

Blokady

Nie na 100%

AUTOR: Michał Pierewicz, ZDJĘCIA: archiwum

Mechanizmy różnicowe, zwane także dyferencjałami lub po prostu dyframi, stosowane są w każdym pojeździe wielośladowym (z wyłączeniem gokartów i większości quadów). Potrzeba stosowania dyferencjału wynika z faktu, że koła pojazdu poruszającego się po łuku pokonują różne odległości w zależności od tego, z której strony pojazdu są umieszczone. Koła na zewnątrz łuku muszą przebyć dłuższą drogę niż te bliższe środka zakrętu, a zadaniem mechanizmu różnicowego jest odpowiednie dopasowanie ich prędkości obrotowych.

CZY JEST NIEZBEDNY?

W sytuacji, gdyby dyfra nie było, podczas jazdy powstawałyby bardzo duże naprężenia, wynikające z różnic prędkości obrotowych kół tej samej osi (biorąc się również z jazdy po nierównościach, różnic promieni tocznych kół itp.) Naprężenia te rozładowywałyby się w poślizgu, powodującym szybkie zużycie opon oraz – co gorsza – utrudniałyby kierowanie. Problemy byłyby tym większe im większy

rozstaw kół, szybkość pojazdu oraz przyczepność nawierzchni. Zastosowanie mechanizmów różnicowych nie ogranicza się tylko do osi napędowych – z tych samych powodów stosuje się je także w układach napędowych 4x4 pomiędzy dwiema osiami. Są to międzysosiowe mechanizmy różnicowe, niezbędne w pojazdach o stałym napędzie obu osi. Quadry i gokarty nie mają dużego rozstawu kół, więc mogą obyć się bez dyfra (szczególnie w terenie, gdzie jeżdżą quadry – tam dyfer

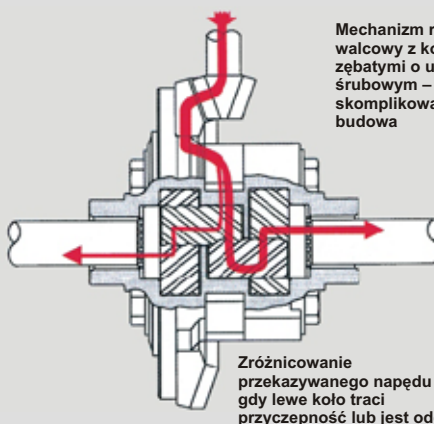
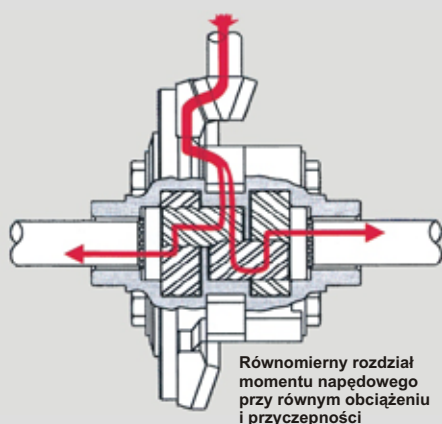
raczej przeszkadza), dzięki czemu ich konstrukcja jest prostsza, a sam pojazd tańszy w produkcji. W przypadku gokartów brakowego mechanizmu należy nawet do wymogów regulaminu.

JAK DZIAŁA?

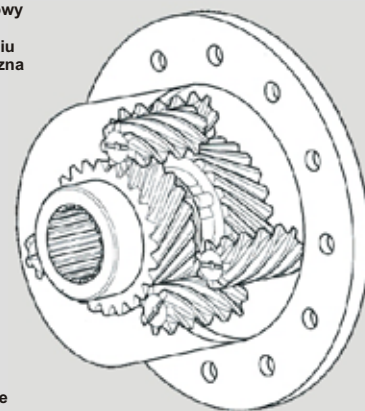
Zasada działania polega na odpowiedniej zmianie prędkości obrotowej jednego koła w zależności od zmiany prędkości drugiego koła (przy założeniu, że prędkość obrotowa samego

mechanizmu nie zmienia się). Czyli: jeśli jedno koło zwalnia, to drugie koło jednocześnie zostaje w takim samym stopniu przyspieszone. W sytuacji tej obowiązuje zasada, że algebraiczna suma prędkości obrotowych półosi napędowych wychodzących z mechanizmu różnicowego nie zmienia się, jeśli nie zmienia się prędkość obrotowa samego mechanizmu. Po podniesieniu obu kół jednej osi można zaobserwować, że jest to suma wartości bezwzględnych prędkości – przy zablokowanym napędzie

MECHANIZM RÓŻNICOWY O OGRANICZONYM POŚLIZGU (DETROIT TRUETRACK)



Mechanizm różnicowy walcowy z kołami zębatymi o uzębieniu śrubowym – widoczna skomplikowana budowa



koła będą kręcić się w przeciwną stronę.

Ogromna większość samochodów posiada w mostach napędowych stożkowe mechanizmy różnicowe, niezależnie od tego, czy są to mechanizmy zwykłe, czy też mają blokadę lub charakteryzują się ograniczonym poślizgiem. Zwykły mechanizm różnicowy nazywany jest też mechanizmem o małym tarcu (bo poza oporami pracy stożkowych kół zębatych nie ma w nim specjalnie zwiększonego tarcia wewnętrznego). Powoduje to, że moment napędowy, docierający do kół, dzielony jest symetrycznie, a więc do każdego koła dociera taka sama jego wartość. W praktyce oznacza to, że maksymalną siłę napędową wyznacza to koło, które ma mniejszą przyczepność. Wyjaśnia to zjawisko tzw. buksowania. Koło, które straciło przyczepność (czyli buksuje), może przenieść tylko tyle napędu, na ile pozwala śliskie podłoże lub „opór” powietrza, kiedy koło jest uniesione. Drugie koło otrzymuje dokładnie tyle samo momentu, czyli bardzo mało lub wręcz nic (jeśli wykrzyż przekroczył wartość krytyczną), i w ten sposób cała oś napędowa wyłączona jest z napędzania samochodu.

JAK JEST ZBUDOWANY?

Najczęściej spotykany stożkowy mechanizm różnicowy, jak można się domyślić, zbudowany jest ze stożkowych kół zębatych (co najmniej czterech), które umieszczone są w tzw. koszu, napędzanym przez przekładnię

główną. Przez kosz przechodzą sworzeń lub krzyżak. Na sworzniu znajdują się dwa satelity (na krzyżaku cztery), przekazujące napęd na dwa koła koronowe, połączone z półosiami. Wersje z czterema satelitami są mocniejsze, ale i droższe w produkcji.

NIE TYLKO STOŻKOWE

Wewnątrz dyferencjałów spotkać można nie tylko koła stożkowe. Istnieją mechanizmy różnicowe o kołach walcowych, ale ich zasada działania jest identyczna jak tych ze stożkowymi. Zadanie stożkowego satelity przejmuje wówczas para kół walcowych, które zazębiając się, stykają się ze sobą oraz walcowymi kołami koronowymi. Rozwiązania tego nie stosuje się zbyt często, bo jest bardziej skomplikowane (więcej kół zębatych), a koła walcowe są cięższe od stożkowych. Dopiero zastosowanie walcowych kół zębatych o uzębieniu śrubowym posiada istotne zalety, ale o tym dalej.

Skoro zwykły dyferencjał doprowadza do tak niemiłego zjawiska jak buksowanie, to dlaczego jest stosowany w sporej części aut terenowych? Przyczyna jest prosta – jest to najtańszy i najmniej problemowy w eksploatacji mechanizm różnicowy. W sumie dla znaczącej liczby klientów (statystycznie i tak mało kto zjeżdża terenówką z asfaltu w teren) zalety niwelują tę istotną dla niektórych wadę.

Na szczęście nie wszyscy producenci liczą każdy grosz i za ce-



▲ Mechanizm różnicowy z LSD nie zawsze jest skuteczny, zwłaszcza gdy napędzana oś nie jest obciążona

oponymax.pl ↗ oponymax.pl ↗ oponymax.pl ↗

dystybutor opon 4x4

BF Goodrich
Tires

Promocja!



4 opony +
t-shirt gratis

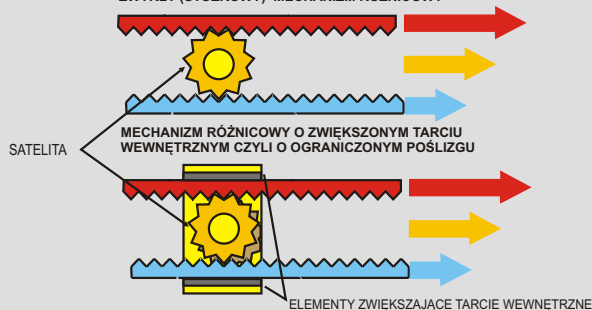


Bezpłatna dostawa 24h, na terenie całego kraju
Tel. 061 822 74 55, 0601 736 257

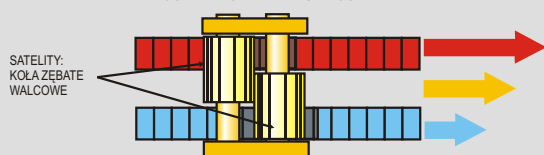
oponymax.pl ↗ oponymax.pl ↗ oponymax.pl ↗

MECHANIZMY RÓŻNICOWE

ZWYKŁY (STOŻKOWY) MECHANIZM RÓŻNICOWY



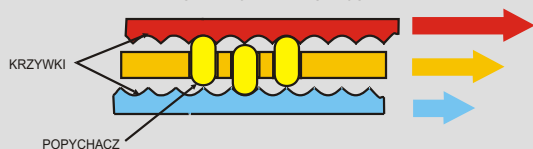
WALCOWY MECHANIZM RÓŻNICOWY



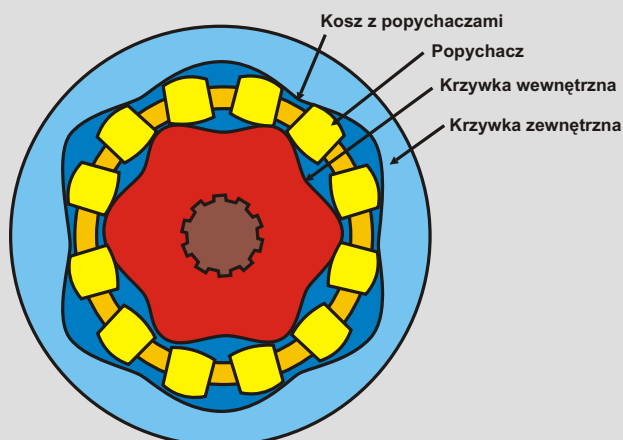
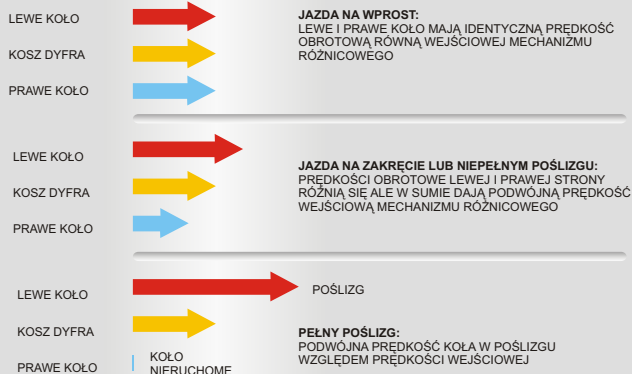
MECHANIZM RÓŻNICOWY Z KOŁAMI ZĘBATYMI O UZĘBIENIU ŚRUBOWYM



KRZYWKOWY MECHANIZM RÓŻNICOWY



ZASADA RÓŻNICOWANIA PRĘDKOŚCI W MECHANIZMIE RÓŻNICOWYM



KRZYWKOWY MECHANIZM RÓŻNICOWY W UKŁADZIE PROMIENIOWYM

TROCHE MATEMATYKI

Aby wyjaśnić, jak LSD „blokuje”, musimy odwołać się do matematyki. Współczynnik blokowania (ang. locking ratio) wyrażany jest w procentach i oznacza iloraz różnicy momentu efektywnego od blokującego dzielonej przez wartość momentu wejściowego. Na przykład: nasz mechanizm LSD dysponuje momentem tarcia wewnętrznego 100 Nm, który wynika z oporów tarcia, utrudniającego wzajemne obracanie się półosi. Jeśli na koło mające przyczepność trafi moment napędowy 300 Nm (już wykorzystany efektywnie), to współczynnik blokowania wyniesie $(300-100)/(300+100)$, co wyrażone w procentach da nam 50%.

Klasyczny mechanizm różnicowy posiada współczynnik blokowania równy zero, więc im LSD ma większy współczynnik blokowania, tym lepiej w terenie – dochodzi nawet do 80%, co oznacza siedmiokrotną różnicę między wartością momentu wykorzystywanego efektywnie do momentu tarcia wewnętrznego. Z drugiej strony, to co pomaga w terenie, może przeszkadzać na drodze. Zbyt agresywne blokowanie LSD utrudnia pokonywanie zakrętów.

nę niewiele większą wyposażają samochody w mechanizmy różnicowe, wzbogacone o elementy zwiększające tarcie wewnętrzne. W pewnym stopniu, proporcjonalnie do chwilowych oporów, pozwala to na rozdzielanie momentu przekazywanego na koła. Dzięki temu koło posiadające przyczepność otrzymuje pewną siłę napędową, mimo że drugie koło dalej buksuje.

„BLOKADY” LSD I INNE

Niektóre mechanizmy tego typu, oznaczane intrygującym skrótem LSD, przez niewtajemniczonych nazywane są już „blokadami”. Skróć LSD, czyli Limited Slip Differential, określa jednak dyferencjał o ograniczonym poślizgu. Nazwa angielska wyraźnie wskazuje skutek działania, czyli ograniczenie poślizgu, a nie jego całkowite wyeliminowanie. W polskim nazywamy dyferencjały tego typu przekornie względem angielskiego nazywa się mechanizmami różnicowymi o zwiększonym tarcie wewnętrznym, co lepiej oddaje istotę ich działania.

Wspomniane tarcie uzyskuje się przez zastosowanie elementów ciernych (najczęściej w postaci pakietów tarcz ciernych lub sprężyn wiskotycznych) lub odpowiednie ukształtowanie kół zębatach. Elementy cierne umieszczone

są tak, aby utrudniały wzajemne obracanie się półosi. Często tarcie zwiększane jest przez zastosowanie sprężyn zwiększających nacisk lub odpowiednie elementy dociskające w przypadku zaistnienia wzajemnego obrotu półosi. Mogą to być układy hydrauliczne, reagujące na różnicę prędkości. Ostatnimi czasy wraz z wkraczaniem elektroniki do wszelkich mechanizmów – najczęściej w przypadku międzyosiowych mechanizmów różnicowych – spotyka się też sprzęgła cierne sterowane elektronicznie przy pomocy układów hydraulicznych.

MECHANIZM WALCOWY Z KOŁAMI ŚRUBOWYMI

Wspomniany już wcześniej mechanizm walcowy posiada ciekawą odmianę o kołach o uzębieniu śrubowym. Odpowiednio dobrane koła zębate pozwalają uzyskać bardzo korzystne i długotrwałe (stałe parametry w czasie całej eksploatacji bez konieczności stosowania specjalnych olejów) właściwości mechanizmu różnicowego o ograniczonym poślizgu, zależnego nie tylko od różnic prędkości półosi, ale i momentów na nich, na dodatek doskonale współpracującego z układem ABS.

Inny „pokrętnie” brzmiący mechanizm różnicowy zbudowany jest w sposób zupełnie odmienny

LSD W PRAKTYCE

Mechanizmy LSD spotyka się całkiem często w tylnych mostach napędowych aut japońskich i amerykańskich, które dają ich posiadaczom złudzenie posiadania prawdziwej blokady (o ile tylko dowiedzą się, że ich pojazd ma coś takiego na wyposażeniu). W praktyce służą one polepszeniu właściwości trakcyjnych samochodu (głównie w zimie). Niestety, im starsze auto, w którym na dodatek zaniedbano właściwej obsługi tego urządzenia (wymagany specjalny rodzaj oleju dla zadziałania elementów ciernych), tym mniej szans na polepszenie jego właściwości terenowych. Na dodatek mechanizmy tego typu poddają się, kiedy koło tracące przyczepność oderwie się zupełnie od ziemi.

niż stożkowy. Jego zasada działania wykorzystuje szczególną właściwość dwóch odpowiednich krzywek oraz znajdujących się między nimi kamieni (które w rzeczywistości wykonane są z metalu). Umieszczone w koszu kamienie, nazywane także popychaczami, mogą się poruszać względem krzywek (i oczywiście względem koszyka) oraz wzdłuż krzywek (razem z koszykiem). Zależności prędkości krzywek i koszyka pozostają jednak niezmiennie identyczne jak w układzie z kołami stożkowymi. Kamienie mogą poruszać się w koszu równolegle do osi obrotu (mechanizm krzywkowy osiowy) lub – co ciekawiej – prostopadle do niej, współpracując wtedy z dużą, wewnętrznie uzębioną krzywką i mniejszą, zewnętrznie uzębioną (mechanizm krzywkowy promieniowy). Mechanizm krzywkowy wskutek występowania sił tarcia pomiędzy krzywkami a kamieniami nie musi korzystać z dodatkowych elementów ciernych. Dzięki temu uniemożliwia on całkowite zatrzymanie się koła mającego przyczepność, gdy drugie je straci. Ma jednak pewne wady, które powodują, że powszechnie nie spotyka się tej konstrukcji. Należą do nich m. in. mała sprawność mechaniczna, intensywne zużycie części oraz trudna technologia wykonywania precyzyjnych zarysów krzywek.

O dziwo, problemy z wytwarzaniem krzywkowych mechanizmów różnicowych zostały rozwiązane przez wschodnich technologów, o czym świadczy całkiem sporo ekstremalnych GAZ-ów i UAZ-ów, jeżdżących z takimi właśnie dyferencjałami (kamienie umieszczone promieniowo), nazywanymi oczywiście



▲ Mechanizm różnicowy o zwiększonym tarcu wewnętrznym – widoczne cztery satelity i płytki sprzęgieł ciernych



▲ Stożkowy mechanizm różnicowy – w koszu widoczne są dwa satelity

„blokadami” lub oryginalnie „blokirowkami”.

ŚLIMAKOWY MECHANIZM RÓŻNICOWY

Jeszcze bardziej ekskluzywny (rzadko spotykany, bo drogi) jest dyferencjał wykorzystujący ślimakowe koła zębate. W mechanizmie ślimakowym koła koronowe są ślimacznikami. Napęd na nie przekazywany jest przez pary wzajemnie sprzężonych satelitów – ślimaków. Sprzężenie satelitów może odbywać się przez koła zębate walcowe lub ślimakowe. Wyliczenie skomplikowanych technologicznie elementów składowych wyjaśnia, dlaczego mechanizmy tego typu rzadko się spotyka i wyłącznie w drogich samochodach. Jego odmianą jest Torsen znany z Audi Quattro, mający jednak liczne zalety, uzasadniające jego stosowanie mimo dużej ceny: progresywne działanie i doskonałą współpracę z ABS.

ELEKTRONIKA W NATARCIU

Obecnie produkowane, „tak zwane” auta terenowe, czyli

po prostu klasy SUV, zazwyczaj otrzymują wyposażenie „szosowe”, a więc posiadają standardowo układ ABS. Drobne wzbogacenie tego układu pozwala go użyć do odpowiedniego spowolnienia ruchu koła tracącego przyczepność (przy wykorzystaniu właściwości klasycznego mechanizmu różnicowego, bez jakichkolwiek ingerencji w jego konstrukcję). Jest to bardzo prosta i tania koncepcja (pewnego rodzaju prote-

za mechanizmu o zwiększonym tarcu wewnętrznym), posiadająca jednak wady niedrogich rozwiązań (mimo że zdecydował się na nią sam Mercedes czy Land Rover). Sprawdza się tylko w lekkim terenie i to nie zbyt długo – w cięższej eksploatacji ciągłe używanie hamulców powoduje ich przegrzewanie, a bywa również, że zanieczyszczone czujniki odmawiają posłuszeństwa, wykazując przewagę rozwiązań czysto mechanicznych. ◀

Kto wyciągnie cię z kłopotów?



Wyłączny importer i dystrybutor:

POLMOT
HOLDING S.A.

01-909 Warszawa, ul. Sokratesa 17b,
tel.: (0 prefix 22) 569 91 04
fax: (0 prefix 22) 569 91 03,
www.polmottrading.pl,
e-mail: info@polmottrading.pl

- ✓ Pełna gama wyciągarek
- ✓ Akcesoria do samochodów terenowych
- ✓ Akcesoria do quadów
- ✓ Pełny asortyment części zamiennych do wyciągarek

Mechanizm różnicowy Torsen mimo swoich zalet nie potrafi jednak przekazać napędu na koło posiadające przyczepność, jeśli przeciwległe koło jest w powietrzu, co zdarza się dość często w jeździe terenowej. Ratunkiem bywa dodanie oporu do mechanizmu przez lekkie przyhamowanie. Torsen może wtedy przekazać część momentu napędowego do koła na ziemi.

MECHANIZMY O OGRANICZONYM POŚLIZGU

Standard lub opcja - m.in.: Jeep Wrangler • Jeep Cherokee • Nissan Patrol • Ford Ranger

DODATKOWE WYPOSAŻENIE

• Auburn Gear • Dana Power-Lok • Dana Track-Lok • Eaton Posi • PG Power Brute • PG Power-Lok • PG Track-Lok • Tractech Truetrac • Zexel Torsen • Calmini Limited Slip