCEJ WRAZ Z ODBOJNIKIEM O ZEROWYM LUZIE ($LT = 0$)



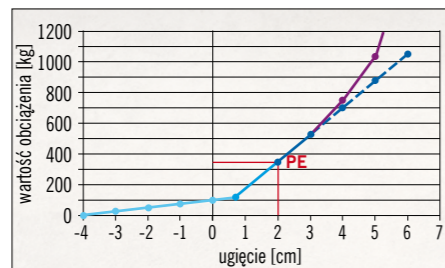
RYS. 12. CHARAKTERYSTYKA TEGO SAMEGO UKŁADU SPRĘŻYSTEGO PRZY POZOSTAWIENIU JEDNOCENTYMETROWEGO LUZU ODBOJNIKA ($LT = 1 \text{ CM}$)



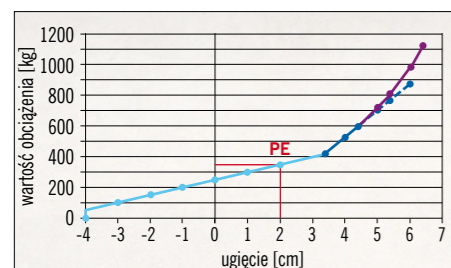
RYS. 13. CHARAKTERYSTYKA SPRĘŻYNY ZE WSTĘPNYM NAPRĘŻENIEM O JEDNOCENTYMETROWEJ STRZAŁCE UGIĘCIA ($PC = 1 \text{ CM}$)



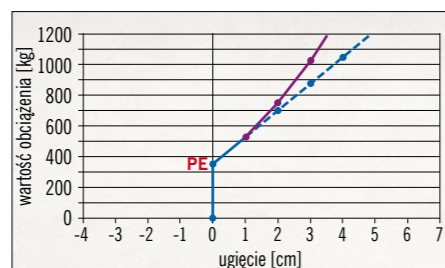
RYS. 14. CHARAKTERYSTYKA SPRĘŻYNY ZE SKOKIEM JAŁOWYM ($K = 175 \text{ KG/CM}$, $PC = 0$, $CV = 2$, $LT = 1$)



RYS. 15. CHARAKTERYSTYKA ZESPOŁU ELEMENTÓW SPRĘŻYSTYCH O SKOKU 4 CM ZŁOŻONEGO ZE SPRĘŻYNY GŁÓWNEJ I SPRĘŻYNY TYPU HELPER ODDZIAŁUJĄCEJ Z SIŁĄ $KH = 30 \text{ KG/CM}$



RYS. 16. CHARAKTERYSTYKA TEGO SAMEGO ZESPOŁU ELEMENTÓW SPRĘŻYSTYCH PO ZAMIANIE SPRĘŻYNY HELPER NA SZTYWNIĘJSZĄ $KH = 70 \text{ KG/CM}$ I ZWIĘKSZENIU SKOKU DO 6 CM



RYS. 17. CHARAKTERYSTYKA SPRĘŻYNY O WSTĘPNYM NAPRĘŻENIEM RÓWNYM CIĘŻAROWI MAS NIERESOROWANYCH

ponieważ nie zastosowano w nim odbojników. Jeśli w zawieszeniu umieścimy odbojnik, który przy pojeździe stojącym na kołach (tj. w punkcie PE) stykać się będzie bez i naprężenia wstępnego z kielichem oporowym sprężyny oraz z korpusem amortyzatora, zacznie on pracować wraz z ugięciem zawieszenia (rys. 11). Na wykresie tym linia granatowa (przerwana) zostaje zastąpiona fioletową parabolą przedstawiającą łączne działanie sprężyny i odboju.

Po parokrotnym okrążeniu toru pojazdem z zamontowanymi odbojnikami wspomniane wcześniej wahania ugięcia zawieszonych znikają. Pojawiają się jednak vibracje powodowane przemiennym ściskaniem i rozprężaniem odbojników. Ten problem rozwiązuje się skracając poprzednio użyte odbojniki o 1 cm, dzięki czemu z sąsiednimi elementami będą one współpracować z jednocentymetrowym luzem ($LT = 1$). Uzyskaną w ten sposób charakterystykę przedstawia kolejny wykres (rys. 12). Na pierwszym odcinku skoku zawieszenia działa tam sama pojedyncza sprężyna o sztywności $K = 175 \text{ Kg/cm}$ (linia niebieska), a następnie (fioletowa parabola) mamy działanie łączne sprężyny i odbojnika.

Tak przygotowany samochód dobrze wchodzi w zakręty, lecz w ich połowie nadmiernie kołysze się poprzecznie. Nie rozwiąże się tego problemu usztywniając lub wydłużając odbojniki, gdyż będzie to tylko powrót do wcześniejszych kłopotów. Wymiana sprężyny na bardziej sztywną pogarsza wchodzenie w zakręty. Pozostaje więc możliwość usztywnienia stabilizatorów, czego zabraniają niekiedy regulaminy określonych kategorii zawodów, albo całkowite zdemontowanie amortyzatora w celu wymiany jego tłoczyska na krótsze o 1 cm. Efekty tego zabiegu przedstawia następny wykres (rys. 13).

Skok zawieszenia przy jego rozciąganiu staje się wówczas o jeden centymetr mniejszy, a to odpowiednio wzmacnia siłę stabilizatora działającą na zawieszenie ściskane podczas pokonywania zakrętu i tym samym ogranicza tendencję do kołysania poprzecznego.

Po uporaniu się z opisanymi wcześniej niekorzystnymi zjawiskami ujawniać się mogą jednak jeszcze inne, na przykład niedostateczna przyczepność przednich kół napędzanych w trakcie przyspieszania na wyjściu z zakrętu. Pojazd staje się z tego powodu podsterowny i mniej intensywnie przyspiesza. Ma to związek z działaniem mechanizmu różnicowego pozbawionego samoczynnej blokady. Gdy jedno z kół napędzanych unoszone jest w górę (odciążane), drugie nie jest w stanie przekazywać dostatecznego momentu napędowego. Jeśli regulamin zawodów nie pozwala na stosowanie blokad, trzeba w amortyzatorach zamontować nowe tłoczyska o 2 cm dłuższe od oryginalnych (tj. o 3 cm dłuższe od użytych poprzednio). Równocześnie jednak nie tylko stracimy wstępne naprężenie sprężyny ($PC = 0$), ale będzie też ona mogła poruszać się między swymi punktami oporowymi z luzem 2 cm, czyli ze skokiem jałowym $CV = 2$ (rys. 14).

Tak przygotowany pojazd zachowuje się dobrze wchodząc w zakręty oraz w ich połowie zakrętu, a przyczepność kół napędzanych podczas przyspieszania lekko się poprawia przy pokonywaniu długich łuków pozostając niezmienną przy krótszych. Zawieszenie po stronie wewnętrznej zakrętu rozpręża się szybko na pierwszych 2 cm długości skoku, jednak potem już bardzo wolno, ponieważ jest ciągnięte w dół ciężarem koła oraz hamowane przez amortyzator i stabilizator. W konsekwencji przy krótkich zakrętach koło nie zdąży odzyskać dobrego kontaktu z nawierzchnią.

Przeciwdziałanie temu zjawisku polega na zastosowaniu krótszego o jeszcze 2 cm tłoczyska amortyzatora i zamontowaniu sprężyny typu helper. Jeśli ma ona sztywność $K_2 = 30 \text{ Kg/cm}$ oraz skok 4 cm, tworzy w układzie szeregowym ze sprężyną główną zintegrowany element sprężysty o sztywności:

$$K_s = (175 \cdot 30) / (175 + 30) = 5.250 / 205 = 25,6 \text{ Kg/cm.}$$

Skok przy obciążeniu 120 Kg wynosi około 4,7 cm, z czego 4 cm przypada na sprężynę helper, a 0,7 cm na sprężynę główną. Gdy obciążenie przekroczy 120 Kg, helper ulega całkowitemu ściśnięciu, a ugina się już tylko sprężyna główna (rys. 15).

Zalecenia szczególne

Kolejne modyfikacje opisane w tym artykule pozwoliły ograniczyć kołysanie poprzeczne i utratę przyczepności na zakrętach. Jest to przeważnie najlepsze rozwiązanie dla samochodów wyścigowych i rajdowych z przednim napędem, bez samoblokującego się mechanizmu różnicowego. W przypadku korzystania z takiej blokady optymalne okazuje się zawieszenie z jedną sprężyną ze wstępnym naprężeniem.

W pojazdach przygotowywanych do rajdów na nawierzchniach szutrowych i zaśnieżonych, a także terenowych za najlepsze uznać trzeba rozwiązanie ze sprężyną i Hellerem. Do zawodów na lodzie zaleca się natomiast stosować nawet twardsze i dłuższe sprężyny typu helper, pracujące także poza PE (rys. 16).

Niekiedy pożądana bywa częściowa utrata przyczepności kół nienapędzanych (przednich lub tylnych), ponieważ pomaga to zredukować podsterowność, bądź nadsterowność. Wtedy często stosuje się w zawieszeniach pojedyncze sprężyny



RYS. 18. DZIAŁANIE STABILIZATORA OGRANICZAJĄCE PRZECHYLEŃ NA ZAKRĘTACH

wstępnie naprężone, nawet do całkowitego zrównoważenia mas nieresorowanych (rys. 17). Wartości liczbowe użyte w tym wypadku mają wyłącznie charakter dowolnie wybranych przykładów. Przygotowując zgodnie z zaprezentowanymi zasadami samochód do jazdy po lodzie, należałoby z pewnością zamontować sprężyny główne o znacznie mniejszej sztywności niż podana na wykresie.

Istotny wpływ na sztywność kompletnych zawieszonych ma też inny ich element sprężysty, czyli stabilizator (rys. 18). Jest to drążek odznaczający się sprężystością skrętną. Łączy on symetryczne części wahliwe zawieszonych prawego i lewego. Podczas opisanego wcześniej skracania tłoczyska amortyzatorów, zwiększamy sztywność całych zawieszonych właśnie dzięki lepszemu wykorzystaniu stabilizatora, a nie skutkiem (jak błędnie się uważa!) wstępnego napięcia sprężyn! Ich sztywność przy takich zabiegach pozostaje niezmienna.

Należy tu również przypomnieć, że wszystkie przedstawione koncepcje modyfikacji zawieszonych znajdują zastosowanie tylko w pojazdach wyczynowych, a nie przeznaczonych do ruchu drogowego, gdzie celem najważniejszym nie są osiągi, lecz bezpieczeństwo i komfort jazdy. Cdn.

EMMETEC
WWW.EMMETEC.COM

WSZYSTKO DO REGENERACJI I PRODUKCJI AMORTYZATORÓW

dystrybucja w Polsce
FA Polska
WWW.FAPOLSKA.PL

CZĘŚCI ZAMIENNE DO AMORTYZATORÓW • SPRĘŻYNY • NARZĘDZIA I URZĄDZENIA DO PRODUKCJI I REGENERACJI AMORTYZATORÓW • STACJE ROBOCZE I STOŁY TESTOWE DO AMORTYZATORÓW • SZKOLENIA TECHNICZNE

FA Polska Sp. z o.o. • 81-531 Gdynia, ul. Wielkopolska 371 • tel. 58 350 54 10 / faks 58 351 16 06 • info@fapolska.pl • www.fapolska.pl

EMMETEC
WWW.EMMETEC.COM

WSZYSTKO DO REGENERACJI UKŁADÓW KIEROWNICZYCH

dystrybucja w Polsce
FA Polska
WWW.FAPOLSKA.PL

CZĘŚCI ZAMIENNE I ZESTAWY NAPRAWCZE DO PRZEKŁADNI KIEROWNICZYCH • PODZESPOŁY DO HYDRAULICZNYCH I ELEKTRYCZNYCH POMP WSPOMAGANIA • CZĘŚCI ZAMIENNE DO EPS-C, EPS-P I EPS-R • NARZĘDZIA, STOŁY TESTOWE I APARATURA DIAGNOSTYCZNA • SZKOLENIA TECHNICZNE

FA Polska Sp. z o.o. • 81-531 Gdynia, ul. Wielkopolska 371 • tel. 58 350 54 10 / faks 58 351 16 06 • info@fapolska.pl • www.fapolska.pl