



PORADNIK TECHNICZNY

Hamulec wydechowy/silnikowy: usterki, wymiana i konserwacja

Hamulec wydechowy/silnikowy w ciężkim pojeździe: zasada działania, objawy usterek, diagnostyka, kroki wymiany, wartości momentu i konserwacja. Przewodnik techniczny VADEN.

Każdy kierowca, który na długich zjazdach nie chce nadmiernie obciążać hamulca roboczego, w rzeczywistości polega na hamulcu silnikowym. Próba wyhamowania 40-tonowego zestawu w ciężkim pojeździe użytkowym wyłącznie za pomocą tarcz i klocków rozgrzewa okładziny i naraża je na ryzyko zaniku hamowania (fade). To właśnie tutaj wkracza hamulec wydechowy/silnikowy: tymczasowo zamienia silnik w sprężarkę powietrza i spowalnia pojazd bez uruchamiania hamulców. W praktyce często słyszeć skargi typu „hamulec wydechowy nie trzyma”, „przepustnica się nie zamyka”, „hamulec silnikowy osłabł”; najczęściej pierwotną przyczyną jest nieszczelność ciśnieniowa, zablokowany wałek przepustnicy lub zmęczony zawór. Ten przewodnik przedstawia zespół hamulca wydechowego (cylinder + przepustnica + zawór) oraz w praktycznym, warsztatowym języku opisuje kroki diagnozowania usterki, wymiany i konserwacji.

WSKAZÓWKA —

Niniejszy dokument został przygotowany przez zespół techniczny VADEN na podstawie doświadczenia terenowego i warsztatowego w zakresie układów hamulca wydechowego/silnikowego w ciężkich pojazdach użytkowych. Podane tu wartości to **typowe zakresy referencyjne**; w przypadku dokładnych wartości momentu dokręcania, ciśnienia i luzu należy zawsze kierować się fabryczną instrukcją serwisową (OE) pojazdu/silnika. Ostatnia aktualizacja: lipiec 2026.

Czym jest hamulec wydechowy / silnikowy (cylinder+przepustnica+zawór)? Zadanie i zasada działania

Hamulec wydechowy/silnikowy to pneumatycznie sterowany pomocniczy układ hamulcowy, który przez zamknięcie przepustnicy w układzie wydechowym wytwarza przeciwcisnienie wewnątrz silnika, dzięki czemu zamienia silnik w element spowalniający (retarder) bez spalania dodatkowego paliwa.

Zasada działania jest prosta, ale skuteczna: gdy kierowca naciśnie pedał/dźwignię hamulca wydechowego, załącza się elektrozawór (solenoid) i kieruje sprężone powietrze z układu pneumatycznego pojazdu do cylindra hamulcowego. Tłok cylindra, za pomocą ramienia przegubowego, obraca i zamyka przepustnicę w układzie wydechowym. Gdy wylot spalin zostaje ograniczony, silnik musi wykonać dodatkową pracę, aby wypchnąć gazy z cylindrów; ta „praca” jest pokrywana energią odbieraną z kół i pojazd zwalnia. Jednocześnie w wielu układach odcinane jest paliwo, dzięki czemu silnik zachowuje się całkowicie jak pompa powietrza.

Ponieważ hamulec wydechowy działa niezależnie od hamulców kół, chroni hamulec roboczy, wydłuża żywotność okładzin i tarcz oraz zapobiega przegrzaniu hamulców (fade) na długich zjazdach. W nowoczesnych pojazdach Euro 5/Euro 6 zespół ten zwykle współpracuje w sposób zintegrowany z systemem EBS i sterownikiem silnika; w niektórych ciężkich ciągnikach siodłowych obok hamulca wydechowego dokłada się dodatkowy hamulec silnikowy (typu dekompresyjnego) lub retarder hydrauliczny/elektromagnetyczny.

Główne podzespoły tworzące układ

- **Cylinder hamulcowy (siłownik):** pneumatyczny cylinder zamieniający sprężone powietrze na ruch liniowy; wytwarza siłę popychającą, która otwiera i zamyka przepustnicę.

- **Przepustnica (throttle/flap) i korpus:** zawór w kształcie tarczy obracający się wewnątrz przepływu spalin; po zamknięciu wytwarza przeciwcisnienie.
- **Wałek przepustnicy i tuleje:** wałek podtrzymujący przepustnicę, pracujący w wysokiej temperaturze; nagar w tulejach prowadzi do zakleszczania.
- **Ramię przegubowe / widełki (linkage):** mechaniczne połączenie przenoszące ruch cylindra na wałek przepustnicy.
- **Solenoid (elektrozawór):** zawór sterujący otwierający i zamykający drogę powietrza na sygnał ze sterownika ECU.
- **Sprężyna powrotna i uszczelnienia:** sprężyna przywracająca przepustnicę do położenia otwartego po zwolnieniu hamulca oraz elementy uszczelniające.

Hamulec wydechowy czy hamulec kompresyjny (silnikowy)?

W praktyce terminologia bywa myląca. „Hamulec wydechowy” to układ dławiący typu przepustnicowego; jest tani, trwały i nawet przy niskich obrotach daje pewien moment. „Hamulec kompresyjny/dekompresyjny silnika” (odpowiednik typu Jake) ingeruje natomiast w fazy rozrządu i upuszcza sprężone powietrze w górnym martwym punkcie, generując znacznie większą siłę hamowania; jest jednak bardziej złożony i droższy. W wielu ciężkich ciągnikach siodłowych oba układy stosuje się razem, stopniowo.

Porównanie typów i zastosowanie

Cecha	Hamulec wydechowy (przepustnicowy)	Hamulec kompresyjny silnika
Metoda działania	Dławienie układu wydechowego / przeciwcisnienie	Upuszczanie sprężonego powietrza przez zawór
Siła hamowania	Niska–średnia	Wysoka
Zależność od obrotów	Skuteczny w pewnym stopniu także przy niskich obrotach	Bardzo skuteczny przy wysokich obrotach
Złożoność / koszt	Niski	Wysoki
Typowe zastosowanie	Dystrybucja, średni tonaż, jazda miejska	Ciężki ciągnik siodłowy, trasy długodystansowe, drogi górskie

⚠ UWAGA —

Weryfikacja numeru części: cylinder hamulca wydechowego, średnica przepustnicy oraz rozstaw otworów kołnierza różnią się w zależności od silnika oraz wylotu kolektora wydechowego/turbosprężarki. Przed zamówieniem konieczne zweryfikuj numer części OE, średnicę przepustnicy i kołnierz przyłączeniowy na podstawie numeru podwozia/silnika pojazdu. „Podobnie wyglądająca” przepustnica o innej średnicy da inne przeciwcisnienie i pogorszy skuteczność hamowania.

Objawy usterek i diagnostyka

Usterki hamulca wydechowego zwykle rozwijają się podstępnie: kierowca mówi „nie trzyma tak jak kiedyś”, ale wyraźna kontrolka błędu może się nie zapalić. Poniższa tabela podsumowuje

najczęściej spotykane objawy, ich możliwe przyczyny oraz metodę weryfikacji.

Objaw	Możliwa przyczyna	Kontrola / weryfikacja
Hamulec wydechowy w ogóle się nie załącza	Awaria solenoidu, przerwany bezpiecznik/przewód, brak zasilania powietrzem	Zmierz napięcie sterujące na solenoidzie, sprawdź ciśnienie w przewodzie powietrza, odczytaj kod błędu ECU
Hamulec słaby, nie spowalnia pojazdu wystarczająco	Przepustnica nie zamyka się całkowicie, nieszczelność powietrza, rozregulowany przegub	Obserwuj wzrokowo położenie przepustnicy, zmierz skok cylindra, szukaj nieszczelności pianą mydłą
Przepustnica pozostaje otwarta / otwiera się z opóźnieniem	Zmęczona sprężyna powrotna, wałek zakleszczony w tulei, nagar	Sprawdź ręcznie sprężynę i swobodę wałka, skontroluj luz tulei
Pozostaje ciągle załączony, silnik się dławi	Zablokowany solenoid, cylinder nie obraca się, przepustnica zakleszczona w pozycji zamkniętej	Przetestuj solenoid elektrycznie, wsłuchaj się w wydech cylindra, zwolnij przepustnicę i sprawdź
Stukot / metaliczny dźwięk przy załączaniu	Luz ramienia przegubowego, zużyta tuleja, poluzowany kołnierz	Dokręć elementy złączne z odpowiednim momentem, sprawdź luzy, obejrzyj uszczelkę kołnierza
Nieszczelność spalin/powietrza w połączeniu, ślady sadzy	Przepalona uszczelka kołnierza, przeciekający pierścień uszczelniający cylindra	Szukaj śladów nieszczelności na gorąco, obejrzyj wzrokowo uszczelkę i pierścień
Hamulec reaguje z opóźnieniem (zwłoka)	Zwężenie w przewodzie powietrza, zamarzanie wilgoci/wody, wolno działający solenoid	Sprawdź osuszacz powietrza i odwodnienie przewodu, zmierz czas reakcji

Wstępna kontrola wzrokowa i słuchowa

Diagnostykę zawsze zaczynaj od najtańszej metody: przy silniku pracującym na biegu jałowym załącz hamulec wydechowy i obserwuj wzrokowo ruch przepustnicy/przegubu. Przepustnica powinna zamykać się z wyraźnym „kliknięciem”, a po zwolnieniu szybko otwierać. Powolny, niepewny lub połowiczny ruch wskazuje na problem ze sprężyną, tuleją albo ciśnieniem powietrza. Przy załączeniu dźwięk dochodzący z wydechu powinien się wyraźnie stłumić.

Weryfikacja pneumatyczna i elektryczna

Sprawdź manometrem przewód powietrza doprowadzający do cylindra; jeśli ciśnienie w układzie spadło, przepustnica nie zamknie się całkowicie. Jeśli w chwili sterowania na solenoid nie dociera napięcie zasilania, usterka leży po stronie elektrycznej: kolejno zmierz bezpiecznik, przełącznik, przewód i wyjście ECU. Odczytanie urządzeniem diagnostycznym kodów błędów siłownika hamulca wydechowego wskazuje kierunek jeszcze przed mechanicznym demontażem.

Zakleszczanie wywołane nagarem i temperaturą

Hamulec wydechowy pracuje w sposób ciągły w gazach o temperaturze rzędu 400–600 °C. Z czasem na wałku i w tulei odkłada się nagar/sadza; przepustnica „przywiera” w pozycji półotwartej. W takiej sytuacji, nawet gdy strona pneumatyczna i elektryczna są sprawne,

hamulec słabnie. Niemożność ręcznego obrócenia wałka lub jego opór to najwyraźniejszy sygnał, że konieczne jest oczyszczenie z nagaru lub wymiana zespołu.

Kroki wymiany / montażu

⚠ UWAGA —

ŚOI i bezpieczeństwo: zespół hamulca wydechowego zaraz po pracy silnika jest **bardzo gorący** — ze względu na ryzyko poparzenia odczekaj, aż układ całkowicie ostygnie. Używaj rękawic odpornych na wysoką temperaturę i okularów ochronnych. Przed rozpoczęciem prac spuść ciśnienie powietrza z układu, odłącz ujemny biegun akumulatora i zabezpiecz pojazd klinami/hamulcem postojowym. Zachowaj ostrożność w pobliżu gorących powierzchni silnika i obszaru turbosprężarki.

- 1 Przygotowanie i zabezpieczenie:** ustaw pojazd na płaskim podłożu, zaciągnij hamulec postojowy, podłóż kliny pod koła. Spuść ciśnienie ze zbiornika powietrza, odłącz akumulator i odczekaj, aż układ ostygnie.
- 2 Oznacznaj połączenia:** przed demontażem sfotografuj lub oznacz złącze elektryczne solenoidu, przewód powietrza i położenie regulacji przegubu; posłuży to jako odniesienie przy montażu.
- 3 Odłącz powietrze i elektrykę:** ostrożnie odłącz przewód powietrza doprowadzający do cylindra oraz złącze solenoidu; zaślep końcówki przewodu, aby nie dostał się do nich brud.
- 4 Zwolnij przegub:** zdemontuj ramię przegubowe/widelki łączące cylinder z wałkiem przepustnicy. W razie zużycia wymień sworzeń i widelki.
- 5 Zdemontuj cylinder:** odkręć śruby mocujące cylinder hamulcowy i wyjmij siłownik. Skontroluj stan uszczelek i pierścieni uszczelniających.
- 6 Zdemontuj zespół przepustnicy:** poluzuj śruby kołnierza układu wydechowego i wyjmij korpus przepustnicy. Oczyszcz powierzchnię kołnierza z pozostałości starej uszczelki.
- 7 Oczyszcz i sprawdź powierzchnie:** skontroluj powierzchnię kołnierza, gniazdo wałka i tuleje; szukaj nagaru i pęknięć. Odkształcony kołnierz przecieka.
- 8 Zamontuj nowy zespół:** zamontuj nowy korpus przepustnicy z **nową uszczelką**. Wkręć śruby ręcznie, a następnie dokręcaj je na krzyż, stopniowo, do momentu OE.
- 9 Podłącz cylinder i przegub:** zamontuj cylinder, podłącz ramię przegubowe, ustawiając je w oznaczonym wcześniej położeniu. Upewnij się, że przepustnica w pełni się otwiera i w pełni zamyka.
- 10 Podłącz powietrze i elektrykę:** podłącz przewód powietrza i złącze solenoidu na swoje miejsce. Sprawdź, czy połączenia osadzone są szczelnie.
- 11 Test i kontrola szczelności:** podłącz akumulator, uzupełnij ciśnienie powietrza, kilkakrotnie załącz hamulec wydechowy i skontroluj ruch przepustnicy oraz ewentualne nieszczelności. Potwierdź skuteczność hamowania krótką jazdą próbną.

Na co zwrócić uwagę (częste błędy)

⚠ UWAGA –

Nie używaj ponownie starej uszczelki. Uszczelka kołnierza wydechowego męczy się w wysokiej temperaturze; zdemonstrowana uszczelka niemal zawsze zaczyna przeciekać. Przy każdym montażu stosuj nową uszczelkę i pozostaw powierzchnię kołnierza gładką i czystą.

⚠ UWAGA –

Nie ustawiaj przegubu „na oko”. Zbyt krótkie ustawienie ramienia powoduje, że przepustnica się nie domyka (słaby hamulec), a zbyt długie – że nie wraca do pozycji otwartej (dławienie silnika, nadmierne przeciwcisnienie). Kieruj się oznaczonym przez siebie położeniem OE.

- Nie dokręcaj śrub od razu pełnym momentem; dokręcaj na krzyż i stopniowo, w przeciwnym razie kołnierz się wypaczy.
- Nie pozostawiaj przewodu powietrza zagiętego/zgniecionego; zwężenie opóźnia reakcję hamulca.
- Chroń złącze solenoidu przed brudem i wilgocią; brak styku powoduje przerywaną usterkę i utrudnia diagnozę.
- Nie obracaj wałka przepustnicy na siłę; jeśli występuje zakleszczenie, oczyść nagar i nie ryzykuj złamania wałka.
- Nie pozostawiaj poluzowanych połączeń turbosprężarki i kolektora wydechowego; wtórne nieszczelności obniżają skuteczność.
- Nie montuj „podobnej” przepustnicy o innej średnicy/typie; zmienia się przeciwcisnienie, a równowaga silnika i hamulca zostaje zaburzona.

Wartości techniczne i punkty kontrolne

Poniższe wartości to **typowe/ogólne odniesienia** dla układów hamulca wydechowego w ciężkich pojazdach użytkowych; różnią się w zależności od silnika i producenta. W przypadku dokładnej wartości zawsze obowiązuje fabryczna instrukcja serwisowa (OE).

Parametr	Typowy zakres referencyjny	Uwaga
Ciśnienie powietrza w układzie	~7–9 bar (100–130 psi)	Wspólne z układem pneumatycznym pojazdu
Przeciwcisnienie hamulca wydechowego	~2,5–5 bar (35–72 psi)	Zależne od silnika i średnicy przepustnicy
Temperatura pracy spalin	~400–600 °C	Zmienia się w zależności od obciążenia i obrotów
Kąt zamknięcia przepustnicy	Pełne zamknięcie ≈ położenie prostopadłe do przewodu	Może występować niewielki luz obejściowy (by-pass)
Napięcie sterujące solenoidu	24 V DC nominalnie	Standard dla pojazdów ciężarowych

Parametr	Typowy zakres referencyjny	Uwaga
Czas reakcji hamulca	Krótki (~poniżej sekundy)	Wyraźne opóźnienie jest oznaką usterki

Typowe zakresy momentu dokręcania dla elementów złącznych (wyłącznie ogólne odniesienie; obowiązuje instrukcja OE):

Punkt połączenia	Typowy zakres momentu
Śruby kołnierza wydechowego (M8)	~20–30 Nm
Śruby kołnierza wydechowego (M10)	~40–55 Nm
Śruby mocujące cylinder	~20–35 Nm
Nakrętka zabezpieczająca ramienia przegubowego	~15–25 Nm

WSKAZÓWKA —

Przy stosowaniu wartości momentu uwzględnij klasę śruby (8.8 / 10.9) oraz środowisko wysokiej temperatury. Na śrubach w strefie gorącej, jeśli producent na to zezwala, stosuj wysokotemperaturową pastę montażową/zabezpieczenie gwintu i przestrzegaj kolejności dokręcania na krzyż.

Terenowa lista kontrolna:

- Czy przepustnica swobodnie osiąga położenie pełnego otwarcia i pełnego zamknięcia?
- Czy przy załączeniu występuje wyraźne spowolnienie i stłumienie dźwięku wydechu?
- Czy na połączeniu kołnierza i cylindra widoczna jest nieszczelność powietrza/spalin lub ślady sadzy?
- Czy złącze solenoidu i przewód powietrza są sprawne i szczelne?
- Czy wyczuwalny jest luz przegubu, stukot lub obłuzowanie?

Konserwacja i żywotność

Hamulec wydechowy/silnikowy, przy prawidłowym użytkowaniu, jest układem wymagającym niewielkiej konserwacji; jeśli jednak zaniedba się go przy ciągłej wysokiej temperaturze i osadzaniu sadzy, z czasem zakleszcza się i słabnie. Wzrokowa kontrola zespołu podczas przeglądów okresowych, sprawdzenie swobody wałka i poszukiwanie nieszczelności wyraźnie wydłużają jego żywotność.

- Podczas przeglądu okresowego sprawdź, czy wałek przepustnicy obraca się swobodnie, a sprężyna powrotna jest sprężysta.
- Jeśli zaczął się odkładać nagar, oczyść go wcześniej; zwlekanie z „przywartą” przepustnicą przyspiesza zużycie wałka i tulei.
- Podczas konserwacji nie zaniedbuj osuszacza układu powietrza i odwodnienia przewodu; wilgoć powoduje korozję/zamarzanie w solenoidzie i cylindrze.
- Przy najmniejszym przecieku uszczelki kołnierza lub pierścienia uszczelniającego cylindra wymień część; mała nieszczelność szybko się powiększa.

- Obserwuj luz na sworzniu i widełkach przegubu; wraz ze wzrostem luzu ustawienie się rozregulowuje, a skuteczność hamowania spada.
- Utrzymuj połączenie złącza solenoidu w czystości i suchości; korozja jest przyczyną numer jeden przerywanych usterek.

Zasada ogólna: choć hamulca wydechowego nie traktuje się jak „części zużywającej się”, to ze względu na trudne środowisko pracy tuleja, uszczelka, sprężyna i solenoid z czasem się męczą. Wczesna diagnoza i stosowanie części zamiennych o oryginalnej jakości chronią zarówno bezpieczeństwo hamowania, jak i żywotność układu hamulca roboczego (okładziny/tarcze).

Najczęściej zadawane pytania

Czy hamulec wydechowy i hamulec silnikowy to to samo?

Nie do końca. Hamulec wydechowy to prosty układ, który wytwarza przeciwcisnienie poprzez zamknięcie przepustnicy w układzie wydechowym. „Hamulec kompresyjny silnika” ingeruje natomiast w fazy rozrządu i daje znacznie większą siłę hamowania. W praktyce oba nazywa się „hamulcem silnikowym”, ale technicznie się różnią; w wielu ciężkich ciągnikach siodłowych stosuje się je razem.

Co sprawdzić w pierwszej kolejności, gdy hamulec wydechowy nie trzyma?

Najpierw wykonaj najtańszą kontrolę: przy silniku na biegu jałowym załącz hamulec i obserwuj wzrokowo, czy przepustnica zamyka się całkowicie. Jeśli przepustnica porusza się połowicznie, sprawdź sprężynę, tuleję lub ciśnienie powietrza; jeśli nie porusza się wcale, sprawdź solenoid, bezpiecznik i instalację elektryczną.

Czy hamulec wydechowy zwiększa zużycie paliwa?

Nie, wręcz przeciwnie. Po załączeniu większość układów odcina paliwo, a silnik pracuje jak pompa powietrza. Ponieważ chroni hamulec roboczy i wydłuża żywotność okładzin/tarcz, obniża całkowite koszty eksploatacji.

Co się dzieje, gdy przepustnica się zakleszczy?

Jeśli przepustnica zakleszczy się w pozycji półotwartej, hamulec słabnie; jeśli zakleszczy się całkowicie zamknięta, silnik nie może wypchnąć spalin, dławi się i może ulec uszkodzeniu wskutek nadmiernego przeciwcisnienia. W obu przypadkach należy skontrolować swobodę wałka, oczyścić nagar lub wymienić zespół.

Czy hamulec wydechowy jest skuteczny przy każdej prędkości?

Najskuteczniejszy jest w zakresie średnio-wysokich obrotów; wraz ze wzrostem obrotów silnika rośnie przeciwcisnienie, a tym samym skuteczność hamowania. Przy bardzo niskich obrotach jego działanie maleje, dlatego na długich zjazdach ważne jest pozostawanie na odpowiednim biegu.

Czy można jechać pojazdem, gdy hamulec wydechowy jest uszkodzony?

Pojazd porusza się mechanicznie, ponieważ hamulec roboczy jest niezależny. Jednak na długich zjazdach i drogach górskich hamulec roboczy zostaje nadmiernie obciążony, a ryzyko zaniku

hamowania (fade) rośnie. To kwestia bezpieczeństwa; usterki hamulca wydechowego nie należy lekceważyć i trzeba ją usunąć jak najszybciej.

Jak często wymienia się cylinder hamulca wydechowego?

Nie ma określonej żywotności w kilometrach; zależy ona od warunków pracy. Cylinder wymienia się po stwierdzeniu nieszczelności powietrza, przecieku pierścienia uszczelniającego lub osłabienia cylindra, który nie porusza w pełni przepustnicę. Kontrola okresowa to najlepszy sposób na wychwycenie usterki, zanim unieruchomi pojazd w trasie.

Jak dobrać właściwą część zamienną?

Zweryfikuj numer części OE, średnicę przepustnicy i kołnierz przyłączeniowy na podstawie numeru silnika i podwozia pojazdu. Z wyglądu podobna przepustnica o innej średnicy zmienia przeciwcisnienie i zaburza równowagę hamowania. Potwierdź kompatybilność i wybierz część o oryginalnej jakości.

Rodzina produktów hamulca wydechowego/silnikowego VADEN ORIGINAL obejmuje cylindry hamulca wydechowego, zespoły przepustnicy oraz komponenty zaworów/solenoidów do ciężkich pojazdów użytkowych, w standardzie jakości zgodnym z OE. Części VADEN Hamulec wydechowy / silnikowy (cylinder+przepustnica+zawór), produkowane z odpowiednią średnicą, właściwym kołnierzem i trwałym uszczelnieniem, zostały zaprojektowane tak, aby zapewnić bezpieczne hamowanie na długich zjazdach i długą żywotność eksploatacyjną. Aby zweryfikować numer części odpowiedni dla Twojego pojazdu i zobaczyć pełną ofertę produktów, zapoznaj się z katalogiem produktów 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