



PORADNIK TECHNICZNY

Siłownik hamulcowy i membrana: usterki, wymiana, konserwacja

Siłownik hamulcowy i przewód w ciężarówce: objawy nieszczelności, pomiar skoku oraz bezpieczna wymiana siłownika membranowego i sprężynowego.

vaden.com.tr · vadenoriginal.com · Wydanie: Wrzesień 2026 · Pojazd ciężarowy (ciężarówka · ciągnik · autobus)

W pojeździe użytkowym hamowanie uruchamia powietrze: ciśnienie dociera do siłownika, membrana wybrzusza się, a popychacz przenosi siłę na dźwignię hamulca. Najmniej widocznym, lecz najbardziej obciążonym ogniwem tego łańcucha jest siłownik hamulcowy wraz z prowadzącym do niego elastycznym przewodem. Gdy pojazd trafia do warsztatu z opisem "hamulec nie trzyma", "hamulec postojowy nie zwalnia" albo "ucieka powietrze", po wjechaniu pod pojazd okazuje się zwykle, że problem nie tkwi w zaworze, lecz w rozdartej membranie siłownika zatopionego w błocie albo w przetartym przewodzie. Ten poradnik pokazuje okiem mechanika hamulcowego, jak odczytywać usterkę, jak przebiega bezpieczna kolejność wymiany i jaka dyscyplina obsługowa wydłuża żywotność zespołu.

Dokument został opracowany przez zespół techniczny VADEN w oparciu o praktykę serwisową pneumatycznych układów hamulcowych pojazdów użytkowych oraz dokumentację producentów OE. Podane wartości mają charakter ogólnego odniesienia; dane wiążące, takie jak limit skoku, moment dokręcania, procedura rozprężania sprężyny i ciśnienie zadziałania, należy pobrać z aktualnej instrukcji serwisowej OE odpowiadającej kodowi silnika/podwozia pojazdu. Ostatnia aktualizacja: lipiec 2026.

Czym jest siłownik hamulcowy / membrana i przewód? Zadanie i zasada działania

Siłownik hamulcowy / membrana i przewód to zespół osprzętu hamulcowego złożony z pneumatycznego siłownika, który zamienia ciśnienie na mechaniczną siłę nacisku, oraz z elastycznego przewodu doprowadzającego to ciśnienie do siłownika. W pojazdach użytkowych, przy typowym ciśnieniu roboczym 6–8,5 bar, siłownik membranowy typu 20–24 wytwarza około 8–11 kN siły nacisku; użyteczny skok mieści się zwykle w przedziale 55–75 mm, zależnie od typu siłownika.

Ta sama część bywa w warsztacie i w katalogach nazywana na wiele sposobów: **mieszek hamulcowy, garnek hamulcowy, siłownik membranowy, cylinder membranowy** (w źródłach niemieckich *Membranzyylinder*), **siłownik sprężynowy, siłownik kombinowany**, a elastyczny odcinek prowadzący do koła — **przewód hamulcowy** lub **przewód powietrza**. Wszystkie należą do tej samej rodziny elementów wykonawczych; niezależnie od użytej nazwy kryteria doboru są takie same: typ osi, numer typu siłownika, kołnierz montażowy i numer referencyjny OE.

Zasada działania to bezpośrednia zamiana ciśnienia na siłę. Po naciśnięciu pedału hamulca zawór główny kieruje sprężone powietrze do przewodów danego obwodu. Powietrze wypełnia komorę ciśnieniową siłownika i napiera na membranę z gumy wzmacnianej tkaniną; talerz dociskowy wysuwa popychacz (push rod), popychacz obraca dźwignię hamulca (automatyczny regulator luzu), a mechanizm krzywki S lub hamulca tarczowego dociska okładzinę do bębna albo tarczy. Po zwolnieniu pedału ciśnienie zostaje odprowadzone, a sprężyna powrotna ściąga membranę do położenia wyjściowego. Wytworzona siła to prosty iloczyn: powierzchnia czynna membrany razy ciśnienie w układzie. Dlatego przy tym samym ciśnieniu siłownik typu 24 wytwarza wyraźnie większą siłę niż siłownik typu 16, a numeru typu nigdy nie zastępuje się "najbliższym dostępnym".

W siłowniku sprężynowym (kombinowanym) występuje druga komora, a logika działania jest odwrotna. Znajdująca się w niej mocna sprężyna akumulacyjna realizuje hamulec postojowy i awaryjny. Gdy w układzie jest ciśnienie, powietrze ściska sprężynę i hamulec pozostaje zwolniony; gdy ciśnienie spadnie albo zostanie uruchomiony hamulec postojowy, sprężyna rozpręża się i mechanicznie hamuje pojazd. Hamulec postojowy nie trzyma więc dzięki powietrzu, lecz przy jego *braku*. Ta logika bezpieczeństwa jest sprzętowym odpowiednikiem wymagania dotyczącego hamulca awaryjnego według ECE R13 i zarazem tłumaczy, dlaczego tego elementu nie wolno demontować w sposób przypadkowy: nierozprężona sprężyna akumulacyjna niesie śmiertelnie groźną energię w chwili otwarcia korpusu.

W jakich systemach OE i pojazdach występuje?

Typ i geometria mocowania zespołu siłownika hamulcowego / membrany i przewodu zależą mniej od marki pojazdu, a bardziej od **rodziny układu hamulcowego i typu osi**, na których go zabudowano. Najczęściej spotykane w warsztacie rodziny systemów OE wywodzą się od Knorr-Bremse i Wabco; w osiach bębnowych i tarczowych różnią się rozstaw otworów kołnierza, długość szpilek i kształt popychacza. Na poziomie pojazdów najwięcej wymian siłowników notuje się w seriach Mercedes-Benz Actros i Axor, MAN TGS i TGX, DAF XF i CF, Volvo FH i FM, Scania R i G, Iveco Stralis oraz w osiach naczep wyposażonych w podzespoły SAF, BPW i JOST. Nazwy te podano wyłącznie jako **przykłady zastosowań**; nawet w tym samym ciągniku siodłowym oś przednia, oś tylna i naczepa korzystają z siłowników innego typu. Właściwą część ustala się nie po nazwie marki, lecz po kodzie osi/podwozia, numerze typu siłownika i numerze OE.

Różnica między siłownikiem membranowym jednostronnego działania a siłownikiem sprężynowym (kombinowanym)

Siłownik membranowy jednostronnego działania zawiera tylko jedną komorę ciśnieniową i jedną membranę; stosuje się go zwykle na osiach przednich – hamuje po doprowadzeniu ciśnienia, a po jego odcięciu zwalnia dzięki sprężynie powrotnej. Ponieważ nie magazynuje energii mechanicznej, jego demontaż jest bezpieczniejszy. Siłownik sprężynowy (kombinowany) łączy natomiast komorę roboczą i komorę sprężyny akumulacyjnej w jednym korpusie i stanowi standard na osiach napędowych oraz w naczepach. Umieszczona z tyłu komory sprężyny **śruba rozprężająca** (release bolt) pozwala mechanicznie zwolnić hamulec przy braku powietrza. W większości nowoczesnych wyrobów korpus ten jest trwale zamknięty: komory sprężyny się nie serwisuje, wymienia się cały zespół.

Przewód hamulcowy, normy i elementy składowe

Elastyczny odcinek doprowadzający powietrze do siłownika musi kompensować ruchy zawieszenia między osią a ramą; w pojazdach użytkowych wykonuje się go z węża gumowego ze wzmocnieniem lub z przewodu termoplastycznego. Jako rodzinę odniesień normatywnych stosuje się **ISO 7628** (termoplastyczne przewody hamulców pneumatycznych), **DIN 74310** (przewody i złączki hamulców pneumatycznych) oraz **SAE J1402** (wąż hamulca pneumatycznego); całość osprzętu hamulcowego pojazdu ocenia się ponadto w zakresie **ECE R13**. Ponieważ obowiązująca norma i klasa wymiarowa mogą zależeć od zastosowania, dane wiążące należy potwierdzić w odpowiednim katalogu OE. Główne elementy zespołu to:

- **Korpus i pokrywa siłownika:** metalowa obudowa tworząca komorę ciśnieniową, spięta obejmą lub zawinięciem krawędzi.
- **Membrana:** element gumowy wzmacniany tkaniną; właściwa część zamieniająca ciśnienie na siłę.
- **Talerz dociskowy i popychacz (push rod):** mechaniczny tor przenoszenia siły na dźwignię hamulca.
- **Sprężyna powrotna i sprężyna akumulacyjna:** pierwsza ściąga membranę do położenia wyjściowego, druga realizuje w wersji sprężynowej hamulec postojowy i awaryjny.
- **Mechaniczna śruba rozprężająca:** element bezpieczeństwa, który blokuje sprężynę akumulacyjną i pozwala zwolnić hamulec ręcznie.
- **Widelki (clevis), sworzeń i nakrętka kontruująca:** regulowana końcówka łącząca popychacz z dźwignią hamulca.
- **Otwory odwadniające (drenażowe):** otwory odprowadzające wilgoć z korpusu, które nie mogą być zatkane.
- **Przewód hamulcowy, złączka i szpilki montażowe:** elastyczny odcinek prowadzący ciśnienie oraz elementy mocujące siłownik do wspornika.

Popularne typy siłowników hamulcowych: powierzchnia czynna, wytwarzana siła i skok (ogólne odniesienie; siły podano orientacyjnie dla 6,5 bar)

Typ (Membranylinder Typ)	Przybliżona powierzchnia czynna (cm²)	Typowa siła nacisku przy 6,5 bar (kN)	Typowy skok całkowity (mm)	Częste zastosowanie
Typ 12	około 77	4,5–5,5	50–57	Lekka/średnia oś przednia, część zastosowań naczepowych
Typ 16	około 103	6,0–7,0	57–64	Oś przednia ciągnika siodłowego i samochodu ciężarowego
Typ 20	około 129	7,5–8,8	57–64	Oś przednia i oś tylna średniego obciążenia
Typ 24	około 155	9,0–10,5	64–75	Oś napędowa, oś naczepy
Typ 30	około 194	11,5–13,0	64–75	Ciężkie naczepy i zastosowania specjalne
Kombinowany (np. 20/24, 24/24, 24/30)	Komora robocza zależnie od typu	Siłę roboczą i siłę sprężyny ocenia się oddzielnie	Skok roboczy zależnie od typu	Wszystkie osie wymagające hamulca postojowego/awaryjnego

Numer typu siłownika hamulcowego nie jest "kwestią gustu w rozmiarze", lecz elementem obliczenia rozdziału sił hamowania w pojeździe. Zabudowa większego typu na osi nie poprawia hamowania; zaburza rozkład sił na oś, myli regulację ABS/EBS i wyprowadza pojazd poza homologację typu. Nie dobieraj części wyłącznie po "modelu pojazdu"; potwierdź typ osi, numer typu siłownika, rozstaw szpilek kołnierza, długość popychacza oraz, jeśli to możliwe, numer OE ze starego siłownika. Pamiętaj, że oś przednia i tylna tego samego ciągnika mogą mieć siłowniki innego typu.

Jak rozpoznać usterkę siłownika hamulcowego / membrany i przewodu?

Usterki siłownika hamulcowego / membrany i przewodu sprowadzają się w języku warsztatu do dwóch grup: ucieczki powietrza i braku wytwarzanej siły. Pierwszą odczytuje się słuchem, drugą po zachowaniu pojazdu. Najczęstszy przypadek w praktyce to nie nagle pęknięcie membrany, lecz zatkanie otworu odwadniającego błotem i wieloletnie niszczenie membrany oraz sprężyny od wewnątrz przez gromadzącą się w korpusie wilgoć. Poniższa tabela zestawia objawy z możliwymi przyczynami i sposobem weryfikacji.

Tabela objaw–przyczyna–kontrola dla siłownika hamulcowego / membrany i przewodu (warsztatowe odniesienie diagnostyczne)

Objaw	Możliwa przyczyna	Kontrola / weryfikacja
Po zahamowaniu z siłownika stale słychać uchodzące powietrze	Rozdarta membrana lub utrata szczelności na łączeniu korpusu z pokrywą	Test bąbelkowy wodą z mydłem przy napełnionym układzie i wciśniętym pedale
Podczas postoju ciśnienie w zbiornikach powoli spada	Nieszczelność komory sprężyny lub przyłącza przewodu, zmęczona uszczelka złączki	Pomiar szybkości spadku ciśnienia po wyłączeniu silnika; szukanie nieszczelności przez izolowanie obwodów
Hamulec postojowy nie zwalnia, pojazd nie rusza	Ciśnienie nie dociera do komory sprężyny: zgnieciony/zatkany przewód, uszkodzony zawór lub siłownik	Pomiar ciśnienia na wlocie komory sprężyny; kontrola przewodu na całej trasie pod kątem zgnieceń
Jedno koło hamuje z opóźnieniem, pojazd ściąga przy hamowaniu	Utrata skoku w jednym siłowniku, częściowa nieszczelność membrany lub przewężenie przewodu	Pomiar i porównanie skoku na osi; wymienne testowanie przewodów pod kątem przewężenia wewnętrznego
Skok popychacza dłuższy niż normalnie, dźwignia hamulca obraca się nadmiernie	Zużyte okładziny, niedziałający automatyczny regulator luzu lub rozregulowane widełki	Pomiar skoku na popychaczu w stanie z ciśnieniem i bez; obserwacja pracy regulatora
Korozja, wybrzuszenie, nagromadzone błoto lub pęknięty korek na korpusie siłownika	Zatkane otwory odwadniające, wilgoć wewnątrz korpusu, uszkodzenie od uderzenia kamienia	Oględziny; kontrola drożności otworów odwadniających i odkształceń korpusu
Pęknięcia, ślady tarcia lub wybrzuszenie przewodu, wilgotny pył u nasady złączki	Zestarzała guma, błędna trasa prowadzenia, brak obejmy, poluzowana złączka	Kontrola pęknięć powierzchniowych przez ręczne zginanie przewodu; sprawdzenie trasy w pełnym zakresie pracy zawieszenia
Po zwolnieniu hamulca koło późno się uwalnia, piasta się nagrzewa	Oslabiona sprężyna powrotna, korozja wewnątrz siłownika, jednokierunkowe przewężenie w przewodzie	Pomiar czasu zwalniania; porównanie temperatury kół

Test nieszczelności wodą z mydłem

Najszybszą i najtańszą metodą szukania ucieczek powietrza pozostaje roztwór wody z mydłem. Układ doprowadza się do ciśnienia roboczego; zwilża się łączenie korpusu z pokrywą, otwory odwadniające, złączki i końcówki przewodów, a bąbelki wskazują miejsce nieszczelności. Kluczowe rozróżnienie brzmi tak: nieszczelność przy **zwolnionym pedale** wskazuje na komorę sprężyny lub obwód postojowy, a przy **wciśniętym pedale** — na komorę roboczą i membranę. Stały wypływ powietrza z otworu odwadniającego to klasyczny objaw wewnętrznej nieszczelności membrany.

Ocena stanu na podstawie pomiaru skoku

Najbardziej obiektywną informacją o kondycji siłownika hamulcowego jest skok popychacza. Pomiar wykonuje się, nanosząc znacznik na popychaczu w stanie bezciśnieniowym i odczytując wielkość przemieszczenia przy pełnym hamowaniu. Skok użyteczny powinien pozostawiać wyraźny zapas względem skoku całkowitego; wartość zbliżająca się do granicy wskazuje na zużycie okładzin albo niedziałający automatyczny regulator luzu. Skoki obu kół tej samej osi powinny być do siebie zbliżone. Granica dopuszczalności zależy od typu siłownika i pojazdu — pobiera się ją z instrukcji serwisowej.

Izolowanie obwodów i test przewodu

Jeżeli ciśnienie spada, ale miejsca nieszczelności nie da się znaleźć, obwody izoluje się pojedynczo, zawężając obszar poszukiwań. Przy podejrzeniu przewodu wykonuje się dwie kontrole: oględziny zewnętrzne pod kątem pęknięć i śladów tarcia oraz kontrolę wewnętrznego przewężenia. Zwężony od środka przewód wygląda z zewnątrz na sprawny, lecz wydłuża czas napełniania i opróżniania siłownika; objawia się to opóźnionym hamowaniem albo opóźnionym zwalnianiem na jednym kole.

Aby zobaczyć cały obwód zasilający ten elastyczny przewód, po kolei od sprężarki do koła, nasz poradnik **jak działa pneumatyczny układ hamulcowy** prowadzi przez cały łańcuch.

Normy i dalsza lektura

Zagadnienie to podlega przepisom wyposażeniowym dla pojazdów użytkowych z hamulcami pneumatycznymi. W USA federalna norma hamulców pneumatycznych **FMVSS 121 (49 CFR 571.121)** określa zbiorniki, zabezpieczenia i czasy, jakie musi zapewnić zgodny układ, a Europa stosuje równoważne limity Regulaminu EKG ONZ (UNECE) nr 13. Więcej szczegółów znajdziesz w ilustrowanym przewodniku na **airbrakecompressor.com**. Zawsze sprawdzaj konkretne wartości z aktualnym przepisem i danymi serwisowymi producenta pojazdu.

W Polsce te same wymagania reguluje prawo krajowe: **ustawa Prawo o ruchu drogowym** określa obowiązek utrzymania pojazdu w stanie technicznym zapewniającym bezpieczeństwo, a szczegółowe warunki dla układu hamulcowego zawiera **rozporządzenie w sprawie warunków technicznych pojazdów**.

Jak wymienić siłownik hamulcowy / membranę i przewód? Krok

po kroku

Wymiana siłownika hamulcowego / membrany i przewodu w wersji sprężynowej wiąże się z bezpośrednim zagrożeniem życia: otwarcie korpusu bez wcześniejszego rozprężenia sprężyny akumulacyjnej powoduje wystrzelenie sprężyny z ogromną energią i ciężkie obrażenia. Komory sprężyny nie wolno demontować, przecinać ani wiercić; wymienia się cały zespół. Środki ochrony indywidualnej są obowiązkowe: okulary o podwyższonej odporności na uderzenia, rękawice, odzież robocza i obuwie z podnoskiem stalowym. Pojazd należy zaklinować, ciśnienie w układzie spuścić, a podczas rozłączania przewodów trzymać końcówki z dala od twarzy.

- 1 **Zabezpiecz pojazd:** Zatrzymaj go na równym i twardym podłożu, wyłącz zapłon, zaklinuj koła, odłącz wyłącznik akumulatora. Nie polegaj na hamulcu postojowym — to właśnie ten element będziesz demontować.
- 2 **Spuść ciśnienie z układu:** Opróżnij zbiorniki i potwierdź na wskaźniku, że ciśnienie spadło do zera. W siłowniku sprężynowym ten krok *uruchomi* hamulec; dlatego kolejny krok jest obowiązkowy.
- 3 **Rozpręż sprężynę akumulacyjną mechanicznie:** Zablokuj sprężynę, obracając śrubę rozprężającą z tyłu komory w kierunku i o liczbę obrotów podaną przez producenta, a następnie potwierdź ręcznie, że hamulec został zwolniony. Jeżeli śruba stawia opór, część jest uszkodzona; nie kontynuuj z użyciem siły.
- 4 **Oczyść obszar pracy:** Usuń błoto, sól i rdzę z otoczenia siłownika, szpilek kołnierza i złączek przy użyciu sprężonego powietrza i szczotki drucianej. Demontaż w brudzie niszczy gwinty i wprowadza cząstki do instalacji.
- 5 **Oznacz i rozłącz przewody powietrza:** Opisz przewody, aby nie pomylić przyłącza roboczego z postojowym, odkręć złączki, przytrzymując korpus kluczem, i natychmiast zaślep otwarte otwory czystymi korkami.
- 6 **Rozłącz połączenie popychacza:** Wyjmij zabezpieczenie sworznia widełek, wysuń sworzeń i zanotuj długość regulacyjną na popychaczu. Ten wymiar jest odniesieniem do zabudowy nowej części z prawidłowym skokiem.
- 7 **Zdemontuj siłownik i sprawdź wspornik:** Poluzuj nakrętki kołnierza stopniowo i zdejmij siłownik; siłowniki kombinowane są cięższe, niż się wydaje, więc utrzymaj ciężar w rękach. Skontroluj pęknięcia wspornika, uszkodzenia gwintów szpilek, luz dźwigni hamulca i zacinań regulatora — montaż nowego siłownika na uszkodzonym wsporniku szybko przywraca usterkę.
- 8 **Zweryfikuj nową część:** Połóż nowy siłownik obok starego i porównaj numer typu, rozstaw szpilek kołnierza, długość popychacza oraz położenie złączki wlotowej. Upewnij się, że po montażu otwory odwadniające będą skierowane w dół.

- 9 **Zamontuj i dokręć momentem:** Osadź siłownik na wsporniku i dokręć nakrętki kołnierza na krzyż, stopniowo, momentem podanym przez producenta. Ustaw połączenie popychacza według zanotowanego wymiaru, dokręć nakrętkę kontrującą i zastosuj nowe zabezpieczenie sworznia. Podłącz przewody powietrza do właściwych przyłączy.
- 10 **Zwolnij sprężynę i wykonaj regulację:** Ustaw śrubę rozprężającą w położeniu roboczym zgodnie z opisem producenta. Napętnij układ, sprawdź zgodnie z procedurą ustawienie automatycznego regulatora luzu, zmierz skok i porównaj go z drugim kołem tej samej osi.
- 11 **Przetestuj i wykonaj kontrolę końcową:** Przy pełnym ciśnieniu sprawdź wszystkie połączenia wodą z mydłem, a hamulec postojowy zweryfikuj kilkoma cyklami zaciągnięj–zwolnij. Wykonaj próbę hamowania przy małej prędkości; po jeździe ponownie skontroluj złączki i wartość skoku.

Jakie błędy popełnia się najczęściej przy wymianie siłownika hamulcowego / membrany i przewodu?

Najgroźniejszym błędem w zespole siłownika hamulcowego / membrany i przewodu jest próba otwarcia korpusu siłownika sprężynowego. Przecięcie obejmy, forsowanie korpusu albo wiercenie komory sprężyny w celu przekazania części na złom bez wcześniejszego rozprężenia sprężyny może zakończyć się ciężkim urazem lub śmiercią. Tej części się nie serwisuje, wymienia się ją w całości; nawet siłownik przeznaczony na złom nie może być przetwarzany bez zastosowania opisanej przez producenta bezpiecznej procedury rozprężania.

Drugim krytycznym błędem jest usunięcie usterki na jednym kole i zignorowanie drugiej strony osi. Równowaga hamowania budowana jest w odniesieniu do osi; oś pracująca z nowym siłownikiem po jednej stronie i zmęczonym po drugiej ściga przy hamowaniu, nierównomiernie zużywa okładziny i obciąża regulację EBS/ABS.

- **Zmiana numeru typu:** montaż innego typu w myśl zasady "taki był pod ręką" zaburza rozkład sił na osi i homologację typu.
- **Montaż bez pomiaru długości popychacza:** błędne ustawienie oznacza albo stale ocierający hamulec, albo koło hamujące z opóźnieniem.
- **Montaż z otworami odwadniającymi skierowanymi do góry:** woda dostająca się do korpusu nie może wypłynąć, a membrana i sprężyna korodują od środka.
- **Użycie starego przewodu z nowym siłownikiem:** zmęczona guma szybko powtarza tę samą usterkę; przewód i siłownik należy oceniać łącznie.
- **Podłączenie przewodu naprężonego lub ocierającego:** odcinek napinany w pełnym zakresie pracy zawieszenia pęka u nasady złączki po kilku tysiącach kilometrów.
- **Pomylenie przyłącza roboczego z postojowym:** hamulec pracuje odwrotnie; hamulec postojowy albo nie trzyma, albo nie zwalnia.
- **Dokręcanie nakrętek kołnierza "na wyczucie":** zbyt mały moment prowadzi do poluzowania, a zbyt duży do odkształcenia szpilek i kołnierza.
- **Zapomnienie o ustawieniu śruby rozprężającej w położeniu roboczym:** hamulec postojowy zostaje wyłączony i pojazd nie utrzyma się na wzniesieniu.

- **Ponowne użycie sworznia zabezpieczającego i zawlecзки:** zmęczony element zabezpieczający wypada od drgań i połączenie widełek się rozłącza.
- **Brak testu szczelności i skoku po wymianie:** drobna nieszczelność złączki wraca w trasie jako spadek ciśnienia.

Dane techniczne i punkty kontrolne siłownika hamulcowego / membrany i przewodu

Poniższe wartości dotyczące zespołu siłownika hamulcowego / membrany i przewodu to ogólne zakresy odniesienia, często spotykane w pneumatycznych układach hamulcowych pojazdów użytkowych. Typ osi, typ siłownika i generacja osprzętu zmieniają te przedziały; dane wiążące należy sprawdzić w aktualnej instrukcji serwisowej producenta pojazdu.

Dane techniczne siłownika hamulcowego / membrany i przewodu (ogólne odniesienie)

Parametr	Typowy zakres (ogólne odniesienie)	Uwaga
Ciśnienie robocze układu	6,0–8,5 bar (87–123 psi)	Ciśnienie wyłączania regulatora zależy od pojazdu
Ciśnienie pełnego zadziałania hamulca roboczego	Około 6,0–8,0 bar	Siła rośnie proporcjonalnie do ciśnienia
Ciśnienie pełnego zwolnienia hamulca sprężynowego	Około 5,5–6,5 bar	Poniżej tej wartości hamulec zadziała stopniowo
Ciśnienie początku zadziałania hamulca sprężynowego	Około 3,5–4,5 bar	Logika hamulca awaryjnego; oceniana w zakresie ECE R13
Siła hamowania postojowego sprężyny akumulacyjnej (rząd typu 24)	Około 9–13 kN	Zależy od typu i producenta
Skok całkowity popychacza	50–75 mm (zależnie od typu)	Typ 12–16 w dolnym paśmie, typ 24–30 w górnym
Zapas skoku użytecznego	Wyraźna część skoku całkowitego pozostaje jako rezerwa	Granica dopuszczalności zależy od pojazdu; pobierana z instrukcji
Różnica skoku prawa–lewa strona osi	Utrzymywana możliwie mała	Im większa różnica, tym silniejsze ściąganie przy hamowaniu
Zakres temperatury pracy	Około –40 °C do +80 °C	W pobliżu bębna temperatura miejscowa jest wyższa
Zapas bezpieczeństwa przewodu na rozerwanie	Współczynnik bezpieczeństwa znacznie powyżej ciśnienia roboczego	Odpowiednik normatywny potwierdzany w rodzinie ISO 7628 / SAE J1402

Typowe pasma momentów dokręcania połączeń montażowych siłownika hamulcowego (ogólne odniesienie; wartość wiążąca z instrukcji serwisowej OE)

Punkt połączenia	Typowe pasmo momentu (ogólne odniesienie)	Uwaga montażowa
------------------	---	-----------------

Punkt połączenia	Typowe pasmo momentu (ogólne odniesienie)	Uwaga montażowa
Nakrętki kołnierza siłownika (wspornik osi)	150–210 Nm	Dokręcane stopniowo na krzyż; gwint szpilek musi być czysty
Złączka przewodu powietrza (wlot siłownika)	20–40 Nm	Nadmierne dokręcenie niszczy korpus złączki i powierzchnię uszczelniającą
Nakrętka kontruująca widełek popychacza	30–60 Nm	Dokręcana po potwierdzeniu długości regulacyjnej
Śruba obejmy mocującej przewód	8–15 Nm	Mocuje przewód bez jego zginięcia; dokręcana na końcu
Mechaniczna śruba rozprężająca	Wartość podana przez producenta	Nie dokręca się jej siłowo; przy uszkodzeniu wymienia się siłownik

Wartości momentów i ciśnień mają wyłącznie charakter orientacyjny. W tym samym pojeździe oś przednia i tylna pracują z innymi wartościami; część producentów definiuje odrębne momenty dla pierwszego montażu i montażu powtórnego. Wiążąca jest aktualna instrukcja serwisowa producenta pojazdu przypisana do kodu podwozia/osi, a dokręcanie należy wykonywać kluczem dynamometrycznym po kalibracji.

- Czy na korpusie siłownika widać rdzę, wybrzuszenie, wgniecenie lub ślad uderzenia?
- Czy otwory odwadniające są drożne, skierowane w dół i czy korki są na miejscu?
- Czy przy wciśniętym i zwolnionym pedale słychać odgłos nieszczelności?
- Czy skok popychacza mieści się w granicy i czy różnica prawa–lewa jest dopuszczalna?
- Czy sworzeń widełek, zawlecza i nakrętka kontruująca są sprawne i zabezpieczone?
- Czy na przewodzie występują pęknięcia, wybrzuszenia, ślady tarcia lub wilgotny pył u nasady złączki; czy odcinek jest napięty albo ociera w pełnym zakresie pracy zawieszenia?
- Czy automatyczny regulator luzu pracuje swobodnie i czy luz dźwigni hamulca jest prawidłowy?
- Czy hamulec postojowy działa bez opóźnienia w próbie zaciągnij–zwolnij?

Jak konserwować siłownik hamulcowy / membranę i przewód oraz wydłużyć ich żywotność?

Zespół siłownika hamulcowego / membrany i przewodu nie ma stałego "okresu wymiany"; o jego żywotności decydują trzy rzeczy: suchość powietrza, drenaż korpusu i dyscyplina montażu. Siłownik zasilany suchym powietrzem, z drożnymi otworami odwadniającymi i zabudowany prawidłowym momentem należy do najtrwalszych części pojazdu. Siłownik pracujący w układzie tłoczącym wilgotne powietrze albo zatopiony w błocie wraca natomiast do serwisu z nieszczelną membraną, zanim minie rok. Na trasach, gdzie zimą używa się soli drogowej, korozja jest obserwowanym w praktyce czynnikiem najsilniej skracającym żywotność.

- **Dyscyplina osuszacza powietrza:** Wymieniaj wkład osuszacza w okresie podanym przez producenta. Wilgoć wnikaćca do układu oznacza korozję wewnątrz siłownika i zamarzanie zimą.
- **Odwadnianie zbiorników:** Regularnie spuszczań wodę ze zbiorników; nagromadzona woda wędruje przewodami aż do siłownika.
- **Utrzymywanie drożności otworów odwadniających:** Przy każdej obsłudze sprawdzań otwory drenażowe w korpusie i usuwań korki z błota i lodu.
- **Okresowe szukanie nieszczelności:** Podczas przeglądów sprawdzań wodą z mydłem wszystkie siłowniki i złączki; wcześniej wykryta drobna nieszczelność nie zamieni się w postój w trasie. Przy myciu nie kieruj strumienia wody pod ciśnieniem bezpośrednio na siłownik.
- **Monitorowanie skoku:** Uczyń pomiar skoku rutyną. Rosnący skok wcześniej ostrzega o stanie okładzin, regulatora i siłownika.
- **Kontrola trasy przewodu:** Utrzymuj komplet obejm oraz swobodne i nieocierające prowadzenie przewodu; stwardniały przewód wymieniaj, zanim pęknie.
- **Podejście osiowe:** Planuj wymianę siłowników parami na osi, a nie na pojedynczym kole; tak zachowuje się równowagę hamowania.
- **Obserwacja po interwencji:** Po każdej pracy przy układzie hamulcowym powtórz kontrolę szczelności i skoku w ciągu pierwszych kilkuset kilometrów.

W przedsiębiorstwach flotowych najskuteczniejsze jest planowanie siłownika hamulcowego nie jako pojedynczej części, lecz jako zestawu razem z przewodem, widelkami i elementami montażowymi. Na osi rozbieranej i tak do okładzin czy bębna wymiana zmęczonego siłownika i przewodu w tej samej wizycie jest znacznie bardziej ekonomiczna niż ściąganie pojazdu do serwisu po raz drugi kilka miesięcy później.

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