

RAPORT

Diagnostyka i naprawa przekładni głównych



PRZENIESIENIE NAPĘDU

Przekładnie główne i mechanizmy różnicowe

Zadaniem przekładni głównej jest redukcja prędkości obrotowej, zmiana kierunku przekazywania napędu z podłużnego na poprzeczny w pojazdach samochodowych, w których silnik jest usytuowany wzdłuż osi podłużnej oraz zwiększanie momentu obrotowego kół wskutek dodatkowych przełożeń.

Przekładnie główne mogą występować jako osobne układy w mostach napędowych lub być zintegrowane ze skrzynką biegów: tworzą wówczas tzw. skrzynkę przekładniową występującą w pojazdach o zblokowanych przednim lub tylnym układzie napędowym. Przekładnie główne w samochodach najczęściej są stożkowe lub hipoidalne (w mostach napędowych i zblokowanych układach napędowych z silnikiem umieszczonym wzdłużnie), a także walcowe o zębach skośnych (w zablokowanych układach napędowych z silnikiem umieszczonym poprzecznie).

Pęknięcia obudowy objawiają się wyciekami oleju z wnętrza przekładni, więc są łatwe do zlokalizowania. Wycieki skutkują także zmniejszeniem ciśnienia oleju między współpracującymi parami kinematycznymi oraz dostawianiem się między ich powierzchnie zabrudzeń stałych i wody. Prowadzi to do wystąpienia zjawiska tarcia mieszanego, które skutkuje intensyfikacją zużycia powierzchni roboczych współpracujących podzespołów.

Uszkodzenia łożyskowania oraz użębienia objawiają się głośnym hałasem podczas jazdy, szczególnie przy przyspieszaniu. Ich nadmierne zużycie może być wynikiem niepoprawnego luzu, niewłaściwej regulacji lub zastosowania nieodpowiedniego oleju przekładniowego. Najlepszym przyrządem diagnostycznym w takim przypadku jest stetoskop. Podczas osłuchiwania miejsc montażu łożysk łatwo można wykryć to, które uległo awarii. Najczęstsze usterki przekładni głównych dotyczą obudowy, łożyskowania, zębienia lub smarowania.

Jednym z głównych czynników decydujących o szybkości zużycia przekładni głównej jest właściwy dobór jakości i lepkości oleju smarującego, zwłaszcza w przekładniach znacznie obciążonych, np. w samochodach terenowych.

Mechanizm różnicowy współpracuje z przekładnią główną. Służy on do przekazywania napędu podczas jazdy na zakręcie bez wywoływania poślizgu kół napędowych. Zwykle stosuje się stożkowy mechanizm różnicowy. Takie rozwiązanie ma jednak istotną wadę: w chwili wystąpienia poślizgu jednego z kół cały moment napędowy jest przekazywany na ślizgające się koło. Coraz częściej w samochodach pojawiają się więc mechanizmy różnicowe wyposażone w różnego rodzaju blokady (przesuwne lub cierne, sterowane mechanicznie lub elektronicznie), tzw. układy samoblokujące lub o zwiększonym tarcu wewnętrznym.

Sprawność tzw. otwartego mechanizmu różnicowego można skontrolować w następujący sposób: podłożyć kliny pod koła lub włączyć hamulec postojowy (w zależności od tego, która oś jest napędzana), włączyć dowolny bieg i podnieść oś napędzaną. Obracając jednym z kół napędowych,



▲ Ilustracja 1. Mechanizm różnicowy zamontowany w obudowie, której przykręcone jest koło walcowe z zębami skośnymi. To na nie przekazywany jest napęd ze skrzyni biegów.

należy obserwować, czy drugie koło obraca się w przeciwnym kierunku oraz czy robi to płynnie (bez zacięć, szumów czy zgrzytów). Jeżeli oba koła kręcą się w tę samą stronę, może to świadczyć o nadmiernych oporach w mechanizmie spowodowanych zacieraniem się lub brakiem dostatecznej ilości oleju w przekładni głównej. W związku z tym przed wykonaniem próby kontrolnej mechanizmu różnicowego należy sprawdzić jakość oraz poziom oleju przekładniowego w obudowie przekładni. W niektórych rozwiązaniach konstrukcyjnych układu przeniesienia napędu w celu przeprowadzenia dokładnej kontroli przekładni głównej i mechanizmu różnicowego niezbędny jest demontaż mostu napędowego.

Most napędowy demontuje się wyłącznie po wykryciu nadmiernego zużycia jego części, zbyt dużych luzów w przekładni głównej lub łożyskach albo po zauważeniu znacznych wycieków oleju przekładniowego na uszczelnieniach. Wymontowanie mostu i jego rozłożenie na części jest niezbędne np. w przypadku wymiany łożysk wałka zębniaka przekładni głównej (tzw. wałka atakującego) czy łożysk mechanizmu różnicowego, a także podczas kontroli użębienia kół zębatach przekładni głównej. Jest ono wymagane także, gdy wykryje się wycieki oleju ze zwolnic i piast kół tylnych. Olej może wtedy przedostawać się do układu ha-



Dr inż. Piotr Wróblewski
Pracownik naukowy
Instytutu Techniki
Lotniczej, Zakładu
Budowy i Eksploatacji
Statków Wojсковej
Akademii Technicznej

mulcowego, co osłabia skuteczność hamowania oraz oznacza konieczność wymiany szczęk hamulcowych (dotyczy to starszych rozwiązań). Mogą także wystąpić uszkodzenia pierścieni uszczelniających ruchome połączenia mostu napędowego, np. pierścienia znajdującego się w piaście tylnej za łożyskiem tocznym od strony pochwy, pierścienia osadzonego między rurą nośną a wspornikiem szczęk hamulcowych lub pierścienia uszczelniającego łożyska wałka atakującego od strony złącza przegubu wału napędowego. Niesprawne uszczelniacze należy wymienić. Nie zaleca się stosowania żadnych uszczelnień silikonowych, bowiem nałożenie nadmiernej ilości środka uszczelniającego może spowodować jego przedostanie się do wnętrza korpusu. To zaś sprzyja osadzaniu się cząstek silikonu na współpracujących powierzchniach roboczych par kinetycznych mechanizmów, co uniemożliwia ich poprawną współpracę i powoduje szybsze ich zużycie, a w skrajnych przypadkach może ograniczyć przepływ oleju między współpracującymi powierzchniami i doprowadzić do zatarcia przekładni.

Sposób rozkładania tylnego mostu zależy od budowy zespołu napędowego. W klasycznym układzie wewnątrz pochwy znajdują się półosie napędowe przenoszące moment obrotowy na koła samochodu. Obudowa mostu może być jednolita – spawana lub odlewana – albo dzielona na dwa lub kilka członów połączonych śrubami. W obudowie znajduje się olej przekładniowy. Jeżeli wykryte uszkodzenia można usunąć po częściowym rozłożeniu tylnego mostu, nie zaleca się jego całkowitego demontażu. Niepotrzebne rozkładanie np. podzespołów montowanych z wciśnięciem wymaga bowiem wymiany dodatkowych części niebędących przyczyną niesprawności. Do wymontowania łożysk obudowy mechanizmu różnicowego konieczne jest użycie specjalnych ściągaczy umożliwiających zdjęcie ich wewnętrznych i zewnętrznych pierścieni.

Weryfikacja wybranych części tylnego mostu w klasycznym układzie napędowym

Złącze przegubu napędowego kontroluje się przez obserwację powierzchni i stwierdzenie, czy nie mają one pęknięć, zniekształceń kołnierza mocowania wału napędowego, widocznych śladów skrzywienia wypustów otworu wielowypustowego albo zgięć lub zużycia powierzchni bocznych

wypustów. Weryfikacja złącza obejmuje także pomiar średnicy czopa osadzenia pierścienia uszczelniającego (dopuszczalne zmniejszenie wynosi do 0,3 mm), średnicy otworów śrub mocujących złącze na wale (dopuszczalne zwiększenie wynosi do 0,50 mm), szerokości wrębów (dopuszczalne zwiększenie wynosi od 0,010 mm do 0,030 mm) i średnicy zewnętrznej osadzenia złącza wału (dopuszczalne zwiększenie wynosi od 0,010 mm do 0,040 mm).

Pokrywa obudowy wałka zębniaka przekładni głównej nie powinna mieć śladów pęknięć czy wyłamań. Wykonuje się pomiar zewnętrznej i wewnętrznej średnicy osadzenia pierścienia wewnętrznego łożyska oraz średnic otworów śrub mocujących korpus. Wymiary graniczne należy sprawdzić w instrukcji naprawy producenta. W przypadku podzespołów większości producentów dopuszczalne zwiększenie tych wymiarów mieści się w zakresie od 0,010 mm do 0,055 mm.

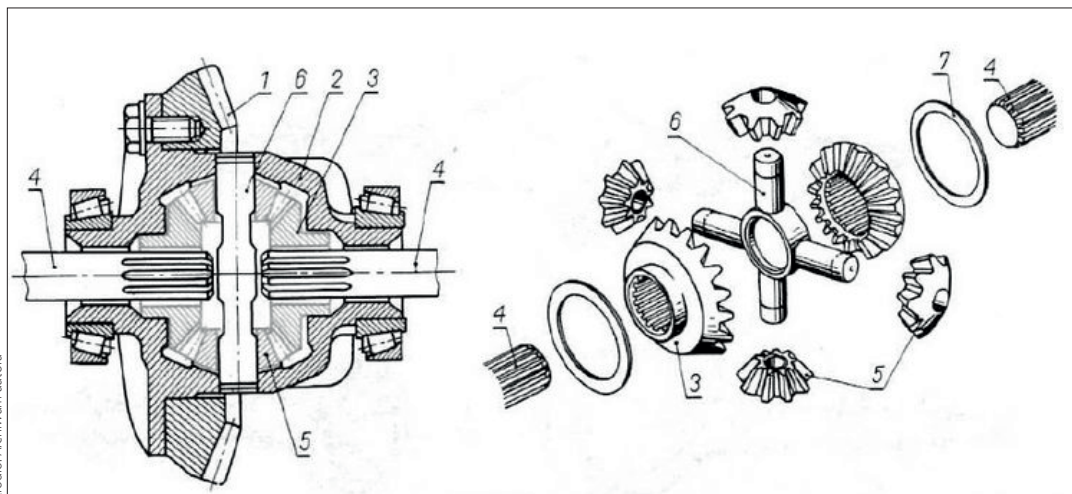
Wałek zębniaka przekładni głównej ocenia się wzrokowo: nie powinien on mieć pęknięć, a zębniak – ułamanych zębów ani wżerów na ich powierzchniach roboczych. Wielowypust wałka nie może wykazywać widocznych śladów skrzywienia wypustów, zadziórów na ich krawędziach ani zgnieceń na powierzchniach bocznych. Na wałku trzeba zmierzyć średnicę osadzenia łożysk tocznych i szerokość wypustów. Przeciętnie dopuszczalne zmniejszenie średnic czopów wynosi od 0,015 do 0,035 mm, a zwiększenie szerokości wypustu nie powinno przekraczać 0,035 mm. Po weryfikacji bieżni łożyska i ocenie, czy na jego powierzchni nie występują ślady nierównomiernego zużycia oraz założeniu na wałek pierścienia wewnętrznego łożyska należy sprawdzić luz promieniowy. Wartość tego luzu nie powinna być większa niż 0,10 mm.

Obudowa wałka zębniaka przekładni głównej nie powinna mieć widocznych pęknięć lub miejscowego zużycia na powierzchni otworów, w które wciskane są tuleje zewnętrzne łożysk wałka. Weryfikacja tego podzespołu obejmuje także pomiary średnic otworów gniazd łożysk tocznych, średnic otworów śrub mocujących obudowę łożysk wałka zębniaka do obudowy przekładni głównej oraz średnic zewnętrznych mocowania obudowy wałka zębniaka do obudowy przekładni głównej. Dopuszczalna zmiana sprawdzanych wymiarów wynosi od 0,012 mm do 0,055 mm. Luz między tymi powierzchniami w dużym stopniu wynika z temperatury roboczej oraz prędkości obrotowej i momentów obciążających poszczególne powierzchnie robocze.

Obudowa mechanizmu różnicowego nie może mieć widocznych pęknięć, uszkodzonych otworów gwintowanych, śladów zużycia powierzchni oporowej satelitów ani pierścieniowych nacięć na powierzchni gniazd mocowania łożysk tocznych. Wykonuje się pomiary średnic otworów osadzenia sworzni satelitów, średnic zewnętrznych osadzenia łożysk tocznych i koła talerzowego, średnic osadzenia kół koronowych i średnic otworów pod śruby mocujące półki tej obudowy. Dla większości konstrukcji dopuszczalna wartość zmian średnic otworów osadzenia koła talerzowego, łożysk tocznych, sworzni satelitów i kół koronowych wynosi od 0,015 mm do 0,035 mm. Za wartość graniczną zmiany średnic otworów śrub mocujących przyjmuje się 0,20 mm. Przed rozłożeniem mechanizmu różnicowego sprawdza się luz w zazębieniu satelitów i kół koronowych. Aby tego dokonać, należy wsunąć szczelinomierz między powierzchnie styku kół koronowych i podkładek oporowych. Dopuszczalny luz wynosi od 0,35 mm do 0,50 mm. Opory ruchu mechanizmu różnicowego przy obrocie kół koronowych powinny być nieznaczne. Nadmierny opór może być wywołany niepoprawnym luzem współpracujących powierzchni roboczych wybranych par kinematycznych, zu-



▲ Ilustracja 2. Wnętrze mechanizmu różnicowego. Satelity osadzone na wałku otaczają się po kołach koronowych.



Źródło: Archiwum autora

▲ Ilustracja 3. Elementy składowe mechanizmu różnicowego to: 1. koło talerzowe, 2. obudowa, 3. koło koronowe, 4. półosie napędowe, 5. satelity, 6. krzyżak satelitów, 7. pierścień ślizgowy koła koronowego.

życiem bądź niewspółosiowością ich powierzchni lub uży-
ciem oleju o zbyt dużej gęstości.

Koło talerzowe nie powinno mieć pęknięć, wykruszeń
zębów, wżerów na powierzchni roboczej zębów ani zadzio-
rów na ich krawędziach. Każde znaczące zniekształcenie
powierzchni koła będzie objawiać się nadmiernym hała-
sem podczas jego pracy. Mierzy się średnicę otworu osa-
dzenia koła talerzowego na obudowie mechanizmu różni-
cowego. W przypadku długotrwałej eksploatacji dopuszcza
się jej zwiększenie najwyżej o 0,022 mm. Następnie wyko-
nuje się pomiar średnicy śruby mocującej koło talerzowe do
kołnierza obudowy mechanizmu różnicowego. Mechanizm
nadaje się do dalszej eksploatacji, jeżeli zmniejszenie śred-
nicy nie przekroczyło 0,12–0,20 mm.

Obudowa przekładni głównej nie może wykazywać pęk-
nięć, uszkodzonych otworów gwintowanych, wykruszeń
na kołnierzu jej mocowania do pochwy tylnego mostu ani
zadziorów na powierzchni gniazd łożysk. Należy zmierzyć
średnicę otworu gniazda osadzenia obudowy wałka zęb-
nika przekładni głównej (dopuszcza się jej zwiększenie
o 0,005 mm do 0,025 mm), średnicę otworu gniazda osa-
dzenia łożysk tocznych (dopuszcza się jej zwiększenie w za-
kresie od 0,012 mm do 0,052 mm), średnice otworów śrub
mocujących obudowę do pochwy tylnego mostu (dopuszcza
się ich zwiększenie o wartość od 0,035 mm do 0,50 mm)
oraz średnicę zewnętrzną osadzenia w pochwie tylnego
mostu (dopuszcza się jej zmianę w zakresie od 0,004 mm
do 0,058 mm).

Koło koronowe nie może mieć śladów zatarcia na po-
wierzchni osadzenia w obudowie i powierzchni współpracują-
cej z pierścieniem oporowym, pęknięć i wykruszeń
zębów, zgnieceń powierzchni bocznej wypustów otworu
wielowypustowego, zużycia czołowej powierzchni roboczej
ani głębokich pierścieniowych zadziorów na czołowej po-
wierzchni roboczej koronki. Wykonuje się pomiar średni-
cy czopa osadzenia w obudowie mechanizmu różnicowego.
Za dopuszczalne przyjmuje się jej zmniejszenie o wartość
0,060–0,105 mm. Jeżeli wartość ta jest znacznie większa,
wówczas należy wymienić koło koronowe. Nie zaleca się re-
generacji ze względu na występowanie na powierzchni czopa
powłok przeciwzużyciowych albo antykorozyjnych i ma-
teriałów zwiększających twardość powierzchni roboczej.

Satelity mechanizmu różnicowego nie mogą mieć za-
dziorów na powierzchni czołowej i roboczej, wykruszeń
zębów ani śladów zatarcia na powierzchni otworu osadze-
nia na sworzniu. Mierzy się średnice otworów satelitów
przy założeniu, że mogą się one zwiększyć maksymalnie
od 0,020 mm do 0,054 mm. W razie zaobserwowania nad-

miernego luzu współpracujących
kół należy także wykonać pomiar
wysokości zębów.

Pochwa tylnego mostu nie po-
winna wykazywać pęknięć prze-
chodzących przez gniazdo osadze-
nia resoru ani uszkodzeń otworów
gwintowanych. Mierzy się w niej
średnicę otworu kołka ustalają-
cego rurę nośną (dopuszcza się jej
zwiększenie o 0,035 mm), średnicę
otworu osadzenia rury nośnej (do-
puszcza się jej zwiększenie o war-
tość od 0,028 mm do 0,075 mm),
średnicę otworu sworznia szczę-
ki hamulcowej (dopuszcza się
jej zwiększenie w zakresie od
0,025 mm do 0,065 mm), średni-
cę otworu osadzenia resoru (do-
puszcza się jej zwiększenie o war-

tość od 0,20 mm do 0,50 mm) oraz średnicę wewnętrzną
obudowy przekładni głównej (dopuszcza się jej zwiększe-
nie o 0,080 mm). Pomiary te w nowych rozwiązaniach prze-
kładni głównej i mechanizmu różnicowego częściowo moż-
na pominąć, ponieważ niektóre z nich dotyczą klasycznego
mostu napędowego.

Korpus zwolniczy nie powinien mieć widocznych pęknięć
i uszkodzeń otworów gwintowanych. Wykonuje się pomiary
średnicy otworu śruby mocującej koło i średnicy gniazda
piasty tylnej, a także średnic osadzenia: śrub mocujących
kosz satelitów, sworzni satelitów oraz bębna hamulcowe-
go. Wyniki tych pomiarów powinny być zgodne z zaleceni-
mi producenta, w niektórych przypadkach podzespół moż-
na poddać regeneracji.

Piasta tylnego mostu nie powinna mieć śladów zużycia
powierzchni gniazd łożysk, pęknięć ani uszkodzeń gwint-
tów. Weryfikacja tego podzespołu obejmuje pomiar śred-
nicy otworów śrub mocujących koło (dopuszcza się ich
zwiększenie o 0,020 mm), średnicy otworu pierścienia za-
bezpieczającego łożyska (dopuszcza się jej zwiększenie
w zakresie od 0,50 mm do 0,72 mm), średnicy zewnętrznej
połączenia z korpusem zwolniczy (dopuszcza się jej zwięk-
szenie o 0,015 mm) oraz średnicy otworu osadzenia łożysk
(dopuszcza się jej zwiększenie o wartość od 0,015 mm do
0,060 mm).

Stan techniczny piasty wieńca zębatego ocenia się or-
ganoleptycznie. Nie powinna ona mieć widocznych wykrus-
zeń zębów, zgnieceń, zniszczonych gwintów ani uszko-
dzeń wielowypustów. Wykonuje się pomiar średnicy
otworu gniazda sworzni satelitów i szerokości kosza sa-
teelitów. Niewłaściwe luzy między tymi podzespołami obja-
wiają się nadmiernym szumem lub występowaniem drgań
podczas pracy całego podzespołu.

Kosz satelitów nie może mieć zadziorów ani śladów za-
tarcia na powierzchni otworów. Mierzy się w nim średnicę
otworów śrub mocujących kosz satelitów do korpusu zwo-
lnicy (dopuszcza się jej zwiększenie o 0,021 mm), szerokość
kosza satelitów (dopuszcza się jej zmianę o 0,125 mm) oraz
szerokość otworów pod sworzeń satelitów (dopuszcza się
ich zmianę w zakresie od 0,003 mm do 0,015 mm).

Sworzeń satelitów zwolniczy nie może mieć widocz-
nych rys, śladów zatarcia na powierzchniach współpra-
cujących z otworami satelitów ani na czopach sworzni.
Wykonuje się pomiary średnicy czopów osadzenia sateli-
tów. Za wartość dopuszczalną przyjmuje się jej zmniejsze-
nie o 0,012 mm. Podobnie satelita zwolniczy nie może mieć
wykruszeń i zadziorów na krawędziach zębów. Mierzy się
w nim średnicę otworu osadzenia na sworzniu satelity. Je-

śli zwiększenie jej wartości mieści się w zakresie od 0,009 do 0,025 mm, to można uznać, że otwór osadzenia nadaje się do dalszej eksploatacji.

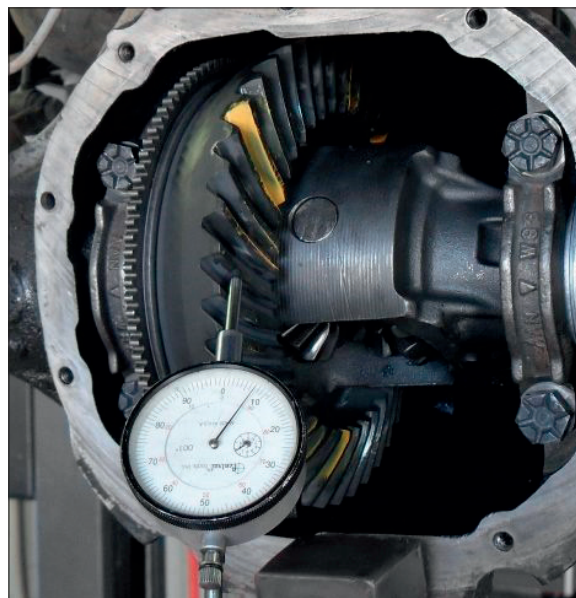
Koło słoneczne zwolnicy nie powinno mieć skręconych wypustów części wielowypustowej, zgnieceń na krawędziach zębów ani wżerów na powierzchniach roboczych. Pokrywa zwolnicy nie może mieć uszkodzonych otworów gwintowanych. Mierzy się w niej średnice otworów śrub mocujących. Za dopuszczalną wartość przyjmuje się jej zwiększenie o 0,090 mm. Pomiarowi podlega także średnica zewnętrzna połączenia z obudową zwolnicy (dopuszcza się jej zmianę o wartość od 0,050 mm do 0,095 mm). Sworzeń satelitów nie powinien wykazywać śladów zużycia na czopach ani zatarcia na powierzchniach współpracujących z satelitami. Mierzy się w nim średnicę czopów osadzenia satelitów (dopuszcza się jej zmniejszenie o 0,020 mm). Podobnie jak w poprzednich przypadkach zewnętrzny wieńiec zębaty zwolnicy nie może mieć widocznych wykruszeń ani śladów zużycia zębów. Sprawdza się także, czy na ich powierzchniach nie pojawiły się ślady korozji lub spękania powłok ochronnych (jeśli występują).

Rury nośne w klasycznym układzie nie powinny mieć uszkodzonych gniazd łożysk ani widocznych pęknięć. Mierzy się w nich średnicę czopa łożyska tocznego (dopuszcza się jej zmniejszenie o wartość od 0,013 mm do 0,035 mm), średnicę otworu śrub łączących rurę nośną z pochwą tylnego mostu (dopuszcza się jej zwiększenie o 0,20 mm), średnicę zewnętrzną osadzenia rury nośnej w pochwie tylnego mostu (dopuszcza się jej zmniejszenie o 0,025 mm), średnicę czopa piasty wieńca zębatego (dopuszcza się jej zmniejszenie w zakresie od 0,003 mm do 0,025 mm) oraz średnicę otworu kołka ustalającego (dopuszcza się jej zwiększenie o wartość od 0,020 do 0,055 mm).

W zależności od typu układu i modelu pojazdu naprawa części tylnego mostu obejmuje zazwyczaj:

- regenerację uszkodzonych gwintów wałków przez napawanie i ponowne przegwintowanie na wymiar naprawczy,
- naprawę zużytych otworów śrub mocujących koła przez zaspawanie, wiercenie i rozwiercenie na wymiar nominalny lub kolejny wymiar naprawczy.
- spawanie pęknięć korpusów,
- roztaczanie otworów osadzenia łożysk i wstawienie tulei naprawczych,
- naprawę zużytych otworów gniazd mocowania obudowy łożysk wałka napędzającego przez przetoczenie na kolejny wymiar naprawczy,
- regenerację zużytych gniazd osadzenia rury nośnej w pochwie, powierzchni czopa osadzenia koła koronowego i powierzchni czopów łożysk przez metalizację natryskową lub chromowanie i obróbkę na wymiar nominalny,
- napawanie zużytych lub uszkodzonych wypustów wałka wielowypustowego i frezowanie na wymiar naprawczy,
- przeszlifowanie zużytych otworów satelity na odpowiedni wymiar naprawczy.

W układach napędowych wszystkich kół ze sprzęgłem wielopłytkowym Haldex moment obrotowy silnika jest przenoszony na wał napędowy przez skrzynię biegów, mechanizm różnicowy przedniej osi i przekładnię kątową. Wał napędza wałek wejściowy sprzęgła typu Haldex. Ten ostatni jest oddzielony od wałka wyjściowego połączonego z przekładnią główną i mechanizmem różnicowym tylnej osi. Tylna koła są napędzane wyłącznie wtedy, gdy sprzęgło jest włączone (jego płytki są dociśnięte). W procesie tym aktywną rolę odgrywają półosi napędowe.



Zdjęcie: Piotr Wroblewski

▲ Ilustracja 4. Montaż przekładni głównej wymaga regulacji luzu międzyzębnego oraz wzajemnego położenia zębów.

Podczas weryfikacji takich układów sprawdza się luzu w połączeniach poszczególnych podzespołów (podobnie jak w klasycznym układzie napędowym i skrzyniach biegów). Wyjątek stanowią czynności naprawcze, które znacznie różnią się od poprzednio opisanych. W układach takich nie występują bowiem rury nośne połączone z bębnami hamulcowymi, lecz półosi napędowe zintegrowane z mechanizmem różnicowym. W napędzie tego rodzaju weryfikuje się przede wszystkim stan sprzęgła wielopłytkowego, tarczy skokowej, wałków – wejściowego i wyjściowego, akumulatora hydraulicznego, filtra oleju, tłoka pierścieniowego, zaworu regulacyjnego, zaworu bezpieczeństwa oraz elementów wyposażenia elektrycznego, takich jak sterownik, czujnik temperatury, silnik nastawczy zaworu regulacyjnego czy pompa napędzana elektrycznie. Sprawdza się także koła zębate przekładni głównej, wielowypustki półosi napędowych i inne elementy konstrukcyjne danego układu napędowego. Podczas wykonywania czynności naprawczych należy przestrzegać ogólnych zasad dotyczących wymiany przegubów i półosi napędowych. Pozostałe elementy naprawia się, wykonując czynności podobne do tych realizowanych podczas naprawy skrzynek biegów.

Naprawa przekładni głównej

Naprawa przekładni głównej polega na wymianie zużytych części i wykonaniu czynności regulacyjnych. Koła zębate przekładni powinny być wymieniane zawsze parami. Ich naprawa za pomocą frezowania, spawania lub tulejowania otworów jest niezbyt skuteczna i nieopłacalna. Starsze typy przekładni głównych wymagają dodatkowo okresowej regulacji luzu międzyzębnego oraz wzajemnego ustawienia kół. Czynności te wykonuje się podczas składania przekładni głównej.

Montaż łożysk stożkowych przekładni głównej wymaga zachowania określonego luzu oraz współosiowości współpracujących łożysk. Jeżeli pierścień zewnętrzny jest wciskany za pomocą nasadki, luz reguluje się przy użyciu specjalnie dobranych podkładek regulacyjnych. Musi on zawierać się w ściśle określonej tolerancji. Jeżeli pierścień wewnętrzny jest osadzany za pośrednictwem nakrętki, dokręca się ją kluczem dynamometrycznym zgodnie z zaleceniami producenta. Zastosowanie zbyt dużego momentu może spowo-

dować zblokowanie mechanizmu. Poprawny montaż tego podzespołu polega na wywarceniu odpowiedniego nacisku nakrętki dokręcaną z określonym momentem obrotowym, a następnie jej poluzowaniu w celu zapewnienia właściwego luzu. Aby zachować luz łożysk stożkowych, wprowadza się specjalne nakrętki zabezpieczone przed samoczynnym odkręceniem. Montaż łożysk igiełkowych bez pierścieni wykonuje się za pomocą wałka montażowego o średnicy mniejszej od średnicy wałka o około 0,2 mm. Powierzchnie otworu oraz wałka pokrywa się smarem łożyskowym. Jakość smaru ma znaczący wpływ na długość okresu eksploatacji danego podzespołu. W tym przypadku stosuje się głównie smary łożyskowe, a w niektórych także smary łożyskowe przeznaczane do pracy w wysokiej temperaturze i dużych prędkościach obrotowych, np. klasy NLG. Następnie w szczelinę między otworem i wałkiem montażowym wkłada się igiełki w taki sposób, aby ostatnia z nich wchodziła w szczelinę z wymaganym luzem montażowym. Jeżeli luz okaże się zbyt duży w stosunku do nominalnego, można go zlikwidować, wprowadzając metalowy pasek o odpowiedniej grubości. Zabezpieczając igiełki przed osiowym przesuwaniem się za pomocą pierścienia o średnicy mniejszej od średnicy otworu współpracującego z igiełkami, wprowadza się wałek roboczy, który umożliwia wysunięcie wałka montażowego. Taka kolejność pozwala na poprawne złożenie wszystkich części z wymaganym luzem montażowym bez ryzyka jego zmiany po dłuższym okresie eksploatacji i utraty luzu dopuszczalnego.

W przekładniach głównych o walcowych kołach zębatych nie stosuje się regulacji luzu po zmontowaniu wszystkich części. W tym przypadku luz międzyzębny wymusza konstrukcja obudowy przekładni. Dużo trudniejsza jest regulacja luzu międzyzębnego w przekładniach kątowych, czyli stożkowych i hipoidalnych. Położenie zębniaka reguluje się w nich za pomocą podkładek odległościowych. W taki sam sposób ustawia się położenie koła talerzowego. W ostatnim czasie stosuje się także odległościowe elementy gwintowe. Istotną kwestią jest ustalenie grubości podkładek regulacyjnych, która decyduje o poprawnej współpracy przekładni zębatej. Niewłaściwy luz międzyzębny może wywołać przyspieszone zużycie elementów lub doprowadzić do zatarcia zębniaka i koła talerzowego, a w skrajnych przypadkach nawet do pęknięcia obudowy i uszkodzenia innych elementów układu napędowego. Wymaganą grubość podkładek regulacyjnych ustala się za pomocą specjalnego wzornika i oprzyrządowania pomiarowego. Najprostszą, lecz najbardziej czasochłonną metodą jej określania jest powlekanie powierzchni roboczych zębów tuszem.

Nano- si się go na powierzchnię zębów jednego z kół, a następnie przekręca się je w tym samym kierunku o kilka obrotów koła talerzowego i obserwuje ślady tuszu na kole wcześniej nim niepokrytym. Metoda ta jest dość znana i popularna wśród specjalistów zajmujących się regeneracją tych zespołów mechanicznych.

Zazębienie Gleasona kontroluje się na kole talerzowym po uprzednim powleczeniu tuszem zębniaka. Jeżeli ślady tuszu występują przy grzbietach zębów, zębniak należy bardziej wsunąć do obudowy przez zastosowanie cieńszych podkładek. Jeżeli zaobserwuje się ślady tuszu u nasady zębów, należy zastosować grubsze podkładki zębniaka. Jeżeli

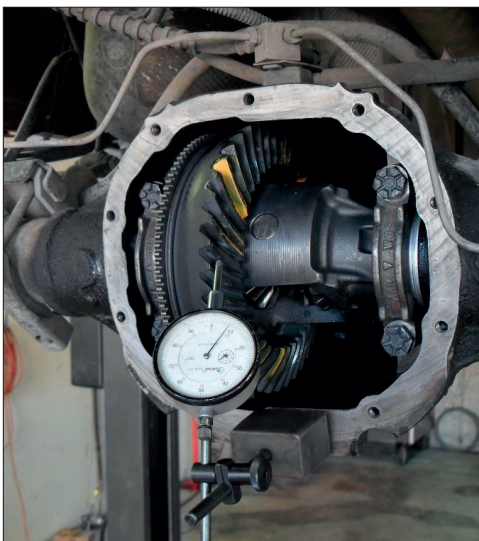
ślady są przesunięte ku środkowej części koła talerzowego, wymaga się oddalenia koła talerzowego od zębniaka, zaś w sytuacji odwrotnej należy je przybliżyć do zębniaka.

W zazębieniach Klingenberga tuszem powleka się powierzchnię koła talerzowego. Pomiar weryfikacyjny realizuje się na bocznej powierzchni zębów zębniaka. Niezależnie od typu zazębienia poprzeczne przesunięcie koła talerzowego wykonuje się przez przeniesienie podkładek dystansowych z jednej na drugą stronę lub przekręcenie o ten sam kąt i w tym samym kierunku gwintowanych elementów regulacyjnych. Tylko taka kolejność postępowania daje możliwość zachowania wykonanej wcześniej regulacji wstępnego napięcia łożysk.

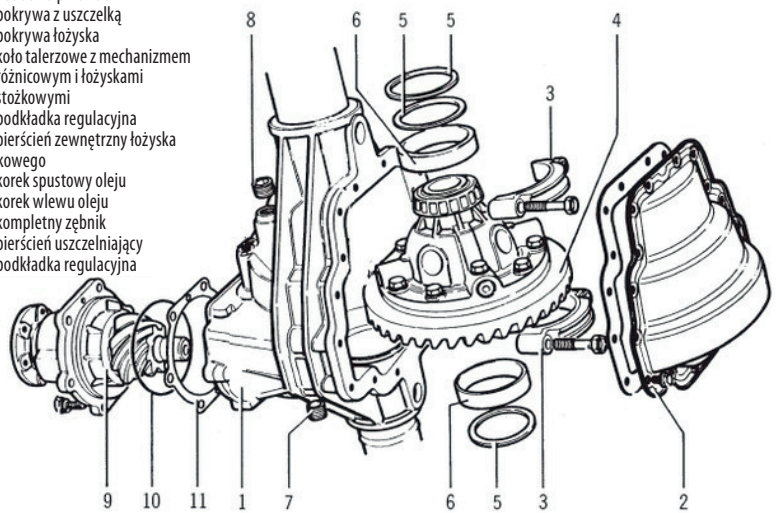
W celu ułatwienia regulacji luzu międzyzębnego kół zębatych przekładni głównej odpowiednio dobraną liczbę podkładek regulacyjnych można rozdzielić na dwie partie. Najpierw należy włożyć mechanizm różnicowy do obudowy. Mechanizm ten powinien mieć niezupełnie dociśnięte na szyjce pierścienie wewnętrzne łożysk bez podkładek regulacyjnych, aby między czołami łożyska i obudową od strony koła talerzowego pozostała wolna przestrzeń o wielkości ok. 3 mm, a po przeciwnej stronie – ok. 2 mm. Następnie należy przykręcić obudowę w taki sposób, aby koło talerzowe było dociskane do wałka napędzającego przekładni głównej ciężarem mechanizmu różnicowego. Podczas przykręcania śrub należy sprawdzić, czy nie występuje nadmierny luz międzyzębny. Potem trzeba odkręcić śruby i wyjąć mechanizm różnicowy, a w dalszej kolejności – rozdzielić sumę dobranych podkładek regulacyjnych, tak aby po każdej stronie znajdowała się jedna podkładka o grubości 0,50 mm i aby podkładki wypełniały przestrzeń między czołami łożysk a obudową. Ściągnąć bieżnie łożysk i nałożyć podkładki regulacyjne na szyjkę, zakładając pod spód podkładki najgrubsze. Z dobranej i rozdzielonej uprzednio sumy podkładek od strony obudowy trzeba zdjąć jedną o grubości 0,1 lub 0,15 mm i dołożyć ją po stronie przeciwnej, a następnie wcisnąć bieżnie łożysk i zmontować ponownie obudowę z przekładnią główną. Podczas dokręcania śrub należy sprawdzić przez obracanie ręką końcówki kołnierzowej, czy występuje luz międzyzębny. W razie jego braku trzeba przerwać dokręcanie śrub i ponownie rozdzielić podkładki oraz powtórzyć montaż przekładni. Prawidłowy luz międzyzębny powinien wynosić od 0,3 mm do 0,9 mm. Natomiast różnica odchyłek luzu przy pomiarze w czterech pozycjach na obwodzie koła talerzowego nie powinna przekraczać 0,3 mm. Należy pamiętać, że przesunięcie koła talerzowego w kierunku półosi o 0,05 mm powoduje zmianę luzu międzyzębnego o 0,1 mm. Przesunięcie to można uzyskać np. przez wprowadzenie podkładki o grubości 0,1 mm na miejsce podkładki o grubości 0,15 mm lub odwrotnie. Można także zamiast podkładki o grubości 0,25 mm zastąpić dwie podkładki o grubości 0,1 mm i odwrotnie.

Naprawa mechanizmu różnicowego może być realizowana wyłącznie przez wymianę zużytych części. W zasadzie nie poddaje się ich regeneracji. Jedynie niewielkie pęknięcia obudowy można naprawić metodami spawalniczymi – pod warunkiem, że nie występuje ono w miejscu osadzenia podzespołów mechanicznych. W tych punktach spaw wskutek dużych obciążeń mechanicznych i termicznych może pęknąć, co prowadzi do wycieku oleju z przekładniowego. Ponadto pęknięcia w miejscach otworów mogą spowodować utratę współosiowości wałków i kół, a w efekcie uszkodzenie całego zespołu głównego przekładni. Powierzchnie oporowe kół zębatych oraz współpracującą z nimi powierzchnię obudowy mechanizmu różnicowego można naprawić przez przeszlifowanie kół, przetoczenie obudowy i osadzenie między tymi płaszczyznami specjalnych podkładek z brązu. Naprawa mechanizmów różnicowych wy-

▲ Ilustracja 5. Regulacja ustawienia koła talerzowego i pomiar jego bicia.



1. obudowa przekładni
2. pokrywa z uszczelką
3. pokrywa łożyska
4. koło talerzowe z mechanizmem różnicowym i łożyskami stożkowymi
5. podkładka regulacyjna
6. pierścień zewnętrzny łożyska stożkowego
7. korek spustowy oleju
8. korek wlewu oleju
9. kompletny zębnik
10. pierścień uszczelniający
11. podkładka regulacyjna



▲ Ilustracja 6. Budowa przekładni głównej oraz sposób jej montażu w mocie napędowym.

posażonych we wkładki ślizgowe polega na przeszlifowaniu powierzchni kół i wymianie wkładek na większe. W niektórych rozwiązaniach wkładki te mają kształt czaszy kulistej. Podczas naprawy takich połączeń dorobione wkładki metodą dogniatania wprowadza się do gniazd w obudowie w celu uzyskania dokładnego odwzorowania kształtu. Koła koronowe łożyskowane w obudowie można naprawić za pomocą szlifowania powierzchni czopów i tulejowania obudowy mechanizmu różnicowego. Dorabiane tuleje najczęściej wykonuje się z brązu. Po wciśnięciu tulei w gniazda obudowy obrabia się je na kolejny wymiar naprawczy. Zás niesprawne łożyska się wymienia. Jeżeli gniazda łożysk uległy zużyciu, ich powierzchnie można naprawić za pomocą metalizacji natryskowej i szlifowania na wymiar naprawczy.

W większości nowych samochodów części mechanizmu różnicowego nie podlegają naprawie. Ich uszkodzenie wymusza ich wymianę. Jest to spowodowane stosowaniem przez producentów tych mechanizmów specjalnych zabiegów obróbki metali zwiększających ich twardość powierzchniową i wytrzymałość na obciążenia zmęczeniowe. Regeneracja w tym przypadku zapewnia wyłącznie uzyskanie odpowiedniego luzu montażowego, ale nie pozwala na zachowanie wymaganych właściwości materiałowych, przede wszystkim dotyczących twardości warstw wierzchnich powierzchni roboczych. Trudno jest bowiem w warunkach warsztatowych przeprowadzić operację nakładania różnych powłok przeciwzużyciowych. Takie zabiegi wymagają nie tylko dużych nakładów finansowych,

ale także znajomości technologii, np. parametrów nakładania powłok, składów chemicznych, zasad stosowania poszczególnych aktywatorów i katalizatorów, metod pośredniego oczyszczania powierzchni, czasów oddziaływania poszczególnych substancji i długości zabiegów obróbki cieplnej zależnej od typu powłoki i jej struktury.

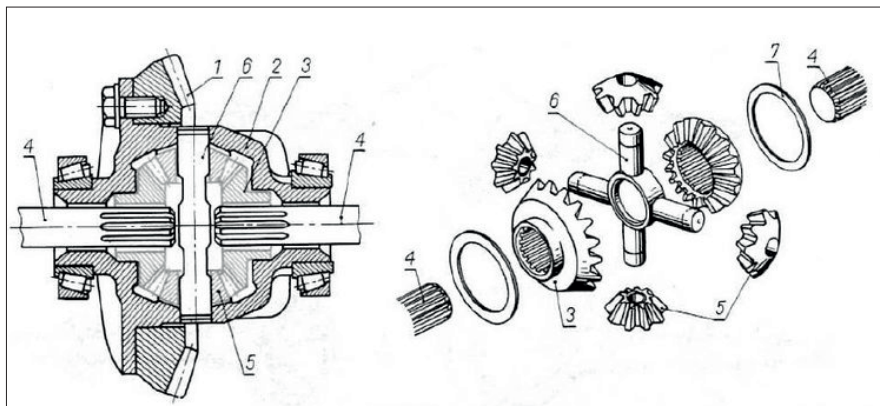
Dobór grubości i liczby podkładek regulacyjnych mechanizmu różnicowego prowadzi się w celu uzyskania prawidłowego naciągu wstępnego łożysk mechanizmu różnicowego. W celu realizacji tej czynności należy:

- założyć papierową uszczelkę o grubości od 0,10 mm do 0,15 mm,
- zamontować pokrywę i przykręcić ją śrubami,
- obrócić kilkakrotnie koła zębate mechanizmu różnicowego w celu ułożenia się łożysk,
- zamocować specjalny przyrząd pomiarowy na płaszczyźnie czołowej kołnierza obudowy mechanizmu od strony pokrywy,
- ustawić wskazówkę przyrządu na wartość równą zero i odczytać całkowity luz osiowy podczas przesuwania mechanizmu różnicowego wzdłuż jego osi w obu kierunkach,
- dobrać podkładki regulacyjne o łącznej grubości równej całkowitemu luzowi osiowemu odczytanemu na skali czujnika zegarowego przyrządu, a następnie dodać do nich podkładki o grubości 0,15–0,2 mm.

Jeżeli nie dysponujemy specjalnym przyrządem, należy postąpić w niżej opisany sposób:

- wcisnąć bieżnię wewnętrzne łożysk na czopy obudowy mechanizmu różnicowego i włożyć po jednej z podkładek o grubości ok. 0,50 mm z obu stron, a jedną w bieżnię w taki sposób, aby między nią a kołnierzem pozostała wolna przestrzeń wynosząca ok. 2 mm,
- zamontować całość w obudowie.
- obrócić kilkakrotnie koła zębate mechanizmu różnicowego,
- rozłożyć obudowę mechanizmu różnicowego,
- wyjąć mechanizm różnicowy i zmierzyć szczelinomierzem lub podkładkami regulacyjnymi odległość czoła bieżni łożyska od obudowy,
- włożyć w tę przestrzeń cienkie podkładki regulacyjne o grubości zależnej od wielkości oporu, z którym bieżnia łożyska daje się przesuwac po szybie obudowy,
- dołożyć podkładki o grubości od 0,1 mm do 0,2 mm (przy małym oporze przesuwania bieżni dołożyć grubsza podkładkę, przy większym oporze – cieńszą podkładkę),
- zmontować mechanizm różnicowy, wykorzystując odpowiednio dobraną liczbę podkładek o właściwej grubości.

- Ilustracja 7. Elementy składowe mechanizmu różnicowego: 1. koło talerzowe, 2. obudowa, 3. koło koronowe, 4. półosie napędowe, 5. satelity, 6. krzyżak satelitów, 7. pierścienie ślizgowe koła koronowego.



Następnie należy sprawdzić, czy obudowa mechanizmu obraca się z prawidłowym oporem. Podczas regulacji luzu międzyzębnego koła przekładni głównej podkładki regulacyjne można jedynie przekładać z jednej strony na drugą, lecz nie wolno zmieniać ich liczby ani grubości sumarycznej, ponieważ doprowadziłoby to do nieprawidłowego naciągu wstępnego łożysk.