



PORADNIK TECHNICZNY

Hamulec wydechowy/silnikowy: usterki, wymiana i konserwacja

Hamulec wydechowy ciężarówki nie trzyma jak dawniej albo przepustnica się nie domyka? Diagnoza pneumatyczna i elektryczna, natar w zaworze oraz wymiana.

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 słysząc 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.

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: wrzesień 2026.

Pneumatyczne układy hamulcowe pojazdów użytkowych projektuje się w ramach regulaminu ECE R13 (przepisy hamulcowe ONZ/UE) oraz normy ISO 611.

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 (silownik):** 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

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.

Jak działa kompresyjny (dekompresyjny) hamulec silnikowy?

W czterosuwowym silniku Diesla tłok podczas suwu sprężania idzie w górę i spręża powietrze, pobierając do tego energię z wału korbowego. W silniku z odciętym paliwem, ale bez włączonego hamulca silnikowego, większość tej energii wraca: sprężone powietrze po górnym martwym punkcie pcha tłok w dół i w suwie rozprężania, jak sprężyna, oddaje energię z powrotem wałowi korbowemu. Kompresyjny hamulec silnikowy przerywa właśnie ten powrót energii. Przy włączonym hamulcu paliwo jest odcięte; pod koniec suwu sprężania na krótko otwiera się zawór po stronie wydechu i sprężone powietrze uchodzi do kolektora wydechowego. Ponieważ w suwie rozprężania nie ma już ciśnienia, które pchałoby tłok, energia włożona w sprężanie nie wraca; jej źródłem jest energia kinetyczna pojazdu, więc pojazd zwalnia.

Układ otwierający zawór różni się w zależności od silnika. W części konstrukcji zwykły zawór wydechowy, dzięki dodatkowemu mechanizmowi po stronie wałka rozrządu lub dźwignienki zaworowej, podczas pracy hamulca silnikowego otwiera się dodatkowo jeszcze raz; w innych do głowicy wbudowany jest osobny, niewielki zawór, który upuszcza część sprężonego powietrza do kanału wydechowego. Siła hamowania rośnie wraz z obrotami silnika, bo wraz z obrotami rośnie liczba cykli sprężania rozładowywanych w jednostce czasu — dlatego na długim zjeździe utrzymuje się odpowiedni bieg. W wielu układach hamowanie jest stopniowane: pierwsze położenie dźwigni sterującej włącza jedną grupę cylindrów, kolejne położenia — więcej, a kierowca dobiera siłę hamowania do nachylenia i obciążenia.

Stąd też różnica względem hamulca wydechowego typu przepustnicowego. Przepustnica (klapa) dławí przekrój układu wydechowego; tłok w suwie wydechu musi wypchnąć gaz przez zwężony przekrój, a hamowanie bierze się z tego przeciwcisnienia. Hamulec kompresyjny natomiast pobiera energię w suwie sprężania i nie oddaje jej w suwie rozprężania, dzięki czemu przy tych samych obrotach daje wyższą siłę hamowania. W tym samym pojeździe do obu może dołączyć jeszcze retarder; o zasadzie jego działania mówi [przewodnik o retarderze \(zwalniaczu\)](#), a o kolejności używania układów zwalniających na długim zjeździe, tak by chronić hamulec zasadniczy — [artykuł o fadingu hamulców i bezpieczeństwie na długich zjazdach](#).

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 mydlaną

Objaw	Możliwa przyczyna	Kontrola / weryfikacja
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 silownika 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.

Dalsza lektura

Przystępny techniczny przegląd tego zagadnienia znajdziesz w artykule referencyjnym na [Wikipedia](#). Zawsze sprawdzaj konkretne wartości i procedury z danymi serwisowymi producenta pojazdu.

Kroki wymiany / montażu

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 Oznaczyć połączenia:** przed demontażem sfotografuj lub oznacz złącze elektryczne solenoidu, przewód powietrza i położenie regulacji przegubu; posłuży to jako odniesienie przy montażu.
- 3 Odłączyć 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/widełki łączące cylinder z wałkiem przepustnicy. W razie zużycia wymień sworzeń i widełki.
- 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. Oczyszczyć powierzchnię kołnierza z pozostałości starej uszczelki.
- 7 Oczyszczyć i sprawdzić 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 Podłączyć 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 Podłączyć 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)

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.

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
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

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).

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