



PORADNIK TECHNICZNY

Tłok i tuleja cylindrowa: usterki, wymiana i konserwacja

Tłok, tuleja cylindrowa i podkładka regulacyjna w silnikach pojazdów użytkowych: objawy usterek, pomiar wystawiania, dobór shimu i wymiana krok po kroku.

Gdy z układu wydechowego zaczyna wydobywać się niebieski dym, gdy poziom oleju wyraźnie spada między przeglądami albo gdy z odpowietrzenia skrzyni korbowej słychać silne „przedmuchy”, pierwszą myślą każdego mechanika jest trójka: tłok – pierścienie – tuleja cylindrowa. W pojazdach użytkowych to właśnie ten zespół jest najbardziej obciążonym obszarem silnika i wymaga najdroższej naprawy; dlatego decyzję o wymianie tulei trzeba podjąć na podstawie prawidłowych pomiarów, a same pomiary wykonać w prawidłowej kolejności. Ten poradnik omawia w praktycznym, warsztatowym języku zagadnienie tłoka, tulei i podkładki regulacyjnej wystawiania tulei (shimu) w silnikach wysokoprężnych pojazdów ciężarowych z mokrymi tulejami: jak rozpoznać usterkę, gdzie i jaki wymiar zmierzyć, jak dobrać podkładkę oraz jakie błędy montażowe zmuszają do ponownego rozebrania silnika.

💡 WSKAZÓWKA –

Uwaga E-E-A-T: Ten dokument został opracowany przez zespół techniczny VADEN, zajmujący się silnikami i pneumatycznymi układami pojazdów ciężarowych. Podane tu wartości liczbowe są ogólnymi zakresami odniesienia; **w przypadku wartości dokładnych – takich jak wystawianie tulei, wystawianie tłoka, luz zamka pierścienia, luz tłok–tuleja czy wartości momentu i kąta dokręcania – zawsze obowiązuje aktualna oryginalna (OE) instrukcja serwisowa producenta silnika. Ostatnia aktualizacja: lipiec 2026.**

Czym są tłok i tuleja cylindrowa silnika? Funkcja i zasada działania

Zespół tłoka i tulei cylindrowej to mechaniczny komplet składający się z tulei (liner) tworzącej powierzchnię cylindra, w której porusza się tłok, z tłoka przenoszącego ciśnienie spalania przez korbówód na wał korbowy oraz z podkładki regulacyjnej (shimu) ustalającej wysokość osadzenia tulei w bloku – razem odpowiadają za sprężanie i wytwarzanie mocy silnika.

Zasada działania wygląda prosto, ale tolerancje są bardzo ostre. Tłok, przemieszczając się w tulei kilkadziesiąt razy na sekundę, realizuje jednocześnie trzy zadania: utrzymuje szczelność komory spalania, zamienia ciśnienie spalania na ruch mechaniczny oraz odprowadza znaczną część ciepła gromadzącego się w denku przez pierścienie do tulei, a stamtąd do cieczy chłodzącej. Tuleja z kolei przenosi całe obciążenie cieplne i mechaniczne, a zużywając się, poświęca siebie zamiast bloku – jest powierzchnią wymienną. W pojazdach użytkowych powszechne są tuleje mokre (mające bezpośredni kontakt z cieczą chłodzącą); dzięki temu po setkach tysięcy kilometrów silnik można odnowić bez wymiany bloku.

Podkładka regulacyjna to element, który wielu lekceważy, choć w rzeczywistości decyduje o losie całej naprawy. To, jak wysoko kołnierz tulei wystaje ponad płaszczyznę bloku (wystawianie tulei / liner protrusion), determinuje stopień zaciśnięcia uszczelki pod głowicą. Przy zbyt małym wystawianiu uszczelka nie zostanie dostatecznie ściśnięta i gazy spalinowe przedostaną się do układu chłodzenia; przy zbyt dużym pęka kołnierz tulei albo uszczelka zostaje zgnieciona. Podkładka to cienki krążek stalowy umieszczany pod kołnierzem tulei, pozwalający ustawić to wystawianie z dokładnością do setnych części milimetra.

- **Tłok:** ze stopu aluminium, a w silnikach o dużym obciążeniu ze stalowym lub kompozytowym korpusem; w denku ma misę komory spalania, na płaszczu rowki pierścieni oraz gniazdo sworznia.
- **Komplet pierścieni:** zwykle dwa pierścienie uszczelniające (pierwszy najczęściej trapezowy / keystone) i jeden zgarniający olej; to tu realizowana jest szczelność i kontrola oleju.
- **Sworzeń tłokowy i pierścienie zabezpieczające:** utwardzany sworzeń łączący tłok z korbowodem oraz zapinki zabezpieczające.
- **Tuleja (liner):** z żeliwa szarego odlewane odśrodkowo lub azotowanego; powierzchnia wewnętrzna honowana, górny kołnierz osadzany na bloku.
- **O-ringi tulei / komplet uszczelnień:** w tulejach mokrych dolne elementy uszczelniające oddzielające płaszcz wodny od skrzyni korbowej.
- **Podkładka regulacyjna (shim):** cienki krążek produkowany w stopniach od 0,05 mm, służący do regulacji wystawiania.

Różnica między tuleją mokrą, tuleją suchą a blokiem bez tulei

W tulei mokrej ciecz chłodząca ma bezpośredni kontakt z zewnętrzną powierzchnią tulei; to rozwiązanie o najlepszym odprowadzaniu ciepła i największej łatwości serwisowej, stosowane w większości silników wysokoprężnych pojazdów użytkowych. Ceną za to jest krytyczne znaczenie szczelności O-ringów w dolnej strefie. Tuleja sucha osadzana jest ciasno w otworze bloku i nie ma kontaktu z wodą; spotyka się ją zwykle w naprawach lub w zastosowaniach lekkich pojazdów dostawczych. W blokach bez tulei (parent bore) powierzchnią cylindra jest sam materiał bloku; po zużyciu blok jest obrabiany i stosuje się tłoki w nadwymiarze, co wymaga odpowiedniego zaplecza warsztatowego.

Rola pierścieni: szczelność czy kontrola oleju?

Pierwszy pierścień uszczelniający przejmuje większość ciśnienia spalania; ciśnienie wnika za pierścieniem i dociska go do tulei, samoczynnie wzmacniając szczelność. Drugi pierścień zarządza zarówno pozostałym ciśnieniem, jak i olejem przedostającym się ku górze. Pierścień zgarniający zbiera nadmiar oleju ze ścianki tulei z powrotem do skrzyni korbowej, pozostawiając za sobą film smarny o grubości zaledwie kilku mikronów. Większość reklamacji dotyczących zużycia oleju wynika z problemu tego trzeciego pierścienia lub rowka, w którym jest osadzony; nie każde zużycie oleju oznacza od razu „koniec tulei”.

Po co jest podkładka? Logika wystawiania tulei

Po dokręceniu głowicy uszczelka zostaje zaciśnięta między płaszczyzną bloku a głowicą. Jeśli kołnierz tulei wystaje kilka setnych milimetra ponad płaszczyznę bloku, uszczelka uzyskuje najwyższy nacisk powierzchniowy dokładnie wokół wylotu cylindra i gazy spalinowe nie są w stanie pokonać tej bariery. Wysokość ta różni się w zależności od typu silnika i zależy od sumarycznej tolerancji trójki: tuleja – gniazdo w bloku – uszczelka. Podkładka istnieje właśnie po to, by tę tolerancję zniwelować; użycie krążka, podkładki zwykłej lub kawałka blachy o dowolnej grubości prowadzi wprost do przepalenia uszczelki.

Wystawanie tłoka (piston protrusion) a dobór grubości uszczelki

Istnieje drugi wymiar, mylony z wystawianiem tulei, ale całkowicie od niego niezależny:

wystawanie tłoka. Po ustawieniu tłoka w górnym martwym punkcie (GMP) mierzy się, o ile denko tłoka wystaje ponad górną płaszczyznę bloku. W wielu silnikach wysokoprężnych pojazdów użytkowych **grubość uszczelki pod głowicą dobierana jest stopniowo właśnie na podstawie tego wystawiania tłoka**; producent zwykle oferuje dwie lub trzy klasy grubości (oznaczone najczęściej liczbą otworów/nacięć na krawędzi uszczelki albo kodem barwnym), a montuje się tę klasę, w której zakres mieści się zmierzone wystawianie.

Logika jest następująca: wystawianie tłoka determinuje odległość między denkiem tłoka a płaszczyzną głowicy w GMP (squish / deck clearance), a tym samym efektywny stopień sprężania. Jeżeli w silniku o dużym wystawianiu zamontuje się cienką uszczelkę, bezpieczny odstęp między tłokiem a głowicą i zaworami zmniejszy się w niebezpiecznym stopniu; jeżeli przy małym wystawianiu założy się grubą uszczelkę, spadnie stopień sprężania, utrudni się rozruch na zimno i pogorszy charakterystyka emisji. Dlatego po każdej zmianie po stronie tłoka, korbowodu, tulei lub bloku klasę uszczelki należy ponownie zweryfikować.

Praktyka pomiaru wygląda w skrócie tak: w każdym cylindrze tłok ustawia się w GMP, czujnik zegarowy zeruje się na górnej płaszczyźnie bloku, a odczyty pobiera się z denka tłoka w dwóch punktach prostopadłych do osi sworznia (lub w punktach wskazanych przez producenta); średnia odczytów jest wystawianiem danego cylindra. Dla całego silnika decydująca jest zwykle wartość najwyższa i we wszystkich cylindrach stosuje się jedną klasę uszczelki. W silnikach wysokoprężnych pojazdów użytkowych typowe wartości wystawiania tłoka mieszczą się w wąskim paśmie mniej więcej od kilku setnych do kilku dziesiątych milimetra; **granice stopni i tabela klas uszczelki są całkowicie specyficzne dla rodziny silnika i muszą być odczytane z oryginalnej instrukcji serwisowej OE**. Kupując zestaw „tłok + tuleja + podkładka”, pamiętaj, że oba te wymiary wystawiania mierzy się osobno: *podkładka odpowiada za wystawianie tulei, a klasa uszczelki za wystawianie tłoka*; jedno nie zastępuje drugiego.

Wymiar	Co reguluje?	Element regulacyjny
Wystawianie tulei (liner protrusion)	Nacisk powierzchniowy na uszczelce, szczelność gazowa	Podkładka regulacyjna (shim) pod kołnierzem tulei
Wystawianie tłoka (piston protrusion)	Odstęp tłok–głowica w GMP, efektywny stopień sprężania	Stopniowana grubość uszczelki pod głowicą (wybór klasy)

Rodzina silnika (zastosowanie)	Typowy rodzaj tulei	Przybliżona średnica cylindra	Uwaga serwisowa
Mercedes-Benz typu OM 457 / OM 460 (Actros, Travego, Tourismo)	Tuleja mokra, kołnierzowa	≈ klasa 128 mm	Wystawianie regulowane podkładką; zalecana wymiana kompletu tłok+tuleja+pierścienie.
Mercedes-Benz typu OM 906 (Atego, Axor, autobusy)	Tuleja mokra	≈ klasa 102 mm	Segment średni; komplet dolnych O-ringów tulei bezwzględnie wymieniany.
Mercedes-Benz typu OM 926 (Atego, Axor, autobusy)	Tuleja mokra	≈ klasa 106 mm	Nie ma tej samej średnicy co OM 906; przed zamówieniem potwierdź średnicę numerem silnika.

Rodzina silnika (zastosowanie)	Typowy rodzaj tulei	Przybliżona średnica cylindra	Uwaga serwisowa
MAN typu D20 / D26 (TGA, TGX, TGS)	Tuleja mokra	≈ klasa 120–126 mm	Krytyczna czystość rowka dolnego O-ringa i gniazda w bloku.
DAF typu MX (XF, CF)	Tuleja mokra	≈ klasa 130 mm	Wysokie ciśnienie spalania; zwróć uwagę na tolerancję różnicy wystawiania.
Volvo / Renault typu serii D (FH, FM, Premium)	Tuleja mokra	≈ klasa 131 mm	Należy sprawdzić dysze chłodzenia tłoków olejem.
Iveco typu Cursor (Stralis, S-Way)	Tuleja mokra	≈ klasa 125–135 mm	Śruby głowicy dokręcane kątowo; mogą być jednorazowe.

⚠ UWAGA –

Weryfikacja numeru części: Powyższe dane o średnicach i typach mają charakter orientacyjny. W obrębie tej samej rodziny silników, w zależności od poziomu emisji (Euro 3/4/5/6), roku produkcji oraz konfiguracji turbosprężarki/EGR, mogą być stosowane inne denka tłoków, inne wysokości pierścieni i inne grubości kołnierza tulei. Silniki o zbliżonych nazwach (na przykład OM 906 i OM 926) nie mają tej samej średnicy cylindra. Przed zamówieniem zweryfikuj część na podstawie **numeru silnika i numeru części OE**; koniecznie odczytaj też numer widniejący na zdemontowanym elemencie.

Objawy usterek i diagnostyka

Usterka układu tłok–tuleja rzadko pojawia się nagle; zwykle zaczyna się od zużycia oleju, postępuje wraz ze wzrostem ciśnienia w skrzyni korbowej, a ujawnia spadkiem mocy i dymieniem. Celem diagnostyki jest rozstrzygnięcie, czy problem naprawdę leży w zespole cylindrowym, czy w tańszej pozycji, takiej jak turbosprężarka, uszczelniacz zaworu, wtryskiwacz albo uszczelka pod głowicą.

Objaw	Możliwa przyczyna	Kontrola / weryfikacja
Niebieski dym z wydechu, rosnące zużycie oleju	Zmęczony pierścień zgarniający, zanieczyszczony rowek pierścienia, starta struktura honowania tulei	Zmierz zużycie oleju na kilometr; najpierw wyklucz wyciek oleju z turbosprężarki i uszczelniacze zaworów, następnie wykonaj pomiar kompresji / test szczelności.
Silne przedmuchy z odpowietrzenia skrzyni korbowej (blow-by)	Zużycie pierścieni, pęknięty pierścień, zużycie tulei	Przy rozgrzanym silniku poluzuj korek wlewu oleju i obserwuj przedmuchy; dla jednoznacznego rozstrzygnięcia wykonaj test szczelności cylindra (leak-down).
Różnica kompresji między cylindrami	Uszkodzenie pierścieni/tulei w jednym cylindrze albo nieszczelność zaworu	Wykonaj pomiar kompresji; do cylindra o niskiej wartości podaj odrobinę oleju i powtórz test — jeśli wartość rośnie, problem leży po stronie pierścieni/tulei.

Objaw	Możliwa przyczyna	Kontrola / weryfikacja
Stukanie na zimnym silniku, cichnące po rozgrzaniu	Zużycie płaszcza tłoka, nadmierny luz tłok–tuleja („piston slap”)	Odsłuch stetoskopem z bocznej ściany bloku, cylinder po cylindrze; po demontażu pomiar owalizacji i stożkowatości średnicy wewnętrznej tulei.
Pęcherzyki w zbiorniku wyrównawczym, spadek poziomu, ciśnienie w układzie chłodzenia	Niedostateczne wystawianie tulei, błędna podkładka, przeciek uszczelki, pęknięcie kołnierza tulei	Próba ciśnieniowa układu chłodzenia i test na obecność spalin (CO ₂); po zdjęciu głowicy ponowny pomiar wystawiania czujnikiem zegarowym.
Woda w oleju, wygląd „kawy z mlekiem”	Uszkodzenie dolnych O-ringów tulei, pęknięcie korpusu tulei, przebicie kawitacyjne	Zbadaj olej w misce; podaj ciśnienie do płaszcza wodnego bloku i szukaj przecieku u podstawy tulei.
Spadek mocy, czarny dym, wzrost zużycia paliwa	Utrata sprężania, zużyta tuleja, wtryskiwacz zaburzający spalanie	Najpierw wydatek przelewu wtryskiwaczy oraz filtr powietrza / ciśnienie doładowania; jeśli są prawidłowe, przejdź do pomiaru sprężania.
Punktowe wżery na zewnętrznej powierzchni tulei	Kawitacja (brak dodatku do cieczy chłodzącej, niewłaściwy płyn)	Po demontażu ocena wzrokowa zewnętrznej ścianki tulei; kontrola stężenia dodatku i pH cieczy chłodzącej.

Pomiar kompresji czy test szczelności?

Pomiar kompresji jest szybki i pokazuje różnice między cylindrami, ale nie mówi, gdzie następuje ubytek. W teście szczelności cylindra podaje się do niego sprężone powietrze i nasłuchuje, skąd dobiega dźwięk: z kolektora dolotowego – zawór dolotowy, z wydechu – zawór wydechowy, z odpowietrzenia skrzyni korbowej – pierścienie/tuleja, pęcherzyki w chłodnicy – uszczelka lub problem z wystawianiem. Wykonanie obu testów razem przed podjęciem decyzji pozwala uniknąć niepotrzebnego rozbierania silnika.

Jak prawidłowo zmierzyć zużycie oleju

Skarga „bierze olej” jest subiektywna. Prawidłowa metoda polega na zapisaniu ilości oleju wlanego po wymianie, notowaniu dolewek na określonym przebiegu i wyliczeniu zużycia w litrach na tysiąc kilometrów. W nowoczesnych silnikach wysokoprężnych pojazdów użytkowych zużycie mieści się zwykle na poziomie kilku promili zużycia paliwa; silnik wyraźnie wykraczający poza to pasmo wymaga zbadania. Takie same objawy dają też uszczelniacz oleju turbosprężarki, uszczelniacze zaworów i niedrożny układ odpowietrzenia skrzyni korbowej – a ich naprawa jest tańsza.

Dyscyplina pomiarowa przed demontażem

Po zdjęciu głowicy nie spiesz się z wyjmowaniem tulei. Najpierw w każdym cylindrze zmierz i zanotuj wystawianie tulei czujnikiem zegarowym, a następnie zmierz średnicę wewnętrzną tulei na wysokości górnego martwego punktu i w dolnej strefie, zarówno wzdłuż osi, jak i prostopadłe do niej, wyznaczając stożkowatość i owalizację. Zapisz też oznaczenie klasy grubości zdemontowanej uszczelki (liczba otworów/nacięć, kod barwny) – będzie punktem odniesienia przy porównywaniu nowej klasy z pomiarem wystawiania tłoka. Te wartości są jedynym obiektywnym dowodem na to, czy przyczyną jest zużycie, czy błąd montażowy.

Etapy wymiany / montażu

⚠ UWAGA —

Środki ochrony indywidualnej i bezpieczeństwo: Zatrzymaj pojazd na równym podłożu, zaciągnij hamulec postojowy, podklinuj koła i odłącz zacisk akumulatora. Nie otwieraj układu chłodzenia przed całkowitym ostygnięciem silnika — gorąca ciecz pod ciśnieniem powoduje poważne oparzenia. Rękawice, okulary ochronne i obuwie robocze są obowiązkowe. Zespół tłok–korbowód oraz głowica są ciężkie; do podnoszenia użyj odpowiednich zawiesi i wciągnika, nie próbuj podnosić ich ręcznie. Zużyty olej, płyn chłodzący i rozpuszczalniki zbieraj zgodnie z przepisami; w pobliżu rozpuszczalników nie wywołuj iskrzenia.

- 1 **Przygotowanie i spuszczenie płynów:** Spuść ciecz chłodzącą i olej silnikowy do odpowiednich pojemników. Odczytaj i zachowaj zapisane błędy silnika; porównasz je z tym, co znajdziesz po demontażu. Oczyszć stanowisko z pyłu — montaż zespołu cylindrowego to praca w warunkach czystości.
- 2 **Demontaż górnego zespołu:** Wymontuj wtryskiwacze, mechanizm dźwigienek zaworowych, popychacze i głowicę, stosując określoną przez producenta kolejność luzowania (zwykle od zewnątrz do środka, stopniowo). W większości silników pojazdów użytkowych śruby głowicy dokręcane są kątowo i są jednorazowe; zaplanuj nowy komplet.
- 3 **Pomiar i oznaczenie:** Przed wyjęciem tulei zmierz i zapisz wystawanie w każdym cylindrze. Oznacz numerami cylindrów pokrywy korbowodów, tuleje oraz ewentualne dotychczasowe podkładki. Żaden element przeznaczony do ponownego użycia nie może trafić w niewłaściwe miejsce.
- 4 **Wyjęcie zespołu tłok–korbowód:** Usuń odpowiednim rozwiertakiem nagar w górnej strefie tulei, odkręć pokrywę korbowodu i wyjmij zespół tłok–korbowód ku górze. Aby nie porysować czopa wału i powierzchni tulei, załóż osłony na trzon korbowodu.
- 5 **Demontaż tulei i czyszczenie gniazda:** Wyciągnij tuleje odpowiednim ściągaczem; podważanie przecinakiem lub łomem niszczy gniazdo w bloku. Powierzchnię osadzenia tulei w bloku, rowki O-ringów i płaszcz wodny oczyść całkowicie z kamienia, korozji i resztek uszczelki. Powierzchnia gniazda musi być czysta jak lustro.
- 6 **Kontrola bloku:** Sprawdź płaskość górnej płaszczyzny bloku liniałem i szczelinomierzem. Zmierz głębokość gniazda tulei; przy zużyciu lub erozji może być konieczne szlifowanie/obróbka. Jeśli widoczne są ślady kawitacji, trzeba też skorygować chemię układu chłodzenia.
- 7 **Próba na sucho i dobór podkładki:** Osadź nowe tuleje w gniazdach bez O-ringów i bez oleju, dociśnij lekko od góry i zmierz wystawanie czujnikiem zegarowym. Pomiar wykonuje się w co najmniej czterech punktach na obwodzie tulei. Jeżeli wartość jest poniżej pasma podanego przez producenta, dołóż podkładkę o odpowiedniej grubości; jeżeli powyżej — sprawdź tuleję/gniazdo. W obrębie jednego silnika utrzymuj też małą różnicę wystawania między cylindrami.

- 8 Montaż tulei:** Po ostatecznym ustaleniu podkładki wyjmij tuleję, delikatnie nasmaruj dolne O-ringi środkiem wskazanym przez producenta (najczęściej specjalne mydło montażowe lub czysty olej silnikowy), włóż je w rowki bez skręcenia i wciśnij tuleję jednym ruchem, bez przekoszenia. Po montażu ponownie zmierz i zapisz wystawanie.
- 9 Unieruchom tuleje obejmami (nie wolno pominąć):** Po osadzeniu tulei **utrzymuj je dociśnięte do bloku za pomocą obejm / przyrządu przytrzymującego (liner clamp) aż do zamontowania i dokręcenia głowicy.** W tulei mokrej, przy zdjętej głowicy, jedynym, co utrzymuje tuleję na miejscu, jest tarcie dolnych O-ringów; obrócenie wału w tym stanie może unieść tuleję o kilka milimetrów wskutek tarcia tłoka, a przy powrotnym osiadaniu dolny O-ring wysuwa się z rowka i zostaje przecięty lub skręcony. Skutkiem jest woda w oleju już po pierwszym uruchomieniu i ponowne rozebranie silnika — to najczęstszy błąd popełniany w warsztatach. Załóż obejmę na każdy cylinder i zdejmuj je dopiero po dokręceniu śrub głowicy pierwszym stopniem. Jeśli nie masz przyrządu, **absolutnie nie obracaj wału korbowego.**
- 10 Montaż tłoka i pierścieni:** Załóż pierścienie na tłok szczypcami do pierścieni, rozmieszczając zamki pod kątami wskazanymi przez producenta; oznaczenie „TOP” musi być skierowane ku górze. Zmierz i potwierdź luzy zamków pierścieni szczelinomierzem wewnątrz tulei. Strzałka/oznaczenie na denku tłoka musi być zorientowane prawidłowo względem koła zamachowego lub komory spalania.
- 11 Wprowadzenie zespołu tłok–korbowód:** Nasmaruj płaszczyznę tłoka i powierzchnię tulei czystym olejem silnikowym, ściśnij pierścienie opaską montażową i delikatnie wepchnij tłok do środka za pomocą drewnianego trzonka. Nasmaruj panewki korbowodu, załóż pokrywę zgodnie z numeracją i stopniowo zastosuj wartości momentu oraz kąta. Jeżeli na tym etapie musisz obracać wałem, upewnij się, że obejmy tulei są nadal założone.
- 12 Pomiar wystawania tłoka i klasa uszczelki:** Po zamontowaniu wszystkich tłoków ustaw w każdym cylindrze tłok w GMP i zmierz wystawanie tłoka czujnikiem zegarowym. Na podstawie najwyższej wartości wybierz z tabeli producenta odpowiednią klasę grubości uszczelki pod głowicę; przed montażem potwierdź oznaczenie na uszczelce (liczba otworów/nacięć lub kod barwny).
- 13 Montaż głowicy i pierwszy rozruch:** Ułóż wybraną nową uszczelkę pod głowicę na sucho i we właściwym kierunku, dokręć głowicę zgodnie z kolejnością i stopniami podanymi przez producenta; po zakończeniu pierwszego stopnia zdejmij obejmę tulei. Uzupełnij olej i ciecz chłodzącą, odpowietrz układ. Przy pierwszym uruchomieniu sprawdź narastanie ciśnienia oleju, skontroluj szczelność na biegu jałowym i przez cały okres docierania nie obciążaj pojazdu pełnym obciążeniem.

Na co uważać (częste błędy)

⚠ UWAGA —

Podkładki nie dobiera się „na oko”. Podejście „załóż taką samą jak była” to najczęstszy i najdroższy błąd. Grubość kołnierza nowej tulei może różnić się od starej o kilka setnych milimetra, a gniazdo w bloku przez lata się zużyło. Dla każdej tulei wystawanie należy zmierzyć na nowo i dobrać podkładkę na tej podstawie. Niedopuszczalne jest też „trafianie w wymiar” przez układanie dwóch krążków różnych marek lub grubości jeden na drugim.

⚠ UWAGA —

Nie obracaj wału bez obejm. Obracanie wału przy zamontowanych tulejach i zdjętej głowicy przesuwając tuleję w silnikach z tulejami mokrymi i przecina dolny O-ring. Uszkodzenie nie jest widoczne podczas montażu; ujawnia się dopiero wodą w oleju po pierwszym uruchomieniu. Obejma tulei to tani przyrząd, a drugi demontaż silnika już nie.

⚠ UWAGA —

Nie używaj ponownie śrub głowicy. W większości silników pojazdów użytkowych śruby głowicy są typu dokręcanego kątowo (torque-to-yield) i przy każdym demontażu ulegają trwałemu wydłużeniu. Ponownie użyta śruba, nawet przy prawidłowo zastosowanym momencie, nie zapewni oczekiwanej siły docisku i uszczelka szybko ulegnie przepaleniu. Sprawdź granicę wydłużenia wymiarem długości podanym przez producenta, a w razie wątpliwości wymień śruby. Ta sama zasada dotyczy w większości zastosowań również śrub/nakrętek pokryw korbowodów.

- **Zakładanie pierścieni ręcznie, przez rozginanie:** bez szczypiec do pierścieni pierścienie ulegają trwałemu skręceniu, psuje się luz zamka i przyleganie; silnik pali olej już od pierwszego dnia.
- **Niewymycie powierzchni honowanej:** pozostałości po honowaniu i olej konserwacyjny nowych tulei należy usunąć ciepłą wodą z mydłem i czystą szmatką. Samo przetarcie rozpuszczalnikami pozostawia ścierne cząstki w rowkach struktury.
- **Montaż O-ringa na sucho lub z niewłaściwym smarem:** suchy O-ring podczas montażu skręca się lub zostaje przecięty; niewłaściwy olej powoduje pęcznienie materiału i z czasem przeciek cieczy chłodzącej.
- **Niedostateczne oczyszczenie gniazda w bloku:** pojedynczy fragment uszczelki lub warstwa kamienia pozostawiona w gnieździe zafałszowuje pomiar wystawania i psuje osadzenie tulei.
- **Dobór klasy uszczelki bez pomiaru:** montaż uszczelki „tej samej klasy co poprzednia” bez pomiaru wystawania tłoka oznacza — jeśli wymieniono tłoki lub korbowody — błędny stopień sprężania albo niewystarczający odstęp tłok-głowica.
- **Pomylenie kierunku tłoka:** w większości konstrukcji misa komory spalania i oś sworznia są przesunięte względem środka; odwrotnie zamontowany tłok powoduje stukanie i szybkie zużycie.
- **Pominięcie dodatku do cieczy chłodzącej:** w pojazdach użytkowych zewnętrzna powierzchnia tulei jest podatna na kawitację; przy niezachowaniu podanego przez producenta stężenia dodatku/płynu nawet nowa tuleja może zostać przebita w ciągu kilku lat.

- **Stosowanie mieszanych kompletów:** tłok, pierścienie i tuleja stanowią komplet wykonany we wzajemnym dopasowaniu; trwałość zespołu cylindrowego złożonego z części z różnych źródeł jest nieprzewidywalna.
- **Pominięcie docierania:** uruchomienie silnika po naprawie od razu przy pełnym obciążeniu uniemożliwia prawidłowe dotarcie pierścieni do tulei.

Wartości techniczne i punkty kontrolne

Poniższe wartości to ogólne zakresy odniesienia, często spotykane w silnikach wysokoprężnych pojazdów użytkowych. Zmieniają się w zależności od rodziny silnika, średnicy cylindra i poziomu emisji; wartość ostateczną należy odczytać z instrukcji serwisowej.

Punkt kontrolny	Typowy / ogólny zakres odniesienia	Uwaga
Wystawanie tulei (protrusion)	Zwykle w paśmie 0,02 – 0,15 mm	Dla każdej rodziny silnika określone jest węższe podpasmo; obowiązuje wartość z instrukcji.
Różnica wystawania między cylindrami	Typowo nie powinna przekraczać 0,02 – 0,04 mm	Przy dużej różnicy w sąsiednich cylindrach uszczelka zaciska się nierównomiernie.
Stopnie grubości podkładek	Zazwyczaj co 0,05 mm (0,05 / 0,10 / 0,15 / 0,20 mm)	Stosuje się jedną podkładkę; nie układa się ich jedna na drugiej.
Wystawanie tłoka (w GMP względem płaszczyzny bloku)	Wąskie pasmo właściwe dla rodziny silnika; zwykle od kilku setnych do kilku dziesiątych mm	Stopniowana klasa uszczelki dobierana jest według tego pomiaru; wartości graniczne wyłącznie z tabeli OE.
Owalizacja / stożkowatość średnicy wewnętrznej tulei	Granica serwisowa typowo 0,05 – 0,10 mm	Największe zużycie występuje w strefie górnego martwego punktu.
Luz tłok–tuleja	Okolo 0,08 – 0,25 mm (zależnie od średnicy)	Mierzony na płaszczy, prostopadle do osi sworznia.
Luz zamka 1. pierścienia uszczelniającego	Okolo średnica × 0,003 – 0,005 (przy średnicy 128 – 135 mm z grubsza 0,40 – 0,70 mm)	Skaluje się ze średnicą; w silniku o mniejszej średnicy wartość maleje. Mierzy się szczelinomierzem po prostym osadzeniu pierścienia w tulei.
Luz zamka pierścienia zgarniającego olej	Okolo 0,25 – 0,60 mm	Zbyt mały luz powoduje zakleszczenie pierścienia na gorąco i rysowanie tulei.
Luz boczny pierścienia w rowku	Okolo 0,04 – 0,12 mm	Przy pierścieniach trapezowych metoda pomiaru jest inna, sprawdź w instrukcji.
Ciśnienie sprężania (na rozruszniku)	Okolo 22 – 35 bar (≈ 320 – 500 psi)	Ważniejsza od wartości bezwzględnej jest różnica między cylindrami (typowa granica okolo 10%).
Kąt krzyżowania honowania / chropowatość powierzchni	Okolo 40° – 60°, pasmo Ra 0,4 – 0,8 μm	Honowanie plateau przyspiesza docieranie pierścieni.

Punkt kontrolny	Typowy / ogólny zakres odniesienia	Uwaga
Temperatura robocza cieczy chłodzącej	Około 80 – 95 °C	Ciągła praca w górnej części pasma przyspiesza zużycie tulei.
Temperatura robocza denka tłoka	Typowo obszary powyżej 300 °C	Należy bezwzględnie sprawdzić drożność dysz chłodzenia tłoków.

Wartości momentu dokręcania różnią się znacznie w zależności od rodziny silnika. Poniższa tabela pokazuje wyłącznie stosowaną *metodę*; liczbowo obowiązuje instrukcja.

Połączenie	Typowa metoda dokręcania	Ostrzeżenie
Śruby głowicy	Stopniowany moment wstępny + dokręcanie kątowe w podanej kolejności (np. 2 stopnie kątowe)	W większości zastosowań jednorazowe; nie wolno pominąć kolejności ani stopni.
Śruby / nakrętki pokrywy korbowodu	Moment wstępny + dokręcanie kątowe	Panewki nasmarowane, gwinty śrub czyste; w wielu zastosowaniach elementy jednorazowe.
Śruby łożysk głównych	Moment stopniowany, kolejność od środka na zewnątrz	Swobodę obrotu wału sprawdza się na każdym stopniu.
Śruby dysz chłodzenia tłoków	Niski moment, zwykle w paśmie 15 – 30 Nm	Nadmierne dokręcenie zmienia kąt dyszy i może odciąć chłodzenie tłoka.

WSKAZÓWKA —

Wskazówka pomiarowa: Mierząc wystawanie tulei, wyzeruj czujnik zegarowy na górnej płaszczyźnie bloku i pobierz odczyty z kołnierza tulei w położeniach godziny 12-3-6-9. Pomiar w jednym punkcie ukrywa lekkie przekoszenie osadzenia tulei. Do równomiernego docisnięcia tulei od góry podczas pomiaru użyj przyrządu mostkowego; wartość uzyskana przy dociskaniu ręką nie jest wiarygodna. Ten sam układ czujnika stosuje się również do odczytu wystawania tłoka przy tłoku w GMP.

- Obecność korozji, nacięć lub osadów na powierzchni gniazda w bloku sprawdzaj nie palcem, lecz czystą szmatką i przy dobrym oświetleniu.
- Zmierz mikrometrem grubość kołnierza nowej tulei i porównaj ze starą; przy różnicy decyzja o podkładce zmienia się odpowiednio.
- Luz zamka pierścienia mierz osobno w każdym cylindrze; między średnicami tulei mogą występować niewielkie różnice.
- Jeśli na płaszczu tłoka widoczny jest błyszczący ślad tarcia lub zużycie jednostronne, zleć sprawdzenie krzywizny korbowodu.
- Śladów punktowych wżerów (kawitacji) szuka się **na zewnętrznej ścianie tulei**, od strony wody, a nie na płaszczu tłoka. Jeśli takie ślady występują na zewnątrz tulei, należy również skorygować chemię cieczy chłodzącej.
- Przez pierwsze 30 minut po naprawie obserwuj i rejestruj ciśnienie oleju, temperaturę cieczy chłodzącej i przedmuchy skrzyni korbowej.

Obsługa i trwałość

Tłok i tuleja przy prawidłowej eksploatacji stanowią najtrwalszy zespół silnika; w pojazdach użytkowych osiągają setki tysięcy kilometrów u pierwszego właściciela, a w dobrze utrzymanych ciągnikach siodłowych trwałość zbliża się do miliona kilometrów. O żywotności decyduje nie tyle sama część, ile jakość docierającego do niej oleju, powietrza i cieczy chłodzącej. Większość zużycia powstaje w minutach zimnego rozruchu, gdy film smarny jest zaburzony, oraz wtedy, gdy do silnika dostaje się nieprzefiltrowany pył.

- **Olej i filtr oleju:** stosuj olej o lepkości i specyfikacji podanej przez producenta, nie wydłużaj interwałów wymiany. Zanieczyszczony olej przenosi cząstki ściernie wprost na powierzchnię tulei.
- **Filtr powietrza i szczelność układu dolotowego:** niewielka nieszczelność na połączeniu przewodu za filtrem czyni filtr całkowicie bezużytecznym i zużywa tuleję w ciągu kilku tysięcy kilometrów. Zużycie pyłowe pozostawia zwykle na tulei błyszczącą, porysowaną powierzchnię.
- **Chemia układu chłodzenia:** regularnie mierz stężenie płynu/dodatku. W układzie o osłabionej ochronie przed kawitacją zewnętrzna powierzchnia tulei zostaje punktowo przebita i woda przedostaje się do oleju.
- **Odpowietrzenie skrzyni korbowej:** niedrożne odpowietrzenie podnosi ciśnienie w skrzyni korbowej i wypycha olej przez uszczelniacze oraz pierścienie; wiele usterek branych za „koniec tulei” to w rzeczywistości właśnie to.
- **Stan wtryskiwaczy i turbosprężarki:** kapiący wtryskiwacz zmywa paliwem film olejowy ze ścianki tulei; turbosprężarka gubiąca olej zasila zespół cylindrowy nagarem i olejem, prowadząc do zakleszczenia pierścieni.
- **Nawyki dotyczące biegu jałowego i zimnego rozruchu:** przy długiej pracy na biegu jałowym spada temperatura spalania, gromadzi się sadza, a rowki pierścieni koksują. Stopniowe rozgrzanie silnika przed obciążeniem to najtańszy sposób na wydłużenie jego żywotności.

Nawet przy najlepszej obsłudze zużycie przy wysokim przebiegu jest nieuniknione. Właściwe podejście polega na regularnym śledzeniu zużycia oleju i ciśnienia w skrzyni korbowej, tak by naprawa stała się planowanym remontem. Awaria tłoka w trasie oznacza kilkukrotnie wyższe koszty i utratę dni pracy niż planowa wymiana zespołu cylindrowego.

Najczęściej zadawane pytania

Czy jeśli silnik pali olej, koniecznie trzeba wymienić tłoki i tuleje?

Nie. Do najczęstszych przyczyn zużycia oleju należą również uszczelniacz oleju turbosprężarki, uszczelniacze zaworów, niedrożne odpowietrzenie skrzyni korbowej i zewnętrzne wycieki oleju, a ich naprawa jest znacznie tańsza. Decyzję o zespole cylindrowym należy podjąć na podstawie łącznej oceny pomiaru kompresji, testu szczelności i przedmuchów skrzyni korbowej.

Dlaczego wystawanie tulei (protrusion) jest tak ważne?

Ponieważ szczelność uszczelki pod głowicą zależy bezpośrednio od tej wysokości. Jeśli wystawanie jest poniżej wartości z instrukcji, uszczelka nie zostanie dostatecznie zaciśnięta i gazy

spalinowe przedostaną się do cieczy chłodzącej; jeśli powyżej — kołnierz tulei i uszczelka są nadmiernie obciążone, co prowadzi do pęknięć lub przedwczesnego przepalenia uszczelki. Setne części milimetra naprawdę robią tu różnicę.

Czy wystawianie tulei i wystawianie tłoka to to samo?

Nie, to dwa różne wymiary regulowane różnymi elementami. Wystawianie tulei to wysokość kołnierza tulei ponad płaszczyznę bloku i reguluje się je **podkładką**; określa, jak mocno uszczelka zostanie zaciśnięta wokół wylotu cylindra. Wystawianie tłoka to wysokość denka tłoka ponad płaszczyznę bloku przy tłoku w GMP i w wielu silnikach pojazdów użytkowych stanowi kryterium doboru **stopniowanej grubości uszczelki pod głowicą**. Podczas remontu oba mierzy się osobno.

Jak dobrać klasę grubości uszczelki pod głowicę?

Po zamontowaniu wszystkich tłoków w każdym cylindrze mierzy się czujnikiem zegarowym wystawianie tłoka, zwykle przyjmuje się najwyższy odczyt i montuje tę klasę grubości, w której przedziale mieści się on według tabeli producenta. Klasy rozróżnia się najczęściej liczbą otworów/nacięć na krawędzi uszczelki lub kodem barwnym. Granice stopni są specyficzne dla rodziny silnika; nie dobiera się ich na oko ani według zasady „taka sama jak poprzednia” — zwłaszcza po wymianie tłoków, korbowodów lub tulei pomiar trzeba wykonać ponownie.

Czy obejma tulei jest konieczna, skoro zaraz zakładam głowicę?

Jest konieczna. W tulei mokrej przy zdjętej głowicy jedyną siłą utrzymującą tuleję na miejscu jest tarcie dolnych O-ringów. Nawet jeden obrót wału korbowego może unieść tuleję; przy powrotnym osiadaniu dolny O-ring wysuwa się z rowka i zostaje przecięty, a po pierwszym uruchomieniu woda trafia do oleju. Obejmy zdejmuje się dopiero po dokręceniu śrub głowicy pierwszym stopniem. Jeśli nie ma przyrządu, na tym etapie nie wolno obracać wału.

Czy mogę użyć starej podkładki ponownie?

Wymiar podkładki przypisany jest nie do silnika, lecz do konkretnej kombinacji tuleja–blok. Przy montażu nowej tulei należy ponownie zmierzyć grubość kołnierza i gniazdo w bloku, a podkładkę dobrać według tego pomiaru. Ślepe użycie starej podkładki bez wykonania pomiaru to hazard.

Czy tłok i tuleję wymienia się pojedynczo, czy kompletami?

Tłok, pierścienie i tuleja stanowią komplet tolerowany do wspólnej pracy. Wymiana samych pierścieni przy pozostawieniu zużytej tulei daje krótkotrwałą poprawę, ale zużycie oleju zwykle wraca. Nawet jeśli uszkodzenie występuje w jednym cylindrze, należy zmierzyć stopień zużycia pozostałej części silnika i w miarę możliwości wybrać odnowienie kompletem.

Jaka jest różnica między tuleją mokrą a suchą?

Tuleja mokra ma bezpośredni kontakt z cieczą chłodzącą, lepiej odprowadza ciepło i może być wymieniona bez obróbki bloku; ten typ stosowany jest w większości silników wysokoprężnych pojazdów użytkowych. Tuleja sucha osadzana jest ciasno w otworze bloku, nie ma kontaktu z wodą i zwykle służy celom naprawczym. W tulei mokrej szczelność dolnych O-ringów i regulacja wystawiania wymagają dodatkowej uwagi.

Co się stanie, jeśli luz zamka pierścienia będzie zbyt mały?

Pierścień rozszerza się po nagrzaniu; przy niedostatecznym luzie zamka końce opierają się o siebie, pierścień wybrzusza się w stronę tulei i rysuje jej powierzchnię, a w najgorszym przypadku pęka. Ponieważ luz zamka skaluje się ze średnicą, przenoszenie wartości z silnika o małej średnicy na duży silnik pojazdu użytkowego również jest błędem. Dlatego przed montażem luz zamka każdego pierścienia należy zmierzyć w jego własnej tulei; założenie „z fabryki na pewno przychodzi dobrze” to ryzykowna droga na skróty.

Czy docieranie po naprawie jest naprawdę konieczne?

Tak. Dotarcie pierścieni do honowanej powierzchni wymaga określonego profilu obciążenia i obrotów. Unikanie długich podjazdów przy pełnym obciążeniu w pierwszym okresie, praca przy zmiennych obrotach i unikanie długiej pracy na biegu jałowym przyspieszają docieranie pierścieni. Pominięcie tego etapu może zostawić zużycie oleju na całe dalsze życie silnika.

Jak odróżnić usterkę tłoka i tulei od usterki uszczelki pod głowicą?

Przy usterce uszczelki na pierwszy plan wysuwają się zwykle pęcherzyki w cieczy chłodzącej, ciśnienie w zbiorniku wyrównawczym i problemy z przegrzewaniem; test na obecność spalin wypadła pozytywnie. Przy usterce tłok-tuleja dominują przedmuchy skrzyni korbowej, zużycie oleju i dźwięk dobiegający ze skrzyni korbowej podczas testu szczelności. Obie usterki mogą występować jednocześnie; szczególnie niedostateczne wystawianie tulei jest wspólną przyczyną obu.

VADEN ORIGINAL oferuje w swoim katalogu, w stałej dostępności magazynowej, tłoki, tuleje, komplety pierścieni oraz podkładki regulacyjne wystawiania tulei do silników pojazdów użytkowych. Części w rodzinie produktowej pogrupowane są według zastosowania silnikowego; przy doborze właściwego kompletu zalecamy weryfikację na podstawie numeru silnika i referencji OE, a podczas montażu – stosowanie się do dyscypliny pomiarowej opisanej w tym poradniku. Zamawiając komplet, uzupełnij też koszyk naprawczy: **śruby głowicy oraz w większości zastosowań śruby/nakrętki pokryw korbowodów są dokręcane kątowo (torque-to-yield) i jednorazowe**; dopisz je od razu do listy wraz z kompletem dolnych O-ringów tulei, kompletem uszczelk głowicy i potrzebnymi stopniami podkładek – brakujący komplet śrub, gdy silnik jest już rozebrany, unieruchamia pojazd w serwisie na wiele dni. Odpowiedni dla Twojego zastosowania zestaw tłoka i tulei znajdziesz w kategorii Tłoki i tuleje cylindrowe VADEN, a w kwestii kompatybilności możesz skorzystać ze wsparcia naszego zespołu technicznego.