



PORADNIK TECHNICZNY

Sterownik skrzyni biegów TCU: awaria, wymiana i diagnostyka

Sterownik skrzyni biegów (TCU) w pojazdach użytkowych: objawy awarii, diagnostyka, procedura wymiany, adaptacja oraz wartości techniczne i błędy montażu.

W miarę upowszechniania się skrzyń biegów zautomatyzowanych w pojazdach użytkowych rośnie liczba aut trafiających do serwisu ze skargami typu "nie wrzuca biegów", "na podjeździe wyskoczył na luz", "po włączeniu zapłonu miga N". W znacznej części tych przypadków pierwszym podejrzanym staje się sterownik skrzyni biegów, choć z naszych obserwacji terenowych wynika, że odsetek faktycznie uszkodzonych sterowników jest wyraźnie niższy niż udział usterek zasilania, masy i łączny. Ten poradnik wyjaśnia warsztatowym językiem, co robi sterownik skrzyni biegów, jak rozpoznać, czy naprawdę jest uszkodzony, jak przebiega wymiana oraz proces uczenia (adaptacji), a także jakie praktyki eksploatacyjne przedwcześnie wykańczają sterownik.

WSKAZÓWKA —

Niniejszy dokument został opracowany przez zespół techniczny VADEN na podstawie informacji zwrotnych z serwisów oraz danych katalogowych. Podane wartości mają charakter orientacyjny; w zakresie momentów dokręcania, ciśnień, rezystancji oraz oprogramowania i parametrów należy zawsze kierować się aktualną instrukcją serwisową producenta pojazdu i skrzyni biegów. Ostatnia aktualizacja: lipiec 2026.

Czym jest sterownik skrzyni biegów (TCU)? Zadania i zasada działania

Sterownik skrzyni biegów (TCU) to elektroniczna jednostka sterująca, która w pojazdach użytkowych zarządza wyborem biegu oraz siłownikami sprzęgła i zmiany biegów na podstawie danych z czujników, a komunikując się magistralą CAN ze sterownikiem silnika oraz układami hamulcowym i retardera, włącza właściwy bieg we właściwym momencie.

Zasada działania to w istocie pętla zamknięta: sterownik tworzy obraz sytuacji na podstawie czujników prędkości obrotowej wejścia i wyjścia, czujników położenia dźwigni i selektora, czujnika drogi sprzęgła, położenia pedału przyspieszenia oraz danych z magistrali CAN o momencie obrotowym silnika, prędkości pojazdu, hamowaniu i nachyleniu drogi. Na tej podstawie steruje siłownikami pneumatycznymi lub elektrohydraulicznymi, żąda od silnika redukcji momentu obrotowego w trakcie zmiany biegu, po zakończeniu synchronizacji zamyka sprzęgło i ponownie weryfikuje efekt poprzez czujniki. Jeżeli oczekiwane położenie nie zostanie potwierdzone w określonym czasie, sterownik zapisuje kod usterki, blokuje daną funkcję, a w większości systemów przełącza pojazd w tryb awaryjny ("limp home").

W skrzyniach zautomatyzowanych (AMT) sterownik jest zwykle zintegrowany z korpusem skrzyni lub zamontowany w jego pobliżu; w układach w pełni automatycznych z przekładnią hydrokinetyczną może występować jako oddzielna obudowa w kabinie lub na ramie. W obu architekturach elementy peryferyjne podłączone do sterownika są w dużej mierze takie same.

- **Mikrokontroler i stopień mocy:** logika decyzyjna, sterowniki zaworów/elektrozaworów oraz obwody zabezpieczenia prądowego.
- **Wejścia czujników prędkości obrotowej:** obroty wejścia skrzyni, wałka pośredniego i wyjścia (typ indukcyjny lub Halla).
- **Czujniki położenia:** selektor biegów, położenie dźwigni, droga sprzęgła, a w niektórych układach czujnik skoku siłownika.

- **Wyjścia siłowników:** pneumatyczne zawory elektromagnetyczne (bieg/selektor/split/range), siłownik sprzęgła, pompa oleju lub zawory ciśnieniowe.
- **Interfejsy CAN:** magistrala pojazdu (silnik, hamulce, retarder, zestaw wskaźników), a w części układów dodatkowa wewnętrzna podmagistrala skrzyni biegów.
- **Zasilanie i masa:** stałe zasilanie 24 V, zasilanie po zapłonie oraz masa nadwozia o niskiej rezystancji.
- **Pamięć trwała:** wartości adaptacyjne, kompensacja zużycia, konfiguracja pojazdu i zapisy usterek.

Dlaczego adaptacja (uczenie) jest tak istotna?

Sterownik na bieżąco uczy się i kompensuje przesuwanie się punktu sprzęgania w miarę zużywania się tarczy sprzęgła, tolerancje mechaniczne skoku siłownika oraz zużycie synchronizatorów. Te wyuczone wartości znajdują się w pamięci sterownika; po wymianie jednostki lub skasowaniu pamięci układ startuje "od zera". Jeżeli pojazd wyjedzie na drogę bez wykonanej adaptacji, sprzęganie będzie twarde, pojawią się szarpanie przy ruszaniu i staczanie się na wzniesieniu. Znaczna część zgłoszeń "zamontowałem nowy sterownik i dalej nie działa" to w rzeczywistości niewykonana lub przerwana adaptacja.

Różnica między architekturą pneumatyczną a elektrohydrauliczną

W europejskich ciągnikach siodłowych po stronie AMT dominującym rozwiązaniem jest aktuacja pneumatyczna: sterownik zasila elektrozawory, a ruch wykonuje siłownik pneumatyczny. W tej architekturze jakość powietrza bezpośrednio wpływa na kondycję sterownika; wilgotne lub zaolejone powietrze uszkadza blok zaworowy, a sterownik, podając stale prąd do wadliwego zaworu, przeciąża swój stopień wyjściowy. W układach elektrohydraulicznych i z przekładnią hydrokinetyczną ciśnienie regulowane jest zaworami proporcjonalnymi; tam decydujące znaczenie mają temperatura i jakość oleju. W obu przypadkach sterownika nie da się rozpatrywać w oderwaniu od kondycji podłączonego do niego układu hydraulicznego lub pneumatycznego.

Powiązanie ze sterownikiem silnika

Zmiana biegu nie jest zadaniem wyłącznie skrzyni. Sterownik w chwili zmiany żąda od sterownika silnika redukcji momentu obrotowego; jeżeli strona silnika reaguje z opóźnieniem lub wcale, zmiany stają się twarde, synchronizatory są przeciążane, a z czasem gromadzą się błędy typu "przekroczony czas zmiany biegu". Dlatego odczytanie zapisów po stronie silnika jeszcze przed analizą kodów skrzyni biegów znacząco skraca czas diagnozy.

Układ / architektura	Typowe zastosowanie	Aktuacja	Umiejscowienie sterownika	Kluczowy punkt obsługi
AMT — z aktuacją pneumatyczną (typu ZF / odpowiednik)	Ciągniki siodłowe, transport dalekobieżny, 4x2 i 6x2	Sprężone powietrze + blok elektrozaworów	Na korpusie skrzyni biegów	Osuszacz powietrza i odprowadzanie wilgoci

Układ / architektura	Typowe zastosowanie	Aktuacja	Umiejscowienie sterownika	Kluczowy punkt obsługi
AMT – pneumatyczna, z grupą split/range (odpowiednik z komponentami zaworowymi typu Knorr)	Budownictwo, wozidła, ciągniki siodłowe	Siłownik pneumatyczny + zawór range	Na korpusie skrzyni biegów	Szczelność bloku zaworowego, jakość powietrza
W pełni automatyczna, z przekładnią hydrokinetyczną	Autobusy miejskie, pojazdy pożarnicze, betonomieszarki	Elektrohydrauliczna, zawory proporcjonalne	Oddzielna obudowa (kabina/rama)	Olej przekładniowy i okres wymiany filtra
Układy ze zintegrowanym retarderem (typu Voith / odpowiednik)	Autobusy, transport ciężki, trasy górskie	Hamulec hydrodynamiczny + sterowanie skrzynią	Wspólny lub oddzielny sterownik	Obieg chłodzenia i temperatura oleju
Manualna + automatyczne sprzęgło (półautomatyczna)	Dystrybucja, pojazdy średnionażowe	Elektropneumatyczny siłownik sprzęgła	Pod kabiną / na ramie	Adaptacja zużycia sprzęgła

⚠ UWAGA –

Weryfikacja numeru części jest obowiązkowa. Sterowniki skrzyń biegów różnią się w zależności od typu skrzyni, przełożeń, przełożenia mostu, obecności retardera, konfiguracji PTO oraz poziomu oprogramowania. Dwa sterowniki o identycznym wyglądzie zewnętrznym i takiej samej budowie złącza mogą należeć do różnych konfiguracji. Przed zamówieniem należy łącznie zweryfikować tabliczkę typu skrzyni biegów, numer VIN pojazdu oraz numer OE umieszczony na dotychczasowym sterowniku. Sterownik zamontowany mimo niezgodności numerów w większości układów albo w ogóle nie nawiąże komunikacji, albo będzie pracował z błędnymi przełoženiami, prowadząc do uszkodzenia synchronizatorów i sprzęgła.

Objawy usterek i diagnostyka

Usterki sterownika skrzyni biegów rzadko objawiają się pojedynczym symptomem. Zwykle najpierw pojawia się "sporadyczne" zaburzenie działania, następnie trwałe kod usterki i tryb pracy awaryjnej. Kolejność diagnostyki jest stała: najpierw zasilanie i masa, potem złącza i wiązka, następnie dane bieżące czujników i siłowników, a na końcu sam sterownik.

Objaw	Możliwa przyczyna	Kontrola / weryfikacja
Przy włączonym zapłonie wskaźnik biegu stale pokazuje "N" lub jest pusty, pojazd nie rusza	Brak zasilania sterownika / przerwana masa / przepalony bezpiecznik	Zmierz na złączu sterownika napięcie zapłonu i zasilania stałego pod obciążeniem; sprawdź rezystancję masy względem nadwozia

Objaw	Możliwa przyczyna	Kontrola / weryfikacja
Tester diagnostyczny w ogóle nie łączy się ze sterownikiem skrzyni, pozostałe sterowniki są odczytywane	Przerwa lub zwarcie magistrali CAN, problem z rezystorem terminującym, wewnętrzna usterka sterownika	Przy wyłączonym zapłonie zmierz rezystancję między CAN-H i CAN-L, wyklucz zwarcie linii; do podejrzenia sterownika przejdź dopiero po potwierdzeniu zasilania
Twarde sprzęganie przy ruszaniu, szarpanie pojazdu lub staczanie się na wzniesieniu	Utracona lub niepełna adaptacja sprzęgła, kompensacja zużycia na granicy zakresu	Odczytaj w danych bieżących punkt sprzęgania i procent zużycia sprzęgła; przeprowadź procedurę adaptacji i ponownie zweryfikuj wynik
Nie wchodzi określony bieg, pozostałe działają normalnie	Usterka odpowiedniego elektrozaworu lub czujnika położenia, zacięcie mechaniczne	Uruchom zawory pojedynczo testem siłowników; zmierz rezystancję cewki, prześledź sygnał czujnika położenia na całym skoku
Zmiany biegów są opóźnione, w trakcie zmiany obrotów silnika "wiszą"	Opóźniona reakcja redukcji momentu po stronie silnika, niskie ciśnienie powietrza lub opóźnienia na CAN	Odczytaj łącznie zapisy usterek silnika i skrzyni; obserwuj ciśnienie w układzie i jego spadek w chwili zmiany biegu
Pojazd w trybie awaryjnym, jedzie tylko na kilku biegach	Sterownik przeszedł w tryb bezpieczeństwa; niespójne sygnały czujnika obrotów lub sprzężenia zwrotnego siłownika	Odczytaj aktywne i pasywne kody usterek; porównaj sygnały czujników obrotów wejścia i wyjścia podczas jazdy (spójność przełożenia)
Usterki pojawiają się przy eksploatacji w warunkach wibracji/wilgoci, w warsztacie nie da się ich powtórzyć	Przedostawanie się wody/wilgoci do złącza, utlenione piny, uszkodzenia wiązki	Rozłącz złącze, sprawdź powierzchnie pinów oraz stan uszczelnień; poruszając wiązką szukaj zaników sygnału w danych bieżących
Po zatrzymaniu silnika biegi pozostają zablokowane, sterownik wyłącza się z opóźnieniem po zapłonie	Problem z zasilaniem stałym (linia 30), sterownik nie kończy procedury wyłączania	Sprawdź bezpiecznik zasilania stałego i napięcie linii; zweryfikuj nawyk odcinania zasilania głównym wyłącznikiem akumulatora

Najpierw elektryka, potem elektronika

Najczęstszym błędem przy diagnozowaniu usterki sterownika w pojeździe użytkowym jest przejście wprost do wymiany części, gdy tylko w kodzie usterki pojawi się określenie "sterownik". Sterownik zachowuje się niespójnie także wtedy, gdy spada docierające do niego napięcie lub rośnie rezystancja masy, i może to raportować jako własną usterkę wewnętrzną. Zapad napięcia podczas rozruchu, poluzowana klema akumulatora, utlenienie na dodatkowym punkcie masy – wszystko to imituje usterkę sterownika. Dlatego pomiary należy wykonywać nie bez obciążenia, lecz pod obciążeniem, przy rozruchu i pracujących siłownikach.

Bez odczytu danych bieżących nie podejmuj decyzji

Kod usterki jest punktem wyjścia, a nie wnioskiem. To, czy obroty wejścia i wyjścia zmieniają się zgodnie z przełożeniem, czy czujnik drogi sprzęgła daje ciągłą charakterystykę na całym skoku i czy zawory pobierają prąd w chwili wystąpienia komendy, należy obserwować podczas jazdy lub

przy uniesionej osi napędowej. Jeżeli sterownik wysyła prawidłową komendę, ale nie ma sprzężenia zwrotnego, problem nie leży w sterowniku, lecz dalej w torze.

Kiedy usterka sterownika jest pewna?

Jeżeli pomiary zasilania i masy są prawidłowe, komunikacja CAN z pozostałymi sterownikami działa poprawnie, wartości rezystancji i sygnałów czujników oraz siłowników mieszczą się w zakresach z instrukcji, a na złączach i wiązce nie ma śladów utlenienia — a mimo to po wystaniu komendy na wyjściu nie pojawia się prąd/napięcie lub sterownik powtarzalnie zgłasza błąd wewnętrzny — wówczas przesłanka do wymiany jest spełniona. Wymiana wykonana bez zamknięcia tego łańcucha weryfikacji najczęściej odtwarza tę samą usterkę na nowej części.

Wymiana / montaż krok po kroku

⚠ UWAGA —

Środki ochrony indywidualnej i bezpieczeństwo. Pojazd musi stać na równym podłożu, z zaciągniętym hamulcem postojowym i zabezpieczony klinami, a skrzynia pozostawiona na luzie. Rękawice robocze i okulary ochronne są obowiązkowe. Podczas pracy przy sterowniku elektronicznym należy stosować zabezpieczenie przed wyładowaniem elektrostatycznym (opaska uziemiająca). Skrzynia biegów i olej mogą być gorące; należy odczekać do ostygnięcia. W układzie pneumatycznym ciśnienie powietrza należy obniżyć do poziomu bezpiecznego zgodnie z zaleceniem producenta. Spawanie, ładowanie akumulatora lub odcinanie zasilania może uszkodzić sterownik; obowiązują instrukcje producenta.

- 1 **Udokumentuj usterkę:** przed wymianą odczytaj i zapisz zapisy usterek ze wszystkich sterowników, zrzuty danych bieżących oraz wartości adaptacyjne i konfiguracyjne. Dokumentacja ta jest potrzebna zarówno w procesie gwarancyjnym, jak i do porównania w razie powrotu problemu.
- 2 **Potwierdź zgodność części:** porównaj tabliczkę typu skrzyni, numer OE, poziom oprogramowania i sprzętu oraz numer VIN pojazdu. Należy odnotować różnice w przełożeniu mostu oraz konfiguracji retardera i PTO.
- 3 **Zabezpiecz pojazd elektrycznie:** wyłącz zapłon, odczekaj czas podany przez producenta (sterowniki kończą procedurę wyłączenia), a następnie odłącz biegun ujemny akumulatora lub wyłącznik główny zgodnie z instrukcją.
- 4 **Zrzuć ciśnienie i spuść płyn:** w układzie pneumatycznym obniż ciśnienie do poziomu bezpiecznego; w układzie hydraulicznym/z przekładnią hydrokinetyczną, jeżeli demontaż sterownika spowoduje wyciek oleju, przygotuj odpowiednie naczynie i zapisz poziom oraz stan oleju.
- 5 **Rozłącz złącza, oznaczając je:** ponumeruj lub sfotografuj złącza wielostykowe. Nie forsuj zatrzasków; złamany zatrzask oznacza w przyszłości utratę styku i nawrót usterki. Podczas rozłączania obejrzyj powierzchnie pinów.

- 6 Zdemontuj sterownik i sprawdź powierzchnię montażową:** luzuj śruby stopniowo. Obejrzyj powierzchnię uszczelki/uszczelnienia pod zdemontowanym sterownikiem pod kątem korozji, śladów wilgoci i wycieku oleju. Przy śladach wilgoci nie wolno montować nowego sterownika bez usunięcia źródła.
- 7 Napraw wiązkę i masę:** przetarcia, zgniecenia, przypalenia wiązki oraz utlenione piny należy usunąć przed montażem nowego sterownika. Oczyszczyć punkt masy i zmierzyć jego rezystancję. Pominięcie tego kroku sprawi, że nowy sterownik ulegnie uszkodzeniu w ten sam sposób.
- 8 Zamontuj nowy sterownik:** osadź sterownik i powierzchnię uszczelki czyste i suche, dokręć śruby stopniowo i na krzyż momentem podanym przez producenta. Nadmierne dokręcenie może pęknąć obudowę; luźny montaż prowadzi do zmęczenia lutowań pod wpływem wibracji.
- 9 Podłącz i zablokuj złącza:** osadź prawidłowo uszczelki i doprowadź do pełnego zatrzaśnięcia, słyszalnego jako kliknięcie. Zamocuj wiązkę w oryginalnej trasie i w jej obejmach; luźna wiązka to najczęstsza przyczyna nawrotu usterki.
- 10 Wgraj konfigurację i oprogramowanie:** po podłączeniu zasilania wprowadź testerem diagnostycznym konfigurację pojazdu (typ skrzyni, przełożenie mostu, rozmiar opon, retarder/PTO) i w razie potrzeby dostosuj poziom oprogramowania do pojazdu. Ten krok wymaga procedury właściwej dla producenta.
- 11 Adaptacja i jazda próbna:** wykonaj w całości procedury uczenia punktu sprzęgania, granic skoku siłowników i położenia biegów. Następnie podczas jazdy próbnej (z ładunkiem i bez) sprawdź wszystkie biegi, bieg wsteczny, ruszanie na wzniesieniu oraz załączanie retardera. Po teście ponownie odczytaj pamięć usterek i potwierdź, że jest pusta.

Na co zwrócić uwagę (częste błędy)

⚠ UWAGA —

Zabezpiecz sterownik przed spawaniem. Jeżeli na ramie ma być prowadzone spawanie łukowe, należy zgodnie z instrukcją producenta odłączyć przewody akumulatora, a zacisk masy spawarki podłączyć możliwie najbliżej obrabianego miejsca. Przepływ prądu spawania przez sterownik skrzyni biegów pozostawia trwałe uszkodzenia, które ujawniają się najczęściej nie od razu, lecz po kilku tygodniach.

⚠ UWAGA —

Ryzyko rozruchu z obcego źródła i szybkiego ładowania. Rozruch z odwrotną polaryzacją powoduje nieodwracalne uszkodzenie sterownika. Prostowników szybkiego ładowania o dużym prądzie nie wolno stosować na pojeździe z podłączonymi sterownikami. Zapady napięcia powstające przy długich próbach rozruchu ze słabym akumulatorem również mogą powodować generowanie błędnych kodów usterek i uszkodzenie wartości adaptacyjnych.

- **Pomijanie adaptacji:** podejście "pojazd jeździ, zrobimy to później" szybko zużywa tarczę sprzęgła i synchronizatory. Adaptacja musi zostać zakończona tego samego dnia, jako element wymiany.
- **Montaż bez przeniesienia konfiguracji ze starego sterownika:** sterownik z błędnie wprowadzonym przełożeniem mostu lub rozmiarem opon pracuje na właściwym biegu przy niewłaściwych obrotach; rośnie zużycie paliwa, a zmiany biegów stają się twarde.
- **"Czyszczenie" złącza sprężonym powietrzem lub sprayem do styków i pozostawienie go tak:** jeżeli problemem jest utleniony pin, spray daje poprawę tymczasową, a po kilku tygodniach usterka wraca. Wadliwy pin/terminal należy wymienić.
- **Nieusunięcie źródła przedostawania się wody:** kierowanie strumienia wody pod wysokim ciśnieniem wprost na złącze podczas mycia, pęknięta obejma lub przedziurawiony mieszek wykańczają sterownik raz za razem.
- **Ignorowanie jakości powietrza:** w układzie z wyeksploatowanym wkładem osuszacza wilgotne powietrze trafia do bloku zaworowego; sterownik stale koryguje pracę i przeciąża swój stopień wyjściowy.
- **Wymiana części wyłącznie na podstawie kodu usterki:** kod wskazuje obwód, a nie adres usterki. Wymiana przed zamknięciem łańcucha weryfikacji grozi wytworzeniem drugiej uszkodzonej części.
- **Niezamocowanie wiązki w oryginalnej trasie:** luźna wiązka jest narażona na temperaturę układu wydechowego lub przetarcia; po kilku tysiącach kilometrów generuje prądy upływu i usterki przerywane.
- **Odcinanie wyłącznika głównego natychmiast po wyłączeniu zapłonu:** sterownik nie kończy procedury wyłączania, a wartości adaptacyjne i zapisy usterek zostają zapisane niekompletnie. Należy przestrzegać czasu oczekiwania podanego przez producenta.

Wartości techniczne i punkty kontrolne

Poniższe wartości to typowe zakresy często spotykane w zastosowaniach pojazdów użytkowych, podane wyłącznie jako ogólne odniesienie. Różnią się one w zależności od układu, marki i modelu; przy pomiarach i regulacjach obowiązuje aktualna instrukcja serwisowa producenta pojazdu.

Punkt kontrolny	Typowy zakres (odniesienie ogólne)	Warunki pomiaru / uwagi
Napięcie zasilania sterownika (układ 24 V)	około 24–28 V	Zapłon włączony, silnik pracuje; pomiar pod obciążeniem
Minimalne dopuszczalne napięcie podczas rozruchu	ogólnie powyżej 18 V	Poniżej tej wartości sterownik może generować usterki chwilowe
Rezystancja masy (pin masy sterownika – nadwozie)	typowo poniżej 1 Ω , w większości zastosowań około 0,5 Ω	Mierzona z uwzględnieniem rezystancji przewodu i styków
Rezystancja między CAN-H i CAN-L (zapłon wyłączony)	około 60 Ω (dwa rezystory terminujące 120 Ω równolegle)	Odczyt samych 120 Ω może oznaczać brak jednej terminacji lub przerwę w linii

Punkt kontrolny	Typowy zakres (odniesienie ogólne)	Warunki pomiaru / uwagi
Rezystancja cewki pneumatycznego elektrozaworu	zwykle w paśmie 20–60 Ω	Zmienia się z temperaturą; należy porównać z wartością z instrukcji
Ciśnienie powietrza w układzie (aktuacja AMT)	około 8–12,5 bar (około 115–180 psi)	Należy obserwować także nagły spadek w chwili zmiany biegu
Temperatura pracy oleju przekładniowego	typowo 70–100 °C; przy dużym obciążeniu wyższa	Próg ostrzegawczy określa producent
Strefa ostrzeżenia o przegrzaniu oleju	zwykle powyżej 120 °C	W układach z retarderem sprawdza się obieg chłodzenia
Temperatura otoczenia pracy sterownika	około –40 °C do +85 °C	Przy montażu na skrzyni pracuje bliżej górnej granicy
Wskaźnik zużycia sprzęgła (dane bieżące)	zwykle skala 0–100%; powyżej 80% sygnał do planowej obsługi	Wartość należy odczytywać po adaptacji

Połączenie	Typowy zakres momentu (odniesienie ogólne)	Uwagi
Śruby mocujące sterownik (M6)	około 8–12 Nm	Dokręcać stopniowo i na krzyż
Śruby mocujące sterownik (M8)	około 20–28 Nm	W obudowie aluminiowej nadmierne dokręcenie grozi pęknięciem
Końcówka przewodu masy (M8)	około 15–25 Nm	Powierzchnia styku musi być czysta i pozbawiona lakieru
Śruba mocująca czujnik prędkości obrotowej	około 8–15 Nm	Szczelinę powietrzną kontroluje się według wartości producenta
Śruby mocujące blok zaworowy	około 10–20 Nm	Powierzchnia uszczelki musi być dociśnięta równomiernie

WSKAZÓWKA —

Wartości momentów i rezystancji służą wyłącznie do zorientowania się w rzędzie wielkości. Ponieważ w tej samej rodzinie skrzyń biegów w różnych latach produkcji mogą obowiązywać inne wartości, przy dokręcaniu i pomiarach należy stosować wartości z aktualnej instrukcji serwisowej danego pojazdu. Używanie kalibrowanego klucza dynamometrycznego i multimetru z ważną kalibracją wyraźnie obniża odsetek nawrotów usterek.

- Czy na złączu sterownika i w jego otoczeniu widać ślady wilgoci, soli lub oleju?
- Czy wiązka biegnie oryginalną trasą i ma zamontowane wszystkie obejmy?
- Czy podczas rozruchu napięcie zasilania spada poniżej dopuszczalnego poziomu?
- Czy nie został przekroczony okres wymiany wkładu osuszacza i czy spuszcza się wodę ze zbiorników?
- Czy poziom, barwa i okres wymiany oleju przekładniowego są prawidłowe?
- Czy procent zużycia sprzęgła i punkt sprzęgania są zgodne z zapisanymi wartościami?

- Czy w sterowniku silnika występuje zapis usterki dotyczący redukcji momentu obrotowego?
- Czy podczas jazdy próbnej wszystkie biegi, bieg wsteczny i ruszanie na wzniesieniu działają bez zarzutu?

Obsługa i trwałość

Sterownik skrzyni biegów nie jest częścią eksploatacyjną wymienianą okresowo; przy właściwych warunkach pracy powinien służyć przez cały ekonomiczny okres eksploatacji pojazdu. O jego trwałości decyduje nie tyle własna jakość, ile warunki otoczenia, na jakie jest narażony: wahania napięcia, wilgoć, wibracje, temperatura oraz kondycja połączonego z nim układu pneumatycznego lub hydraulicznego. Wspólnym mianownikiem przedwcześnie zużytych sterowników w eksploatacji jest niemal zawsze jedna z tych pięciu pozycji.

- **Obsługa akumulatora i układu ładowania:** czyszczenie klem, dokręcenie końcówek przewodów i kontrola napięcia alternatora bezpośrednio wydłużają żywotność sterownika.
- **Kontrola punktów masy:** co najmniej raz w roku połączenia masowe należy rozłączyć, oczyścić i zabezpieczyć odpowiednim środkiem antykorozyjnym.
- **Obsługa układu pneumatycznego:** wkład osuszacza należy wymieniać w wyznaczonym okresie, a wodę ze zbiorników powietrza regularnie spuszczać. Suche powietrze to najtańsze ubezpieczenie dla zaworów i sterownika.
- **Olej przekładniowy i filtr:** należy stosować olej w okresie i specyfikacji określonych przez producenta. Przegrzany olej zaburza pracę zaworów proporcjonalnych i zmusza sterownik do ciągłej korekty.
- **Kontrola złączy i wiązek:** podczas przeglądów okresowych należy wzrokowo sprawdzić zatrzask złącza, uszczelkę i trasę wiązek.
- **Dyscyplina mycia:** strumienia wody pod wysokim ciśnieniem nie wolno kierować bezpośrednio na sterownik i złącza.
- **Poziom oprogramowania:** aktualizacje publikowane przez producenta mogą zawierać poprawki znanych problemów z jakością zmian biegów i zarządzaniem błędami; warto o nie pytać przy dużych przeglądach.
- **Śledzenie adaptacji:** po wymianie sprzęgła, demontażu siłownika lub remoncie skrzyni biegów adaptację należy bezwzględnie powtórzyć.

Krótko mówiąc, obsługa sterownika to w istocie obsługa układu, który go otacza. Czyste powietrze, sprawna masa, stabilne napięcie i właściwy olej — gdy te cztery warunki są spełnione, sterownik skrzyni biegów pracuje bezawaryjnie przez wiele lat w ciężkiej eksploatacji użytkowej. Dla flot dopisanie tych pozycji do karty obsługi okresowej jest najtańszym sposobem ograniczenia nieplanowanych postojów.

Najczęściej zadawane pytania

Jaki jest najbardziej charakterystyczny objaw usterki sterownika skrzyni biegów?

Najczęściej spotykany obraz to niemożność zmiany biegów i przejście pojazdu w tryb awaryjny. Towarzyszy temu zwykle lampka ostrzegawcza skrzyni biegów na zestawie wskaźników, puste lub

stałe wskazanie "N" na wskaźniku biegu oraz aktywne kody usterek układu skrzyni biegów w testerze diagnostycznym. Ponieważ jednak te same objawy występują przy problemach z zasilaniem, masą i złączami, usterkę sterownika można potwierdzić dopiero po zamknięciu łańcucha weryfikacji.

Czy po wymianie TCU wgranie oprogramowania i adaptacja są obowiązkowe?

Tak. Nowy sterownik nie zna konfiguracji pojazdu ani wyuczonych wartości adaptacyjnych. Bez wgrania danych o typie skrzyni, przełożeniu mostu, rozmiarze opon, retarderze i PTO oraz bez zakończenia uczenia punktu sprzęgania i skoku siłowników pojazdu nie wolno dopuszczać do ruchu. Pominięcie tych kroków powoduje twarde zmiany biegów oraz szybkie zużycie sprzęgła i synchronizatorów.

Czy można jeździć z uszkodzonym sterownikiem skrzyni biegów?

W większości układów przejechanie krótkiego odcinka w trybie awaryjnym jest możliwe, ale nie jest to sposób eksploatacji – służy wyłącznie zjechaniu w bezpieczne miejsce. Nieoczekiwane przejście na luz, staczanie się na wzniesieniu czy brak możliwości zmiany biegu stanowią poważne zagrożenie dla bezpieczeństwa ruchu. Jazda z ładunkiem i na dłuższych trasach przed usunięciem usterki nie jest zalecana.

Czy sterownik skrzyni biegów da się naprawić, czy trzeba go wymienić?

Przy problemach powierzchniowych, takich jak pin złącza czy pęknięty lut, naprawa bywa rozważana; jednak w pojeździe użytkowym sterownik jest elementem sterującym, który bezpośrednio wpływa na bezpieczeństwo. Ze względu na spójność oprogramowania, zgodność konfiguracji i długoterminową niezawodność przy potwierdzonych usterekach preferowana jest kompletna wymiana sterownika o właściwej specyfikacji.

Czy można zamontować sterownik używany lub zdjęty z innego pojazdu?

Nie jest to zalecane. Sterownik używany zachowuje konfigurację i historię adaptacji pojazdu, z którego pochodzi; w wielu układach może być przypisany do numeru VIN. Błędne przełożenie mostu lub inny poziom oprogramowania tworzy układ, który wygląda poprawnie, ale działa błędnie. Nowy sterownik o zweryfikowanym numerze części wychodzi taniej w całkowitym rachunku kosztów.

Czy skasowanie kodu usterki usuwa problem?

Kasowanie kodu czyści jedynie zapis, nie usuwa przyczyny. Jeżeli przyczyna nadal występuje, kod wróci w krótkim czasie. Kasowanie kodów powinno się wykonywać dopiero po zakończeniu naprawy fizycznej, w celu weryfikacji, a następnie potwierdzić jazdą próbną, że kod nie powrócił.

Co niszczy sterownik skrzyni biegów?

Najczęstsze przyczyny spotykane w eksploatacji to: rozruch z obcego źródła przy odwrotnej polaryzacji, spawanie łukowe przy podłączonych sterownikach, przedostawanie się wody/wilgoci do złącza, utlenione masy i piny, zapady napięcia spowodowane słabym akumulatorem, przeciążanie sterownika przez usterki zaworów wywołane wilgotnym powietrzem oraz zmęczenie wibracyjne wynikające z luźnego montażu lub nieumocowanej wiązki.

Jak dobrać właściwy sterownik skrzyni biegów?

Należy posłużyć się łącznie numerem VIN pojazdu, tabliczką typu skrzyni biegów oraz numerem OE z dotychczasowego sterownika. Dobór wyłącznie na podstawie marki i modelu jest ryzykowny, ponieważ ten sam pojazd może występować z różnymi kombinacjami skrzyń i przełożeń. Należy również zawsze wskazać różnice w zakresie retardera, PTO i przełożenia mostu.

Rodzina produktów VADEN ORIGINAL Sterownik Skrzyni Biegów (TCU) jest dostępna z magazynu, z wymiarami i budową przyłączy odpowiadającymi rozwiązaniom OE oraz z możliwością weryfikacji zgodności konfiguracji dla zastosowań w pojazdach użytkowych. Aby dobrać sterownik do swojego pojazdu, zapoznaj się z naszą rodziną produktów, mając pod ręką numer VIN, tabliczkę typu skrzyni biegów i dotychczasowy numer OE; w zakresie dopasowania wsparcia udzieli zespół techniczny VADEN.

Ten dokument ma charakter informacyjny; w praktyce obowiązują aktualna instrukcja serwisowa i zalecenia bezpieczeństwa producenta pojazdu. Wartości są ogólnymi odniesieniami dla typowych układów pojazdów ciężarowych; wartości specyficzne dla modelu należy sprawdzić w dokumentacji serwisowej OE. © VADEN Otomotiv San. Tic. A.Ş. · vadenoriginal.com