



GUIDA TECNICA

Cilindri di comando marce del cambio: guasti e sostituzione

Guida tecnica VADEN ai cilindri di comando marce/shifting del cambio dei veicoli pesanti: sintomi di guasto, diagnosi, sostituzione, valori tecnici e manutenzione.

Sui veicoli commerciali pesanti, un cambio che si indurisce, non innesta o si disinnesta da solo indica quasi sempre un unico punto: i cilindri di comando marce sul cambio (Schaltzylinder). Il conducente tira la leva, ma il mezzo "non entra in marcia"; accostando e aprendo il cofano, in alto si trova un sibilo d'aria, un cilindro che trafila olio o un tubo dell'aria allentato. Questa guida affronta l'argomento dall'inizio alla fine — dai sintomi di guasto alle fasi di sostituzione, dai valori tecnici alla durata di servizio — in modo utile al meccanico che lavora sul campo con questi cilindri, al manutentore di flotta e al ricambista.

 **CONSIGLIO** — Questo documento è stato redatto dal team tecnico VADEN sulla base dell'esperienza sul campo e del know-how di produzione equivalente OE. Le coppie di serraggio, le pressioni e gli intervalli di tolleranza indicati sono valori di riferimento generali; per i valori esatti fare riferimento al manuale di assistenza OE del veicolo e del cambio. Ultimo aggiornamento: luglio 2026.

Cosa sono i cilindri di comando marce / shifting del cambio?

Funzione e principio di funzionamento

Il cilindro di comando marce del cambio (Schaltzylinder) è l'attuatore pneumatico che, sul cambio dei veicoli commerciali pesanti, esegue i cambi di marcia con l'ausilio dell'aria compressa (pneumatica), convertendo il comando del conducente o dell'unità di controllo del cambio in un movimento meccanico sulla forcella all'interno del cambio.

Il principio di funzionamento è essenzialmente semplice: l'aria compressa, indirizzata attraverso le elettrovalvole (blocco valvole di comando marce), entra nella camera su un lato del cilindro e spinge il pistone. L'asta di spinta (stelo) collegata al pistone è vincolata alla guida/forcella marce all'interno del cambio; questa forcella, a sua volta, muove il manicotto del sincronizzatore corrispondente innestando l'ingranaggio. Immettendo aria nella camera opposta, il pistone si muove in senso inverso e la marcia viene messa in folle oppure si passa all'altro rapporto. Nei cambi automatici e semiautomatici (AMT) questi comandi provengono dalla TCU, mentre nei cambi meccanici/assistiti pneumaticamente arrivano direttamente dalla leva del conducente.

Sui veicoli commerciali pesanti questi cilindri possono essere a semplice effetto (single-acting, con ritorno a molla) o a doppio effetto (double-acting); in alcuni sistemi si usano cilindri separati per il cambio split (gruppo alto/basso) e per il cambio di range. Anche i cilindri rangeover e splitter appartengono alla stessa famiglia.

- **Corpo del cilindro (cylinder body):** generalmente in fusione di alluminio; ospita le camere d'aria e la sede del pistone.
- **Pistone e asta di spinta (rod):** l'elemento spinto dall'aria; collegato alla forcella marce direttamente o tramite un giunto.
- **Elementi di tenuta:** guarnizione/O-ring del pistone, raschiatore dello stelo e guarnizioni del corpo — i componenti di usura più critici del sistema.
- **Molla (nei tipi a semplice effetto):** la molla di ritorno che riporta indietro il pistone quando l'aria viene interrotta.
- **Attacchi delle porte d'aria:** raccordi/tubi diretti al blocco valvole.

- **Sensore di posizione (in alcuni AMT):** il sensore di retroazione che comunica la posizione della marcia alla TCU.

Differenza tra comando pneumatico e leva manuale

Nel cambio manuale classico il conducente innesta l'ingranaggio direttamente con la forza della leva. Nei sistemi a comando pneumatico, invece, il conducente si limita a dare il comando; la vera forza di innesto la genera l'aria compressa. Ciò riduce l'affaticamento del conducente sui cambi pesanti (16+ marce), ma rende il sistema sensibile alle perdite d'aria e ai guasti dei cilindri.

Cilindro a semplice effetto e a doppio effetto

Nel cilindro a semplice effetto l'aria spinge in un'unica direzione e il ritorno è affidato alla molla; è più semplice ma soggetto all'affaticamento della molla. Nel cilindro a doppio effetto l'aria comanda entrambe le direzioni; garantisce un innesto più preciso e rapido ed è preferito nelle funzioni critiche come split/range.

Posizione nel sistema: la catena blocco valvole, cilindro e forcella

Il cilindro non lavora da solo; l'unità di preparazione aria (essiccatore, pressione), il blocco valvole di comando marce, il cilindro e la catena meccanica forcella-sincronizzatore operano insieme. Nella diagnosi occorre considerare l'intera catena — perché l'origine del sintomo "la marcia non entra" può essere il cilindro, ma anche la valvola, una perdita d'aria o un'usura meccanica.

Applicazione / Sistema	Tipo di cilindro tipico	Esempio d'impiego
Cambio di range (gruppo alto/basso)	Doppio effetto, con sensore di posizione	Cambi di trattori pesanti a 16 marce
Comando splitter (rapporto intermedio)	Semplice/doppio effetto, corsa breve	Gruppi marce sdoppiati
Selezione/innesto marce (select/shift)	Attuatore a doppio effetto	Cambi automatici AMT
Innesto assistito (servo shift)	Semplice effetto con ritorno a molla	Cambi manuali assistiti pneumaticamente

⚠ ATTENZIONE — Verifica del codice ricambio: i cilindri di comando marce del cambio variano in base al modello di cambio, al numero di marce e alla configurazione range/split; cilindri dall'aspetto esterno simile possono avere corsa, orientamento delle porte e attacco dello stelo diversi. Prima della sostituzione, confrontare sempre il codice OE del cilindro smontato, la targhetta del tipo di cambio e il telaio del veicolo. Se si monta un cilindro con corsa/porte errate, la marcia non innesta completamente oppure il sincronizzatore viene forzato.

Sintomi di guasto e diagnosi

I guasti del cilindro di comando marce si sviluppano nella maggior parte dei casi in modo graduale: prima innesti che si induriscono, poi marce che non innestano completamente, infine il veicolo può rimanere fermo. Leggere correttamente il sintomo evita sostituzioni di ricambi inutili.

Sintomo	Possibile causa	Controllo / Verifica
La marcia non entra / resta in folle	Guarnizione del pistone forata, perdita d'aria interna; pressione d'aria insufficiente	Misurare la pressione del sistema con il manometro; eseguire la prova di perdita (acqua saponata) sulle porte del cilindro
La marcia entra molto dura	Sporco/corrosione interna al cilindro, grippaggio del pistone; pressione bassa	Controllare la pressione dell'unità di preparazione aria; osservare la corsa del cilindro manualmente a folle
La marcia si disinnesta da sola	Molla di ritorno debole, guida dello stelo usurata, gioco della forcella	Controllare la forza di ritorno del pistone; misurare il gioco meccanico della forcella
Perdita d'aria continua / compressore sempre in funzione	Guarnizione del corpo o raschiatore dello stelo lacerati; raccordo della porta allentato	Prova di caduta di pressione a motore spento; controllo con schiuma di sapone su ogni porta
Ritardo nell'innesto / risposta lenta	Tubo dell'aria parzialmente ostruito, guasto del blocco valvole, rigonfiamento della guarnizione	Misurare la pressione di uscita della valvola; controllare la sezione interna del tubo e il filtro
Codice guasto AMT (posizione marcia/attuatore)	Sensore di posizione, problema di corsa del cilindro, cablaggio	Leggere il codice guasto con lo strumento diagnostico; monitorare il segnale del sensore nei dati live
Scarico d'aria mista a olio/umidità	Essiccatore saturo, umidità entrata nel sistema, corrosione interna	Controllare la cartuccia dell'essiccatore d'aria e lo scarico del serbatoio

Prima l'aria, poi il cilindro

Regola d'oro nella diagnosi: prima di incolpare il cilindro, verificare l'alimentazione dell'aria. Una pressione di sistema insufficiente, un essiccatore saturo o un tubo ostruito fanno apparire "guasto" un cilindro perfettamente sano. Non si deve smontare il cilindro senza aver visto la pressione del sistema al valore di esercizio.

Perdita interna o perdita esterna?

La perdita esterna (aria che esce attorno al corpo/stelo) si individua facilmente con acqua saponata. La perdita interna (passaggio tra le camere attraverso la guarnizione del pistone) è più insidiosa: il cilindro appare integro all'esterno ma non tiene la pressione. In caso di sospetta perdita interna occorre mettere in pressione il cilindro da una porta e ascoltare l'eventuale fuoriuscita dalla porta opposta.

Meccanico o pneumatico?

Talvolta il problema non è nel cilindro, ma nell'usura della forcella/sincronizzatore. Se il cilindro spinge correttamente e lo stelo compie la corsa completa ma la marcia non innesta, il guasto è all'interno del cambio. Sostituire il cilindro senza fare questa distinzione è una perdita di tempo e di ricambi.

Fasi di sostituzione / installazione

⚠ ATTENZIONE — Dispositivi di protezione individuale (DPI) e sicurezza: prima di iniziare, fermare il veicolo su terreno piano, spegnere il motore, calzare i cunei e scaricare completamente la pressione dell'impianto d'aria. Un cilindro o un raccordo smontato sotto pressione può provocare gravi lesioni. Indossare occhiali, guanti e scarpe antinfortunistiche. Se il cambio è caldo, attendere che si raffreddi.

- 1 Scaricare la pressione:** azzerare la pressione dell'impianto scaricando i serbatoi d'aria; assicurarsi di leggere 0 bar sul manometro.
- 2 Preparare il veicolo:** spegnere il quadro, scollegare il polo della batteria (soprattutto negli AMT), pulire l'area di lavoro e la parte superiore del cambio.
- 3 Contrassegnare i collegamenti:** fotografare ed etichettare i tubi dell'aria diretti al cilindro e, se presente, il connettore del sensore; non confondere l'orientamento delle porte.
- 4 Staccare i tubi dell'aria:** allentare i raccordi con la chiave adeguata; tappare le estremità dei tubi per impedire l'ingresso di polvere/sporco.
- 5 Scollegare il sensore/connettore:** se è presente il sensore di posizione, sbloccarne il fermo e rimuovere con attenzione il connettore, senza forzare le clip.
- 6 Smontare il cilindro:** allentare le viti di fissaggio in sequenza incrociata; rimuovere il cilindro dalla sede senza forzare l'attacco dello stelo.
- 7 Controllare forcella e sede:** una volta estratto il cilindro, ispezionare la forcella marce, la sede dello stelo e la superficie di appoggio per verificare usura/incrinature.
- 8 Pulire la superficie di appoggio:** rimuovere i residui della vecchia guarnizione e lo sporco; ripristinare la superficie senza graffiarla.
- 9 Preparare il nuovo cilindro:** verificare che corsa, orientamento delle porte e attacco dello stelo del cilindro nuovo/equivalente siano esattamente identici a quelli smontati; utilizzare guarnizione/O-ring nuovi.
- 10 Montare e serrare:** alloggiare il cilindro in sede; serrare le viti al valore OE, in sequenza incrociata e progressivamente (vedere la tabella sottostante).
- 11 Collegare e collaudare:** collegare i tubi dell'aria e il sensore alle porte corrette, mettere in pressione l'impianto, eseguire la prova di tenuta e, con motore acceso, provare tutti i rapporti del cambio.

Punti di attenzione (errori frequenti)

⚠ ATTENZIONE — L'errore più frequente è confondere l'orientamento delle porte. Se i tubi dell'aria vengono collegati al contrario, la marcia si muove nella direzione sbagliata o non entra affatto; negli AMT questo può causare un errore di calibrazione e il blocco del cambio. Contrassegnare sempre prima di smontare.

⚠ ATTENZIONE — Tentare lo smontaggio senza aver scaricato la pressione è pericoloso. Il pistone o il raccordo sotto pressione possono schizzare via. Inoltre, riutilizzare la vecchia guarnizione si traduce quasi sempre in una perdita — guarnizione e O-ring vanno rinnovati a ogni sostituzione.

- Montare un cilindro di corsa/tipo errato — cilindri simili all'esterno possono appartenere a funzioni diverse.
- Serrare le viti in un'unica passata e in sequenza lineare — provoca deformazioni del corpo e perdite; serrare in modo incrociato e progressivo.
- Far entrare sporco/umidità nel tubo dell'aria — durante il montaggio non lasciare le porte aperte.
- Trascurare l'essiccatore e l'unità di preparazione aria — l'aria umida corrode internamente anche un cilindro nuovo in breve tempo.
- Saltare la procedura di calibrazione/apprendimento dopo la sostituzione su un AMT — la TCU deve riapprendere la posizione del cilindro.
- Forzare l'attacco dello stelo con il martello — la forcella e lo stelo si deformano e gli innesti peggiorano.

Valori tecnici e punti di controllo

I valori riportati di seguito sono intervalli di riferimento tipici/generali per i sistemi di cambio pneumatico dei veicoli commerciali pesanti. Variano in base alla marca e al modello del cambio; per i valori esatti fa fede il manuale di assistenza OE.

Parametro	Intervallo di riferimento tipico / generale	Nota
Pressione di esercizio del sistema	~8–12,5 bar (≈116–181 psi)	Uscita dell'unità di preparazione aria; la pressione di taglio dipende dal modello
Pressione di esercizio min. del comando marce	~6,5–8 bar (≈94–116 psi)	Al di sotto, gli innesti si induriscono/ritardano
Temperatura di esercizio del cilindro	≈ -40 °C a +100 °C	Il materiale della guarnizione è scelto per questo intervallo
Tolleranza della corsa del pistone	±0,5–1 mm rispetto al valore OE	Uno scostamento eccessivo significa mancato innesto completo
Perdita statica accettabile	In pratica si punta allo "zero"	Nella prova di caduta di pressione non deve esserci un calo percepibile

Intervalli di coppia tipici per gli elementi di fissaggio e collegamento (riferimento generale; fa fede il valore OE):

Punto di collegamento	Intervallo di coppia tipico	Descrizione
Viti di fissaggio del cilindro (M8)	~20–30 Nm	Serraggio incrociato e progressivo
Viti di fissaggio del cilindro (M10)	~40–55 Nm	Progressivo per evitare la deformazione del corpo
Raccordo della porta d'aria	~12–20 Nm	Un serraggio eccessivo rovina la filettatura/il raccordo
Dado di collegamento stelo / forcella	Secondo il valore OE	Se presente, va sempre montata la copiglia/il fermo di sicurezza

 **CONSIGLIO** — La prova di caduta di pressione è un pratico controllo di stato: portare il sistema alla pressione di esercizio, spegnere il motore e osservare il calo di pressione in alcuni minuti. Un calo rapido indica una perdita; restringere porta per porta con la schiuma di sapone per capire se la perdita è nel cilindro o nella valvola/tubo.

- Verificare sempre la pressione del sistema al valore di esercizio; con pressione bassa non si incolpa il cilindro.
- Controllare a vista che lo stelo del cilindro compia la corsa completa e ruoti liberamente.
- Eseguire la ricerca perdite con schiuma di sapone su tutte le porte d'aria e attorno allo stelo.
- Eseguire la procedura di apprendimento/calibrazione delle marce dopo la sostituzione su un AMT.
- Controllare l'essiccatore d'aria e lo scarico del serbatoio per tenere l'umidità lontana dal sistema.

Manutenzione e durata

I cilindri di comando marce, quando lavorano con un'alimentazione d'aria pulita e regolare, sono di lunga durata; la maggior parte dei guasti precoci deriva da cause sistemiche (umidità, aria sporca, pressione bassa). Per questo il focus della manutenzione non è solo il cilindro, ma l'intera catena dell'aria.

- Sostituire la cartuccia dell'essiccatore d'aria secondo l'intervallo del costruttore; l'umidità è il nemico numero uno di guarnizione e corpo.
- Scaricare regolarmente i serbatoi d'aria (manualmente se non c'è lo scarico automatico).
- Nella manutenzione periodica, eseguire il controllo perdite sulle porte del cilindro e attorno allo stelo.
- Se negli innesti iniziano indurimenti/ritardi, affrontare il guasto prima che si aggravi.
- Ispezionare i tubi di collegamento per verificare incrinature, sfregamenti e allentamenti.
- Nei sistemi AMT, leggere periodicamente i codici guasto per cogliere gli avvisi precoci.

Un cilindro di comando marce montato correttamente, con guarnizioni di qualità e alimentato con aria secca, offre un servizio impeccabile per un lungo intervallo di manutenzione del veicolo. La maggior parte delle sostituzioni precoci non nasce dal cilindro stesso, ma dalla trascurata manutenzione della preparazione aria; per questo, durante la sostituzione del cilindro, revisionare anche il resto del sistema è l'approccio più economico.

Domande frequenti

Come capisco che il cilindro di comando marce è guasto?

I segnali più tipici sono la marcia che entra in ritardo o non entra affatto, che si disinnesta da sola e una perdita d'aria continua attorno al cilindro. Se si notano questi sintomi, controllare prima la pressione del sistema e poi il cilindro.

La marcia non entra: il problema è sicuramente nel cilindro?

No. Il sintomo "la marcia non entra" può derivare anche da bassa pressione d'aria, tubo ostruito, guasto del blocco valvole o usura meccanica della forcella/sincronizzatore. Prima di smontare il cilindro è indispensabile verificare l'alimentazione dell'aria.

Meglio far riparare il cilindro o sostituirlo completamente?

Se è disponibile il kit guarnizione/O-ring e il corpo e lo stelo sono integri, la riparazione è possibile; tuttavia, in presenza di corrosione del corpo, usura dello stelo o guasti ricorrenti, la sostituzione completa è più sicura e duratura.

Un cilindro equivalente (aftermarket) dura quanto l'OE?

Un equivalente OE, se prodotto con corsa/porte/tipo corretti e con materiale di tenuta di qualità, offre una durata vicina all'OE. L'aspetto cruciale è il corretto abbinamento del codice ricambio e l'alimentazione con aria secca.

Come scopro se la perdita d'aria proviene dal cilindro?

Mettere in pressione il sistema e applicare acqua saponata sulle porte del cilindro e attorno allo stelo; la formazione di schiuma indica il punto della perdita. Per la perdita interna, mettere in pressione il cilindro da una sola porta e ascoltare se esce aria dalla porta opposta.

Dopo la sostituzione è necessaria la calibrazione?

Nei cambi automatici/semiautomatici (AMT) sì; per far riapprendere alla TCU la posizione del cilindro occorre eseguire la procedura di calibrazione/apprendimento con lo strumento diagnostico. Nei sistemi classici assistiti pneumaticamente in genere non serve.

Cosa riduce di più la durata del cilindro?

L'umidità e l'aria sporca che entrano nel sistema. Un essiccatore d'aria saturo, serbatoi non scaricati e pressione bassa logorano rapidamente guarnizioni e corpo. Il cuore della manutenzione è per questo l'unità di preparazione aria.

Come capisco di aver montato il cilindro sbagliato?

La marcia non innesta completamente, la corsa resta insufficiente/eccessiva, gli innesti si induriscono oppure l'AMT segnala un codice guasto. In tal caso, confrontare di nuovo codice OE, corsa e orientamento delle porte del cilindro smontato e di quello montato.

VADEN ORIGINAL offre un'ampia famiglia di cilindri di comando marce / shifting (Schaltzylinder) per veicoli commerciali pesanti; prodotti in configurazioni di corsa e porte equivalenti OE, adatti alle applicazioni range, splitter e select/shift, questi cilindri garantiscono cambi di marcia affidabili e una lunga durata di servizio sui veicoli della vostra flotta, grazie al corretto abbinamento dei ricambi e a elementi di tenuta di qualità. Nella scelta del cilindro adatto al vostro veicolo, non dimenticate di verificare il tipo di cambio e il codice OE.

Questo documento è a scopo informativo; in pratica fanno fede il manuale di assistenza aggiornato e le istruzioni di sicurezza del costruttore. I valori sono riferimenti generali per i comuni sistemi di veicoli industriali; per i valori specifici del modello utilizzare la documentazione di assistenza OE. © VADEN Otomotiv San. Tic. A.Ş. · vadenoriginal.com