



KOLBENSCHMIDT

KNOWLEDGE**POOL**

**FASCE ELASTICHE PER I MOTORI
A COMBUSTIONE**



TAKING RESPONSIBILITY IN A CHANGING WORLD



RHEINMETALL



GRUPPO MOTORSERVICE
QUALITÀ E ASSISTENZA DA UN UNICO FORNITORE

Il gruppo Motorservice è l'organizzazione di distribuzione per le attività aftermarket di Rheinmetall a livello globale. L'azienda rappresenta uno dei fornitori leader per componenti del motore nel mercato libero dei ricambi. Con i marchi premium Kolbenschmidt, Pierburg, TRW Engine Components e i marchi BF e turbo by Intec, Motorservice offre ai suoi rivenditori e alle officine un ampio e vario assortimento di elevata qualità.

RHEINMETALL
TECNOLOGIE PER LA MOBILITÀ DEL FUTURO

In qualità di partner privilegiato dell'industria automobilistica, Rheinmetall è leader a livello mondiale nei settori dell'alimentazione dell'aria, della riduzione delle sostanze nocive e delle pompe nonché nello sviluppo, nella produzione e nella fornitura di ricambi di pistoni, blocchi motore e cuscinetti a strisciamento. Lo sviluppo dei prodotti avviene in stretta collaborazione con i principali costruttori automobilistici.



CONTENUTO	PAGINA
1 NOZIONI BASILARI SULLE FASCE ELASTICHE	5
1.1 Requisiti delle fasce elastiche	5
1.2 I compiti principali delle fasce elastiche	6
1.3 Tipi di fasce elastiche	8
1.4 Nomenclatura delle fasce elastiche	18
1.5 Struttura e forma delle fasce elastiche	19
1.6 Funzionamento e proprietà	26
2 MONTAGGIO E SERVICE	39
2.1 Valutazione dei componenti usati	39
2.2 Valutazione dei pistoni usati	40
2.3 Valutazione degli alesaggi dei cilindri già utilizzati	42
2.4 Montaggio di pistoni e fasce elastiche	48
2.5 Messa in funzione del motore e rodaggio	55
2.6 Problemi di tenuta e danni alle fasce elastiche	59
2.7 Lubrificazione e consumo di olio	68



Redazione:
Motorservice, Technical Market Support

Layout e produzione:
Motorservice, Marketing

La riproduzione, la copia e la traduzione, anche parziali, sono consentite solo previa autorizzazione scritta da parte nostra e con opportuna indicazione della fonte.

Salvo modifiche. Le immagini possono non corrispondere esattamente a quanto descritto nel testo. È esclusa qualsiasi responsabilità.

Editore:
© MS Motorservice International GmbH

Responsabilità
Tutte le indicazioni riportate nel presente opuscolo sono state reperite e raccolte con la massima diligenza. Ciononostante non è possibile escludere errori, la traduzione errata di dati, la mancanza di determinate informazioni o la variazione di informazioni avvenuta nel frattempo. Non possiamo pertanto assumere alcuna garanzia né responsabilità giuridica per la completezza, attualità e qualità delle informazioni messe a disposizione. È esclusa qualsiasi responsabilità da parte nostra per danni, in particolare per danni diretti ed indiretti nonché materiali ed immateriali, conseguenti all'uso oppure all'uso inappropriato di informazioni oppure informazioni incomplete o errate riportate nel presente opuscolo, ad eccezione di danni conseguenti a dolo o colpa grave da parte nostra. Conseguentemente non rispondiamo di eventuali danni attribuibili al fatto che il riparatore di motori o il meccanico non dispongano delle nozioni tecniche approfondite e delle esperienze acquisite necessarie per l'esecuzione delle riparazioni. Non è possibile prevedere in che misura i procedimenti tecnici e le avvertenze di riparazione descritti in questa sede potranno trovare applicazione per le generazioni future di motori; tale valutazione va pertanto fatta per ogni singolo caso dal riparatore di motori incaricato dei lavori o dall'officina.



LE FASCE ELASTICHE

Esistono da quando esistono i motori a combustione. Eppure tra gli addetti ai lavori e gli utenti regna ancora oggi molta confusione e talvolta ignoranza in merito alle fasce elastiche. Nessun altro componente viene considerato in modo altrettanto critico quando si parla di perdite di potenza e consumo di olio. Per nessun altro componente del motore il divario tra aspettative e capitale utilizzato è più ampio che per la sostituzione delle fasce elastiche.

Troppo spesso la fiducia nelle fasce elastiche è inferiore alle aspettative elevate che vengono riposte in questo componente. Permangono così, contro ogni buon senso, nelle officine e tra i consumatori finali falsità o mezze verità, idee sbagliate e stime errate. Troppo spesso le fasce elastiche sono oggetto di riparazioni a basso costo (ad es. il recupero di antagonisti di strisciamento usurati) e di un montaggio non qualificato.

LA BROCHURE

Con la presente brochure intendiamo approfondire l'argomento delle fasce elastiche dal punto di vista dell'utente. Non vogliamo illustrare in grande dettaglio le caratteristiche costruttive, bensì concentrarci sulle questioni pratiche. Quando tratteremo un argomento relativo alla progettazione e allo sviluppo, tuttavia, questo servirà come integrazione e per una migliore comprensione.

La brochure si occupa prevalentemente delle fasce elastiche delle automobili e dei veicoli commerciali. Vengono trattati anche i motori che originariamente erano concepiti per l'uso nei veicoli, ma che vengono impiegati ad es. in imbarcazioni, locomotive, macchine edili e motori stazionari. Oltre alla parte teorica tecnica la parte pratica "Montaggio e Service" contiene informazioni dettagliate sul montaggio e la sostituzione delle fasce elastiche, così come notizie utili su temi correlati quali lubrificazione, consumo di olio e rodaggio del motore.

Alla base del successo di una riparazione e di un ricondizionamento vi è la conoscenza approfondita del motore e delle sue parti principali. Noi vi mostriamo le operazioni necessarie per la buona riuscita di una riparazione e cosa succede quando si ignorano determinati dettagli.

1 NOZIONI BASILARI SULLE FASCE ELASTICHE

1.1 REQUISITI DELLE FASCE ELASTICHE

Le fasce elastiche per i motori a combustione devono soddisfare tutti i requisiti di una tenuta lineare dinamica. Devono resistere sia alle sollecitazioni termiche che chimiche e svolgere una serie di funzioni. Inoltre devono presentare le caratteristiche seguenti:

Funzioni

- Impedire il passaggio di gas (funzione di tenuta) dalla camera di combustione al basamento, in modo da prevenire perdite di pressione del gas e quindi un calo di potenza del motore
- Impermeabilizzare, ovvero impedire il passaggio dell'olio lubrificante dalla camera di manovella alla camera di combustione
- Assicurare la presenza di uno spessore del film lubrificante ben definito sulla parete del cilindro
- Distribuire l'olio lubrificante sulla parete del cilindro
- Stabilizzare il moto del pistone (inclinazione del pistone), soprattutto a motore freddo e quando la corsa del pistone nel cilindro è eccessiva
- Trasferire il calore (asportazione di calore) dal pistone al cilindro

Proprietà

- Ridotta resistenza all'attrito in modo da impedire un eccessivo calo di potenza del motore
- Buona durata e resistenza all'usura rispetto all'affaticamento termomeccanico, agli attacchi chimici e alla corrosione da calore
- La fascia elastica che provoca un'usura eccessiva del cilindro riduce drasticamente la durata utile del motore
- Lunga durata utile, sicurezza di funzionamento e efficienza in termini di costo per tutto il tempo di esercizio



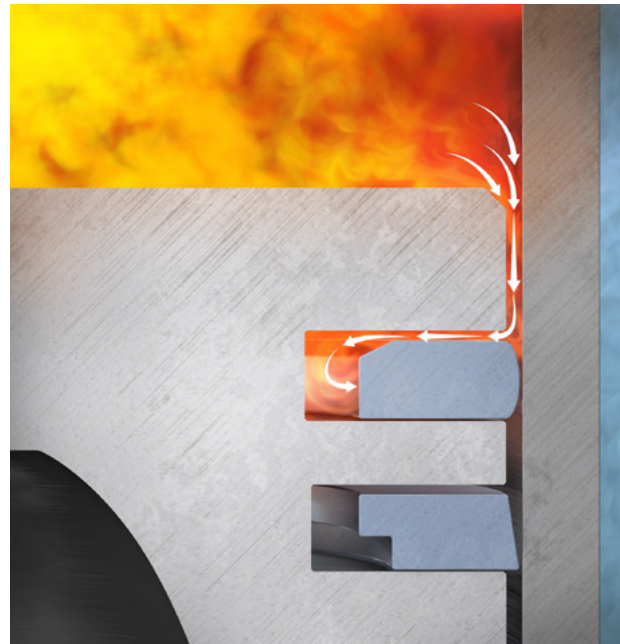
1.2 I COMPITI PRINCIPALI DELLE FASCE ELASTICHE

1.2.1 CONTENIMENTO DEI GAS DELLA COMBUSTIONE

Il compito principale degli anelli di tenuta è impedire che i gas della combustione possano penetrare tra pistone e parete del cilindro e giungere nel basamento. Nella maggior parte dei motori questa funzione è svolta da due anelli di tenuta che assieme formano una tenuta a labirinto.

Per motivi costruttivi i sistemi di fasce elastiche nei motori a combustione non garantiscono una tenuta al 100 %, per cui piccole quantità di gas fuoriuscito oltrepassano sempre le fasce elastiche e giungono al basamento. Si tratta tuttavia di un fenomeno normale, che dal punto di vista costruttivo non è possibile evitare completamente.

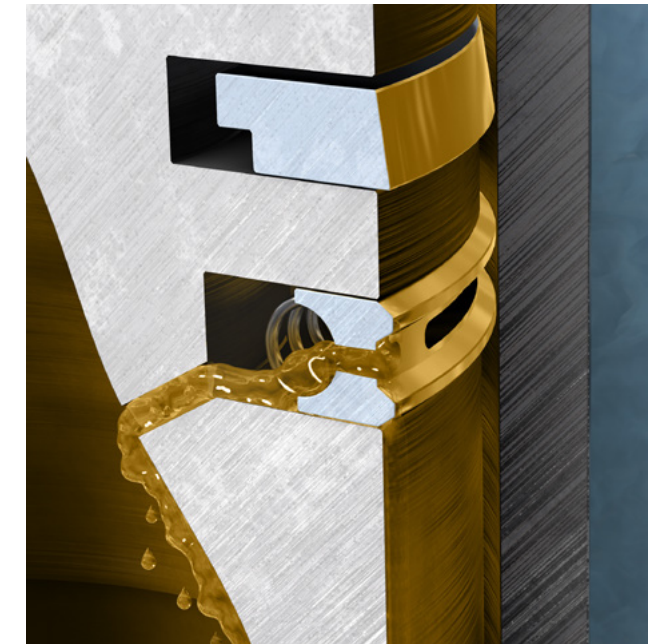
In ogni caso occorre tuttavia impedire un passaggio eccessivo dei gas della combustione caldi sul pistone e sulla parete del cilindro. Le conseguenze sarebbero infatti un calo di potenza, un apporto eccessivo di calore ai componenti e una perdita di efficacia della lubrificazione. Inoltre, la durata utile e il funzionamento del motore potrebbero risultare compromessi. Nei capitoli seguenti tratteremo in maggior dettaglio la funzione di tenuta e il funzionamento degli anelli nonché l'espulsione di gas blow-by.



Contenimento dei gas della combustione

1.2.2 RASCHIATURA E DISTRIBUZIONE DELL'OLIO

Oltre a esercitare una funzione di contenimento tra camera di manovella e camera di combustione, le fasce elastiche regolano il film di olio. Gli anelli provvedono infatti alla distribuzione uniforme dell'olio sulla parete del cilindro. L'olio in eccesso viene asportato prevalentemente dall'anello raschiaolio (3° anello) ma anche dagli anelli raschianti/di tenuta combinati (2° anello).

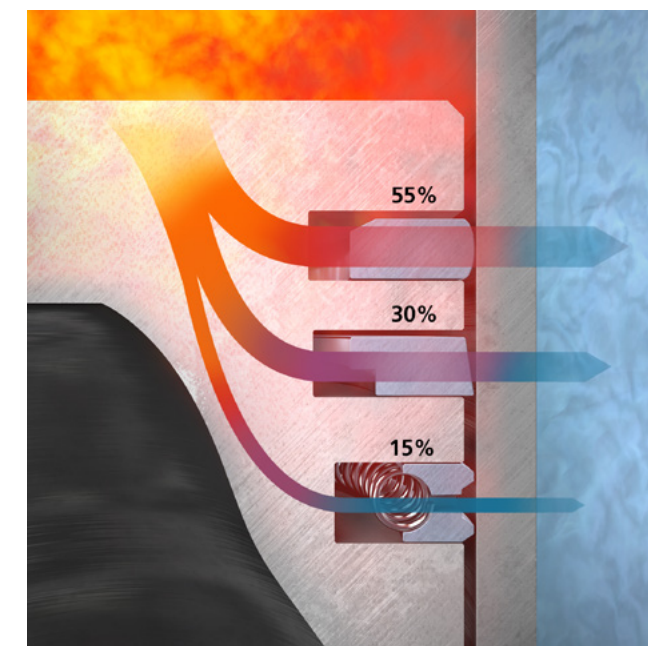


Raschiatura e distribuzione dell'olio

1.2.3 DISSIPAZIONE DEL CALORE

La gestione termica per il pistone rappresenta un altro compito importante delle fasce elastiche. La maggior parte (ca. 70 %) del calore assorbito dal pistone durante la combustione viene rimosso dalle fasce elastiche sul cilindro. Nell'asportazione di calore sono coinvolti prevalentemente gli anelli di tenuta.

Senza questa dissipazione costante del calore da parte delle fasce elastiche entro pochi minuti si verificherebbe un grippaggio di pistone nell'alesaggio del cilindro oppure il pistone potrebbe addirittura fondere. Da questo punto di vista è comprensibile come le fasce elastiche debbano sempre essere ben a contatto con la parete del cilindro. In presenza di acircularità nel cilindro o di blocco delle fasce elastiche nella scanalatura anulare (carbonizzazione, sporcizia, deformazione), in assenza di asportazione di calore prima o poi il pistone si surriscalderebbe.

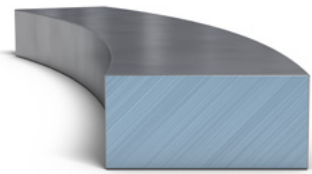


Dissipazione di calore

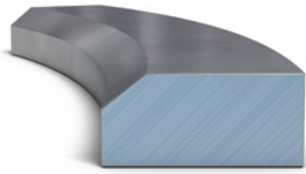
1.3 TIPI DI FASCE ELASTICHE

1.3.1 ANELLI DI TENUTA

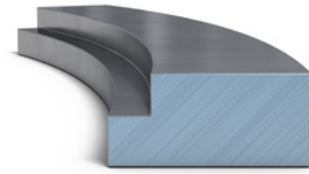
ANELLI A SEZIONE RETTANGOLARE



Anello a sezione rettangolare



Anello a sezione rettangolare con smusso interno



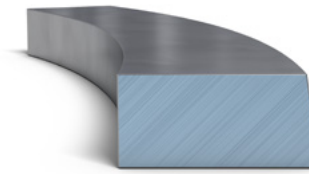
Anello a sezione rettangolare con angolo interno

Con questo termine si intende un anello a sezione rettangolare. I due fianchi dell'anello sono paralleli l'uno rispetto all'altro. Questa versione rappresenta il tipo più semplice e più diffuso degli anelli di tenuta utilizzati. Oggi viene impiegata prevalentemente come primo anello di tenuta nei motori a benzina e in parte anche nei motori diesel delle autovetture. Gli smussi e gli angoli interni provocano la torsione dell'anello una volta montato (stato in tensione). La posizione dello smusso ovvero dell'angolo interno sul bordo superiore genera una "torsione positiva dell'anello". Nel capitolo 1.6.9 Torsione dell'anello mostreremo come si esplica esattamente questo tipo di torsione.

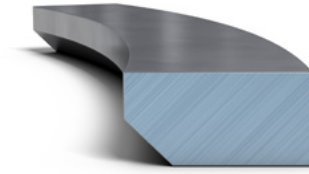


Anello a sezione rettangolare

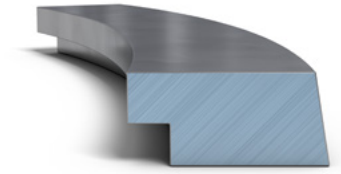
ANELLI CONICI – ANELLI DI TENUTA CON FUNZIONE RASCHIAOLIO



Anello conico



Anello conico con smusso interno sul lato inferiore



Anello conico con angolo interno sul lato inferiore

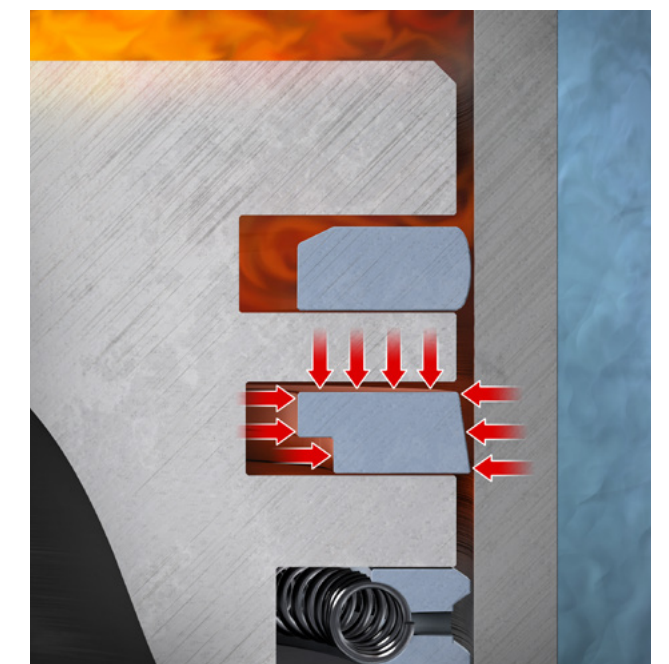
AVVERTENZA

Gli anelli conici trovano impiego in tutti i tipi di motore (autovetture, veicoli industriali, benzina e diesel) principalmente nella seconda scanalatura anulare.

Questi anelli hanno una duplice funzione. Supportano l'anello di tenuta nel contenimento dei gas e l'anello raschiaolio nella regolazione del film di olio.

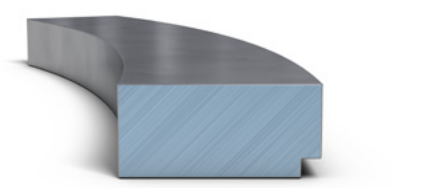
La superficie di scorrimento degli anelli conici (Fig. 2) ha una forma conica. Lo scostamento angolare rispetto all'anello a sezione rettangolare varia da ca. 45° a 60° a seconda delle versioni. Per la sua forma, un anello nuovo poggia solo sul bordo inferiore e aderisce quindi all'alesaggio del cilindro solo in questo punto. In quest'area agisce una elevata pressione superficiale meccanica e si verifica l'asportazione di materiale richiesta. Già dopo una breve durata di esercizio l'usura in fase di rodaggio auspicata crea una forma perfettamente rotonda e quindi una buona tenuta. Dopo oltre 100.000 km di percorrenza, l'usura provoca l'asportazione della superficie di scorrimento conica, per cui un anello conico tende a svolgere la funzione di un anello a sezione rettangolare. L'anello prodotto originariamente come anello conico continua comunque a svolgere una buona funzione di tenuta come anello a sezione rettangolare. Poiché i gas esercitano pressione anche sulla parte anteriore dell'anello (la pressione dei gas può penetrare nella fessura di tenuta tra cilindro e superficie di scorrimento del pistone), la spinta dovuta alla pressione dei gas si riduce. Durante il periodo di rodaggio dell'anello si ha una pressione di spinta ridotta e quindi con rodaggio più dolce con un'usura inferiore.

Oltre alla funzione di anelli di tenuta, gli anelli conici fungono anche da anelli raschiaolio. Questa funzione è svolta dal bordo superiore rientrato dell'anello. Durante il movimento verso l'alto dal punto morto inferiore a quello superiore, l'anello scorre sul film di olio. Le forze idrodinamiche (formazione del cuneo di lubrificazione) sollevano leggermente l'anello dalla superficie del cilindro. Durante il movimento in direzione opposta il bordo penetra più a fondo nel film di olio e asporta quindi l'olio principalmente in direzione della camera di manovella. Nei motori a benzina gli anelli conici sono utilizzati anche nella prima scanalatura anulare. La posizione dello smusso ovvero dell'angolo interno sul bordo inferiore genera in questo caso una torsione negativa dell'anello (ved. capitolo 1.6.9 Torsione dell'anello).



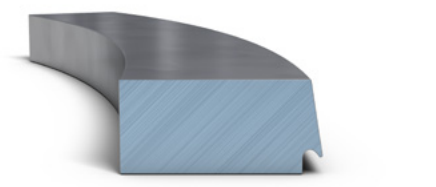
Pressione dei gas sull'anello conico

ANELLI CON GRADINO

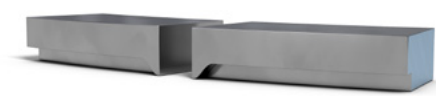


Anello con gradino
Nell’anello con gradino il bordo inferiore della superficie di scorrimento ha una cavità rettangolare o tornita che oltre a contenere i gas svolge anche una funzione raschiaolio. La cavità forma un determinato volume nel quale si raccoglie l’olio asportato prima che torni nella coppa dell’olio.

L’anello con gradino un tempo era utilizzato come secondo anello di tenuta in vari tipi di motori. Oggi al posto degli anelli con gradino si utilizzano principalmente anelli conici con gradino. Gli anelli con gradino vengono impiegati anche nei pistoni per compressori per impianti di frenata a aria compressa – principalmente come primo anello di tenuta.

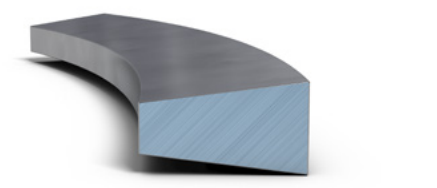


Anello smussato con gradino
L’anello smussato con gradino rappresenta l’evoluzione dell’anello con gradino. La superficie di scorrimento conica aumenta l’efficacia raschiaolio. Nei compressori ermetici l’anello smussato con gradino viene utilizzato non solo nella seconda, ma anche nella prima scanalatura anulare.



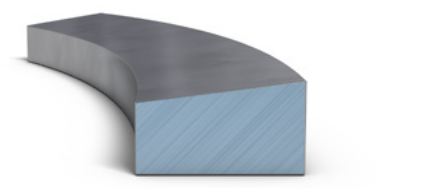
Anello smussato con gradino con giunto chiuso
In alcuni tipi di anelli smussati con gradino, al fine di migliorare la funzione di contenimento dei gas, la cavità tornita non arriva fino all’estremità del giunto. Rispetto ai normali anelli smussati con gradino si riduce pertanto l’espulsione di gas di blow-by (ved. anche il capitolo 1.6.5 Gioco luci).

ANELLI TRAPEZOIDALI



Anello trapezoidale bilaterale

Negli anelli trapezoidali bilaterali i fianchi dell’anello non sono paralleli, bensì sono trapezoidali l’uno rispetto all’altro. L’angolo di norma è pari a 6°, 15° o 20°.



Anello trapezoidale unilaterale

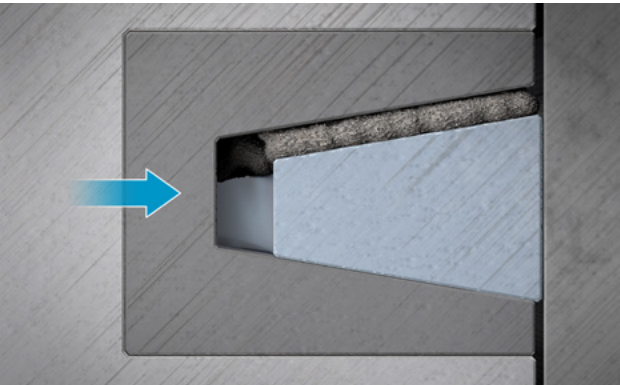
Negli anelli trapezoidali unilaterali il fianco inferiore dell’anello non presenta angoli ed è ortogonale rispetto alla superficie di scorrimento dell’anello.

Gli anelli trapezoidali o gli anelli trapezoidali unilaterali sono utilizzati per contrastare la carbonizzazione delle scanalature anulari e quindi l’adesione degli anelli nelle scanalature anulari. In particolare quando si sprigionano temperature molto elevate anche all’interno della scanalatura anulare, sussiste il pericolo di cokificazione dell’olio motore presente all’interno della scanalatura a causa della temperatura. Nei motori diesel oltre alla cokificazione dell’olio potrebbe formarsi anche della fuliggine. Questo fenomeno causa anche la formazione di depositi nella scanalatura anulare. Se le fasce elastiche sono bloccate nella scanalatura per la presenza di depositi, i gas caldi della combustione fluiscono senza ostacoli tra pistone e parete del cilindro e surriscaldano il pistone. Possibili

conseguenze sono fusioni della testa del pistone e gravi danni ai pistoni. A causa delle temperature più elevate e della formazione di fuliggine nei motori diesel si privilegia l’utilizzo di un anello trapezoidale nella prima scanalatura anulare, talvolta anche nella seconda.

 ATTENZIONE

Gli anelli trapezoidali (unilaterali e bilaterali) non devono essere utilizzati nelle normali scanalature rettangolari. In caso di utilizzo di anelli trapezoidali le rispettive scanalature anulari sul pistone devono avere sempre una conformazione corrispondente.



Funzione di pulizia: La conformazione degli anelli trapezoidali fa sì che eventuali residui carboniosi vengano polverizzati meccanicamente grazie al movimento degli anelli nella scanalatura anulare e allo scampanamento del pistone (ved. capitolo 1.6.11 Movimenti della fascia elastica).

1.3.2 ANELLI RASCHIAOLIO

FUNZIONE

Gli anelli raschiaolio sono realizzati in modo da distribuire l’olio sulla parete del cilindro e rimuovere l’olio in eccesso dalla parete stessa. Gli anelli raschiaolio solitamente hanno due segmenti al fine di migliorare la funzione di tenuta e raschiaolio. Ciascuno dei due segmenti rimuove l’olio in eccesso dalla parete del cilindro. Sia sul bordo inferiore dell’anello raschiaolio che tra i segmenti si accumula un determinato volume di olio che deve essere rimosso dall’anello. Considerando il movimento basculante del pistone all’interno dell’alesaggio del cilindro, la funzione di tenuta è migliore se entrambe le scanalature sono il più vicino possibile.

In particolare è necessario asportare il volume di olio che viene rimosso dal segmento raschiaolio superiore e che si accumula tra i segmenti, altrimenti questo olio oltrepassa l’anello raschiaolio e deve essere quindi rimosso dal secondo anello di tenuta. A tal scopo gli anelli raschiaolio a uno e due componenti sono dotati di una fessura orizzontale oppure di fori tra i due segmenti anulari. L’olio rimosso dal segmento superiore viene quindi condotto attraverso i fori nel corpo dell’anello sul retro dell’anello stesso.

Da qui è possibile procedere all’ulteriore drenaggio dell’olio rimosso in vari modi. Un possibile metodo consiste nel convogliare l’olio sul lato interno del pistone facendolo scorrere attraverso i fori del segmento raschiaolio e da qui alla coppa dell’olio. Nei cosiddetti cover slots (Fig. 1) l’olio rimosso viene convogliato sul lato esterno del pistone attraverso la cavità presente sull’alesaggio del perno. Ma viene utilizzata anche una combinazione dei due metodi.

Entrambe le versioni sono particolarmente efficaci nel drenaggio dell’olio rimosso. A seconda della forma di pistone, della tecnica di combustione o del campo di impiego si utilizza l’una o l’altra versione. Non è possibile pronunciarsi a favore di na delle due versioni, se non a livello teorico e generico. La decisione sul metodo più adatto a seconda del tipo di pistone viene presa a seguito di una serie di test pratici.



Anello raschiaolio



AVVERTENZA

Nei motori a due tempi la lubrificazione del pistone è mista. er motivi costruttivi si può dunque non utilizzare un anello raschiaolio.

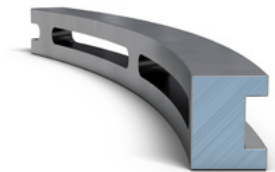
ANELLI RASCHIAOLIO MONOPEZZO

Nella costruzione dei motori moderni gli anelli raschiaolio monopezzo non vengono più impiegati. La loro tensione risulta esclusivamente dalla sezione della fascia elastica. Questi anelli sono dunque relativamente rigidi e non hanno una buona capacità di riempimento, per cui la loro tenuta è inferiore rispetto agli anelli raschiaolio a più componenti. Gli anelli a fessure monopezzo sono realizzati in ghisa grigia.



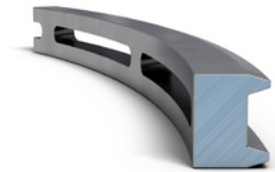
Anello raschiaolio

FORME COSTRUTTIVE



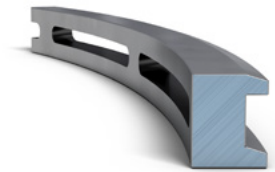
Anello a fessure per lo scarico dell’olio

Versione base con segmenti raschiaolio rettangolari e fessure per il drenaggio dell’olio.



Anello raschiaolio con smussi opposti

Rispetto all’anello a fessure per lo scarico dell’olio i bordi dei segmenti sono smussati per favorire la pressione superficiale.



Anello raschiaolio con smussi concordi

In questo anello i segmenti sono smussati solo sul lato della camera di combustione. Questa costruzione aumenta l’efficacia raschiaolio durante il movimento discendente del pistone.

ANELLI RASCHIAOLIO IN DUE PEZZI (VERSIONI CON MOLLA TUBOLARE)

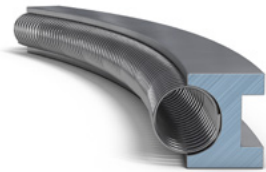
Gli anelli raschiaolio in due pezzi si compongono di un corpo dell’anello e di una molla elicoidale posizionata dietro al corpo. Rispetto all’anello raschiaolio monopezzo, il corpo dell’anello ha una sezione notevolmente ridotta. Pertanto il corpo dell’anello è relativamente flessibile e ha una buona capacità di riempimento. Il letto della molla tubolare sul lato interno del corpo dell’anello è a forma di semicerchio o di v.

La tensione vera e propria è dovuta all’azione di una molla di compressione elicoidale in acciaio per molle resistente alle alte temperature. Questa molla si trova dietro all’anello e lo preme contro la parete del cilindro. Durante l’esercizio le molle sono adese al retro del corpo dell’anello e formano un tutt’uno con quest’ultimo. Sebbene le molle non ruotino contro all’anello, l’intera unità dell’anello ruota liberamente, assieme agli altri anelli, nella scanalatura della fascia elastica. La distribuzione della pressione radiale è sempre simmetrica negli anelli raschiaolio in due pezzi, perché la pressione di spinta su tutta la molla elicoidale è uniformemente elevata (ved. a riguardo anche il capitolo 1.6.2 Distribuzione della pressione radiale).

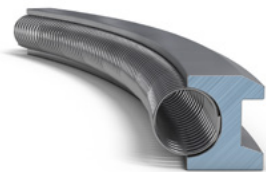
Per aumentare la vita utile delle molle il loro diametro esterno viene levigato, oppure le molle vengono avvolte in modo più stretto sul giunto anulare o rivestite con un tubo flessibile in teflon. Questi interventi consentono di ridurre l’usura da attrito tra il corpo dell’anello e la molla elicoidale. I corpi degli anelli in due pezzi sono realizzati in ghisa grigia o in acciaio.

 AVVERTENZA

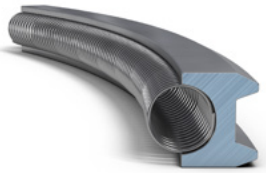
Negli anelli raschiaolio in più parti la larghezza di apertura - ovvero la distanza tra i giunti finali del corpo dell’anello smontato senza molla ad espansione posizionata dietro al corpo - è trascurabile. In particolare negli anelli in acciaio la larghezza di apertura è quasi nulla. Ciò non rappresenta un difetto né un motivo di reclamo.



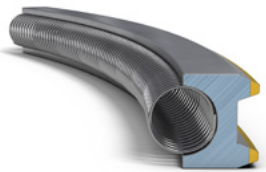
Anello a fessure per lo scarico dell’olio con molla tubolare
Forma costruttiva base con una tenuta migliore rispetto agli anelli per lo scarico dell’olio monopezzo.



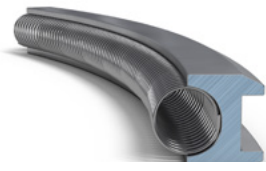
Anello raschiaolio con doppio bordo smussato e con molla
Stessa forma della superficie di scorrimento degli anelli raschiaolio con smussi concordi, ma con una tenuta migliore.



Anello raschiaolio con smussi paralleli e con molla
Stessa forma della superficie di scorrimento degli anelli raschiaolio con smussi opposti, ma con una tenuta migliore. Si tratta dell’anello raschiaolio in assoluto più diffuso. Può essere utilizzato in qualsiasi tipo di motore.



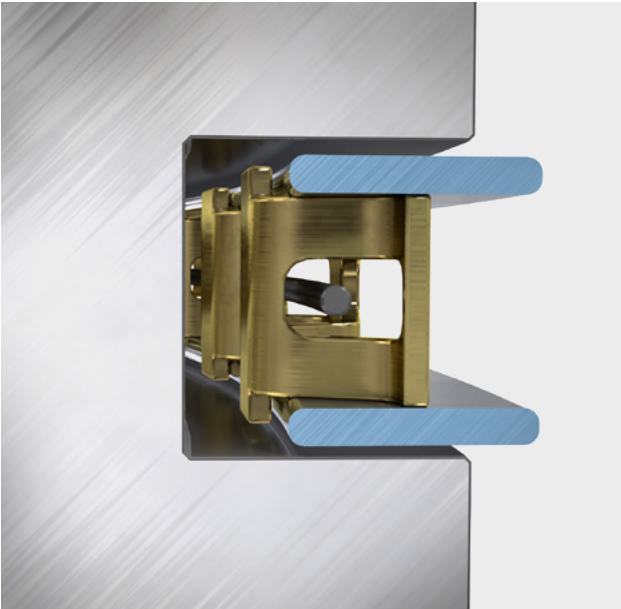
Anello raschiaolio con smussi paralleli e molla con superfici di scorrimento cromate
Stesse caratteristiche degli anelli raschiaolio con smussi opposti e con molla, ma con una maggiore resistenza all’usura e quindi una maggiore durata utile. È particolarmente adatto per i motori diesel.



Anello raschiaolio con smussi opposti e con molla in acciaio nitruato
Questo anello viene realizzato da un nastro di acciaio profilato ed è provvisto di uno strato di protezione dall’usura su tutti i lati. È molto flessibile e presenta un minor rischio di rotture rispetto agli anelli in ghisa grigia summenzionati. Il drenaggio dell’olio tra i rail avviene attraverso le aperture perforate rotonde. Questo tipo di anello raschiaolio viene utilizzato prevalentemente nel motore diesel.

ANELLI RASCHIAOLIO IN TRE PEZZI

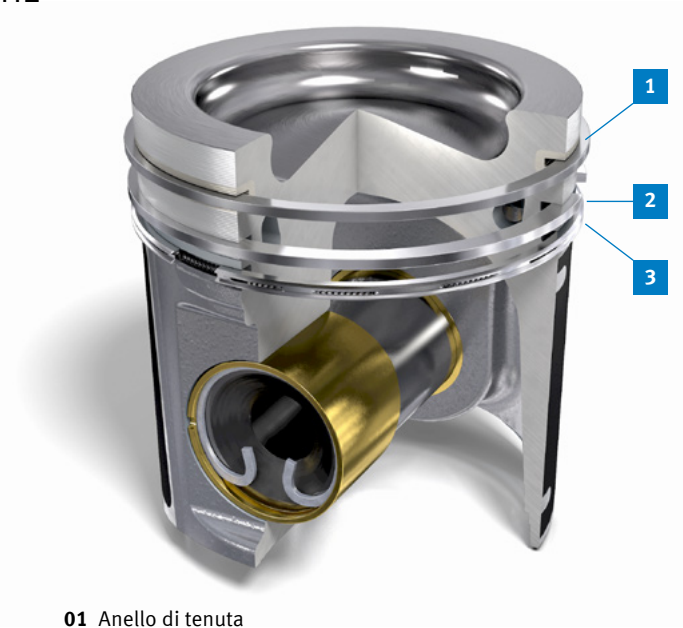
Gli anelli raschiaolio in tre pezzi sono costituiti da due lamelle di acciaio sottili che tramite una molla distanziale e ad espansione vengono spinte contro la parete del cilindro. Gli anelli raschiaolio con lamelle di acciaio sono disponibili sia nella versione con superficie di scorrimento cromata che nitrurata su tutti i lati. Quest’ultimo tipo presenta caratteristiche di resistenza all’usura migliorate sulla superficie di scorrimento, ma anche tra la molla ad espansione e le lamelle (usura secondaria). Gli anelli raschiaolio in tre pezzi presentano un’ottima capacità di riempimento e vengono prevalentemente utilizzati nei motori a benzina delle autovetture.



Anello raschiaolio in tre pezzi

1.3.3 DOTAZIONE TIPICA DI FASCE ELASTICHE

In virtù dei compiti complessi richiesti alle fasce elastiche, talvolta può essere necessario utilizzare più di un tipo di fascia elastica. Spesso si impiega una combinazione di diversi tipi di fasce elastiche. Nella costruzione dei motori dei veicoli moderni si tende a utilizzare pertanto una combinazione composta da un anello di tenuta, un anello di tenuta e raschiaolio combinato e un anello raschiaolio puro. I pistoni con più di tre anelli sono oggi relativamente rari.



- 01 Anello di tenuta
- 02 Anello di tenuta e raschiaolio
- 03 Anello raschiaolio

1.3.4 LA FASCIA ELASTICA PIÙ ADATTA

Non esiste la fascia elastica migliore e neppure la migliore dotazione di fasce elastiche. Ciascuna fascia elastica è uno “specialista” nel proprio ambito. Ciascuna versione e composizione delle fasce elastiche rappresenta, non da ultimo, un compromesso volto a soddisfare esigenze totalmente diverse e talvolta contrapposte. Basta cambiare una sola fascia elastica per compromettere l’equilibrio dell’intera composizione di fasce elastiche.

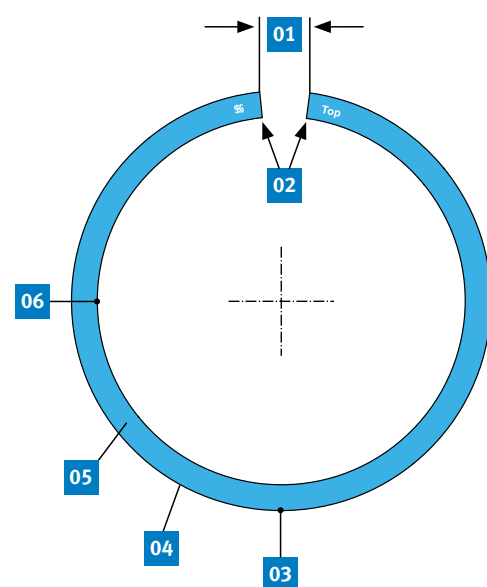
La composizione finale delle fasce elastiche di un motore di nuova costruzione viene determinata sostanzialmente sulla base di una serie di test condotti sul banco di prova - ma anche in normali condizioni di esercizio.

La tabella seguente mostra, senza alcuna pretesa di completezza, l’effetto delle diverse proprietà delle fasce elastiche sulle varie funzioni svolte da questo componente.

- favorevole – positivo
- medio – neutro
- sfavorevole – negativo

Requisito	Attrito	Rodaggio	Durata utile
Tensione elevata della fascia elastica	●	●	●
Tensione bassa della fascia elastica	●	●	●
Materiale resistente all'usura	–	●	●
Materiale più morbido	–	●	●
Fascia elastica alta	●	●	●
Fascia elastica bassa	●	●	●

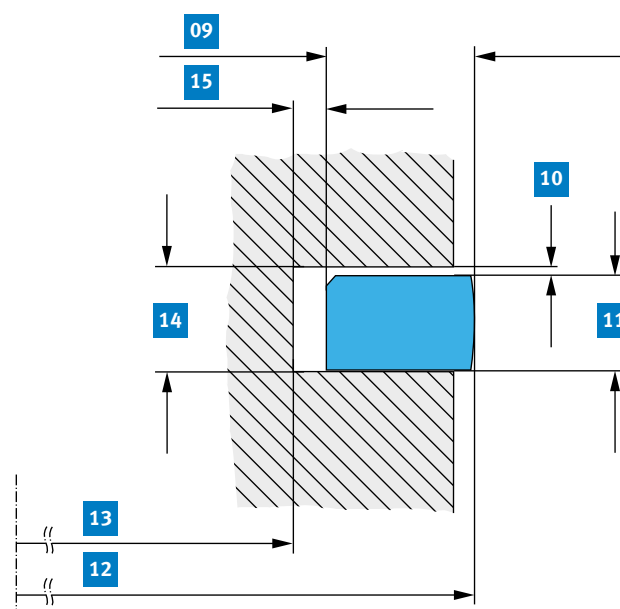
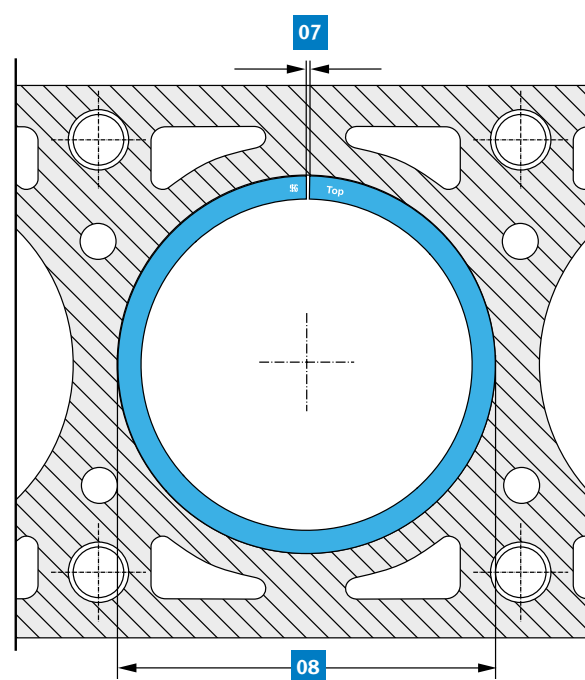
1.4 NOMENCLATURA DELLE FASCE ELASTICHE



- 01 Larghezza di apertura
- 02 Giunti finali
- 03 Dorso dell'anello (opposto ai giunti finali)
- 04 Superficie di scorrimento dell'anello
- 05 Superficie dei fianchi dell'anello
- 06 Superficie interna dell'anello

- 07 Gioco luci (a macchina fredda)
- 08 Diametro del cilindro

- 09 Spessore parete radiale
- 10 Gioco assiale
- 11 Altezza della fascia elastica
- 12 Diametro del cilindro
- 13 Diametro base della scanalatura
- 14 Altezza della scanalatura
- 15 Gioco radiale



1.5 STRUTTURA E FORMA DELLE FASCE ELASTICHE

1.5.1 MATERIALI DELLE FASCE ELASTICHE

I materiali delle fasce elastiche vengono selezionati sulla base delle proprietà di scorrimento e delle condizioni nelle quali le fasce elastiche devono lavorare. Una buona elasticità e resistenza alla corrosione sono altrettanto importanti della resistenza elevata ai danni in condizioni di esercizio estreme. La ghisa grigia è ancora oggi il materiale principale per la realizzazione delle fasce elastiche. Dal punto di vista tribologico, la ghisa grigia e i depositi di grafite all'interno della struttura presentano ottime caratteristiche di funzionamento di emergenza (lubrificazione a secco tramite la grafite).

Tali caratteristiche diventano particolarmente importanti quando l'olio motore non è più in grado di fornire la lubrificazione necessaria oppure il film lubrificante è già andato distrutto. Le venature di grafite all'interno della struttura anulare servono inoltre come riserva di olio e contrastano anche in questo caso la distruzione del film lubrificante in condizioni di esercizio avverse.

Utilizzo di vari materiali a base di ghisa grigia

- Struttura in ghisa con grafite lamellare (pezzo fuso in grafite lamellare), bonificata e non bonificata
- Struttura in ghisa con grafite globulare (pezzo fuso in grafite sferoidale), bonificata e non bonificata

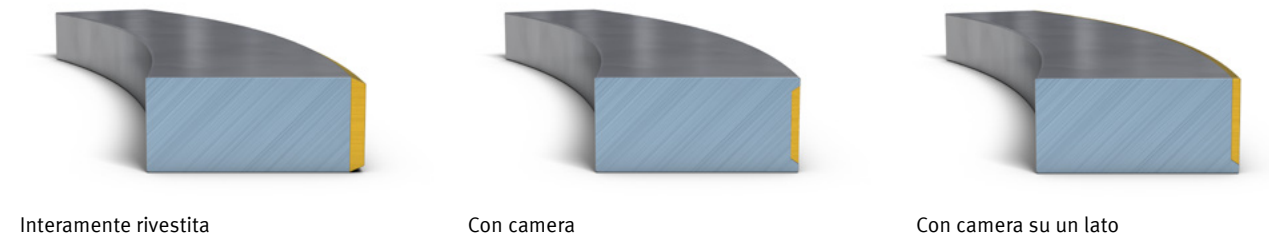
Tra gli acciai vengono impiegati l'acciaio al cromo con microstruttura martensitica e l'acciaio per molle. Per aumentare la resistenza all'usura le superfici vengono temperate. Di norma questo avviene per nitrurazione*.

* Nel linguaggio specialistico la nitrurazione viene chiamata anche nitridazione (ovvero apporto di azoto) ed è uno dei metodi di indurimento dell'acciaio. La nitrurazione si esegue di norma a temperature da 500 a 520 °C circa, con tempi di trattamento da 1 a 100 ore. Sulla superficie del pezzo si forma per diffusione dell'azoto uno strato di legamento estremamente duro composto da nitriti di ferro. A seconda del tempo di trattamento lo strato può assumere uno spessore di 10–30 µm. I metodi più comuni sono la nitrurazione in bagno di sale (ad es. per gli alberi motore), la nitrurazione gassosa (per le fasce elastiche) e la nitrurazione al plasma.



Processo di fusione di una fascia elastica

1.5.2 MATERIALI DI RIVESTIMENTO DELLE SUPERFICI DI SCORRIMENTO



Il segmento o le superfici di scorrimento delle fasce elastiche possono essere rivestiti per migliorare le loro proprietà tribologiche*. Si tratta soprattutto di aumentare essenzialmente la resistenza all'usura così come di garantire la lubrificazione e la tenuta in condizioni di utilizzo estreme. Il materiale del rivestimento deve essere compatibile con i materiali della fascia elastica e della parete del cilindro, ma anche con il lubrificante. L'uso di rivestimenti per le superfici di scorrimento delle fasce elastiche è molto diffuso. Spesso le fasce elastiche dei motori in serie sono composte da cromo, molibdeno e ossido ferroso.

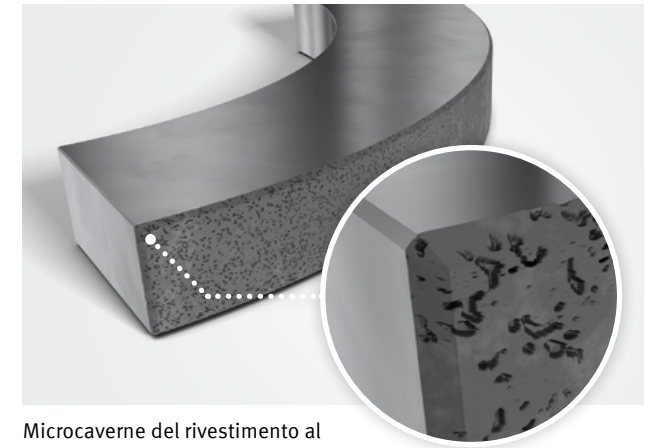
* La tribologia (dal greco: scienza dell'attrito) è la scienza e la tecnologia delle superfici interagenti in moto relativo. Si occupa della descrizione scientifica di attrito, usura e lubrificazione.

RIVESTIMENTI AL MOLIBDENO

Per evitare tracce di bruciatura, la superficie di scorrimento degli anelli di tenuta (ma non degli anelli raschiaolio) può essere riempita o interamente rivestita al molibdeno, con procedimento di spruzzatura alla fiamma o al plasma. Il molibdeno assicura una resistenza molto alta alle temperature grazie all'elevato punto di fusione (2620 °C). Il processo di rivestimento conferisce inoltre al materiale una struttura porosa. Nelle microcaverne che si vengono così a formare sulla superficie di scorrimento delle fasce elastiche (Fig. 2) si può depositare l'olio motore. Questo garantisce che in uno stato di funzionamento estremo sia sempre disponibile olio motore per la lubrificazione della superficie di scorrimento della fascia.

Proprietà

- Elevata resistenza alle temperature
- Buone caratteristiche di funzionamento di emergenza
- Più morbido del cromo
- Meno resistente all'usura delle fasce in cromo (più sensibile allo sporco)
- Più sensibile alle vibrazioni dell'anello (si possono quindi verificare rotture dello strato di molibdeno in caso di sollecitazioni estreme, come ad es. in caso di combustione con battito e altri disturbi di combustione)



Microcaverne del rivestimento al molibdeno

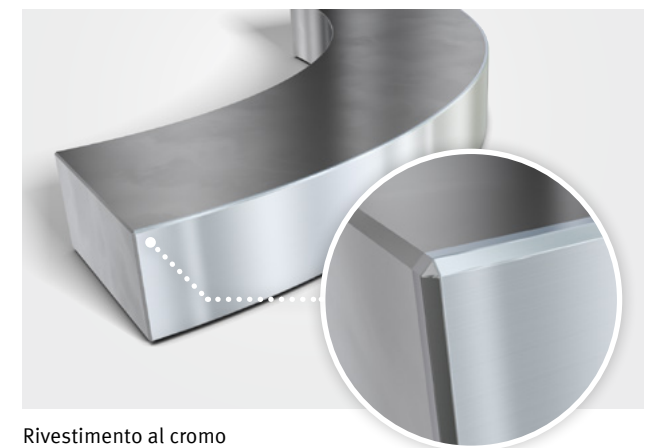
RIVESTIMENTI GALVANICI

RIVESTIMENTI AL CROMO

La maggior parte dei rivestimenti al cromo viene realizzata mediante processo galvanico.

Proprietà

- Lunga durata (resistenza all'usura)
- Superficie dura e resistente
- Usura del cilindro ridotta (50% circa rispetto alle fasce elastiche non rivestite)
- Buona resistenza alle tracce di bruciatura
- Caratteristiche di funzionamento di emergenza meno buone rispetto ai rivestimenti al molibdeno
- Buona resistenza all'usura e quindi tempo di rodaggio più lungo rispetto alle fasce elastiche non rinforzate, agli anelli raschiaolio in acciaio lamellare o agli anelli raschiaolio U-Flex



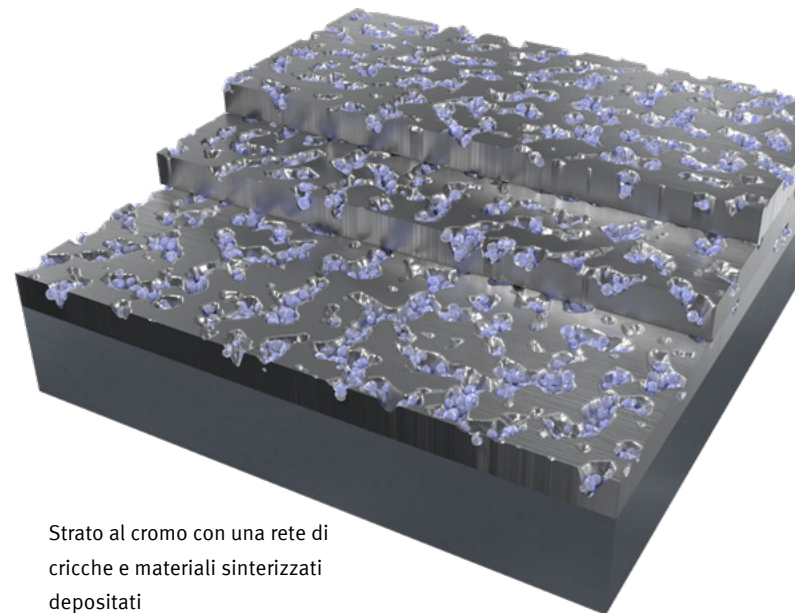
Rivestimento al cromo

RIVESTIMENTI CK (CROMO-CERAMICA) E RIVESTIMENTI DC (DIAMOND COATED)

Questi rivestimenti si compongono di uno strato al cromo applicato galvanicamente con una rete di cricche che si deposita nel materiale sinterizzato saldamento ancorato. Come materiale di deposito si utilizza la ceramica (CK) o i microdiamanti (DC).

Proprietà

- Perdite di attrito minime grazie alla superficie estremamente liscia
- Resistenza all'usura massima e lunga durata grazie al deposito dei materiali sinterizzati
- Buona resistenza alle tracce di bruciatura
- Ridotta usura propria dello strato della fascia elastica con usura del cilindro invariata



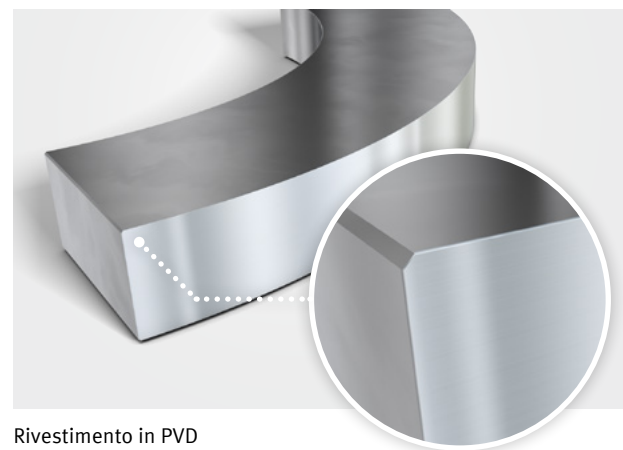
Strato al cromo con una rete di cricche e materiali sinterizzati depositati

RIVESTIMENTI IN PVD

PVD significa “Physical Vapour Deposition”, un metodo di rivestimento che sfrutta il sottovuoto nel quale gli strati di materiale sinterizzato (CrN – Nitrato di cromo(III)) vengono depositati tramite vapore sulla superficie della fascia elastica.

Proprietà

- Le perdite di attrito vengono ridotte al minimo dalla superficie estremamente liscia.
- La struttura dello strato molto sottile e compatta con una durezza elevata genera una notevole resistenza all'usura.
- Grazie all'elevata resistenza all'usura il contorno della fascia elastica non si deforma nel lungo periodo. In un anello raschiaolio con rivestimento in PVD è possibile, ad esempio, ridurre ulteriormente la tensione della fascia elastica, con evidenti vantaggi in termini di attrito.



Rivestimento in PVD

1.5.3 DISTACCO DEGLI STRATI

Gli strati della superficie di scorrimento possono talvolta staccarsi, in particolare per quanto riguarda gli strati di molibdeno e ossido di ferro applicati tramite spruzzatura. La causa è principalmente da ricondurre a errori di montaggio delle fasce elastiche (allargamento eccessivo durante l'applicazione sul pistone e il montaggio degli anelli, come mostrato in Fig. 1). In caso di applicazione errata delle fasce sul pistone, il rivestimento si rompe solo sul dorso dell'anello (Fig. 2). Se il rivestimento si stacca in corrispondenza dei giunti finali la causa potrebbe essere la vibrazione dell'anello causata da disturbi di combustione (ad es. combustione con battito).

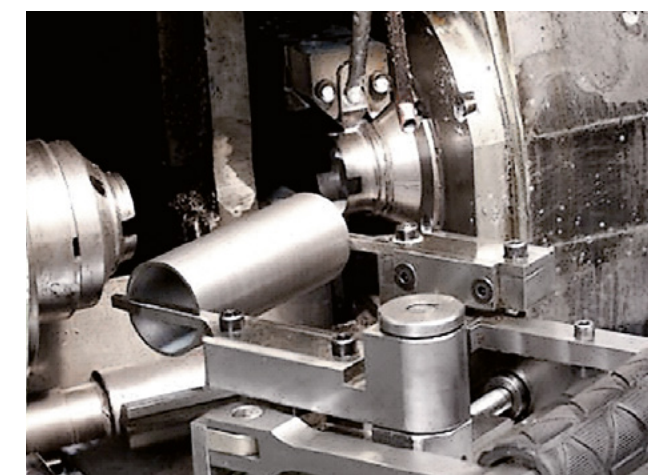


Fig. 1: Rotazione e allargamento della fascia elastica durante l'installazione sul pistone

Fig. 2: Il rivestimento si stacca sul dorso dell'anello.

1.5.4 LAVORAZIONE DELLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO (TORNITA, BOMBATA, LEVIGATA)

Le fasce elastiche in ghisa non rinforzate presentano di norma una tornitura di precisione della superficie di scorrimento. Poiché le fasce non rinforzate hanno un tempo di rodaggio rapido non è necessario rettificare o bombare la superficie di scorrimento. In presenza di rivestimento o tempra, le superfici di scorrimento vengono rettificate oppure bombate. Il motivo è che a seguito dell'elevata resistenza all'usura gli anelli impiegherebbero molto tempo per assumere una forma rotonda e chiudere correttamente a tenuta. Con possibili conseguenze quali calo di potenza e consumo di olio elevato.



Tornio per la lavorazione delle superfici di scorrimento

1.5.5 FORME BOMBATE DELLE SUPERFICI DI SCORRIMENTO

Un ulteriore motivo per ricorrere a processi di rettifica e bombatura è la forma della superficie di scorrimento. La superficie di scorrimento delle fasce elastiche rettangolari (non rinforzate) dopo qualche tempo assume una forma bombata (Fig. 1) a causa del movimento ascendente e discendente nonché del movimento dell'anello nella scanalatura (torsione dell'anello). Questo ha un effetto positivo sulla formazione del film di olio e sulla durata utile delle fasce elastiche.

Nella produzione delle fasce elastiche rivestite agli anelli viene già data una forma bombata. Durante l'iniziale rodaggio non devono assumere la forma desiderata, bensì hanno già prima del rodaggio una superficie di scorrimento propria. In questo modo si previene sia l'usura in fase di rodaggio che il conseguente consumo di olio. A seguito del contatto puntuale delle superfici di scorrimento delle fasce si ottiene una maggiore pressione di spinta specifica sulla parete del cilindro e quindi un miglior contenimento di gas e olio. Si riduce inoltre il rischio di usura causata dai bordi ancora affilati della fascia elastica. Le fasce elastiche in cromo hanno sempre uno smusso, per impedire l'estrusione del velo di olio durante il rodaggio. Lo strato di cromo molto duro potrebbe provocare, in caso di esecuzione non accurata, una notevole usura e danni alla parete del cilindro particolarmente morbida.

Le superfici di scorrimento delle fasce elastiche bombate e simmetriche (Fig. 2), che siano il risultato del rodaggio o realizzate in fase di produzione della fascia elastica, hanno un'ottima scorrevolezza e generano uno spessore del film lubrificante definito. Se le forme sono bombate e simmetriche lo spessore del film lubrificante è omogeneo durante il movimento ascendente e discendente del pistone. Le forze che agiscono sulla fascia elastica e che fanno galleggiare l'anello e il film di olio sono omogenee in entrambe le direzioni.

Se la bombatura si è formata durante la produzione della fascia elastica è possibile generare una bombatura asimmetrica per controllare meglio il consumo di olio. L'apice della bombatura non corrisponde al centro della superficie di scorrimento, bensì è localizzato poco più sotto (Fig. 3).



Fig. 1: Bombatura causata dall'usura in fase di rodaggio



Fig. 2: Superfici di scorrimento della fascia elastica bombate e simmetriche



Fig. 3: Superfici di scorrimento della fascia elastica bombate e asimmetriche

Questa divisione asimmetrica della superficie di scorrimento provoca un comportamento di scorrimento diverso durante il movimento ascendente e discendente dell'anello. Durante il movimento ascendente, a causa della superficie più ampia, l'anello viene allontanato maggiormente dall'olio e quindi viene raschiato meno olio. Durante il movimento discendente, la superficie ridotta fa sì che la fascia elastica galleggi meno e raschi più olio (Fig. 4 e 5). Gli anelli con forma bombata asimmetrica servono anche al controllo del consumo di olio, in particolare nei motori diesel in condizioni di esercizio sfavorevoli. Questo si verifica ad es. dopo lunghe fasi di minimo dopo il funzionamento a pieno carico, nel quale spesso si ha l'espulsione di olio dal tratto di scarico e la fuoriuscita di fumo blu quando si accelera.

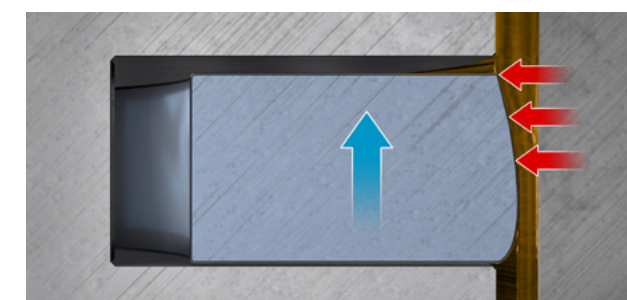


Fig. 4: Forte galleggiamento durante il movimento ascendente

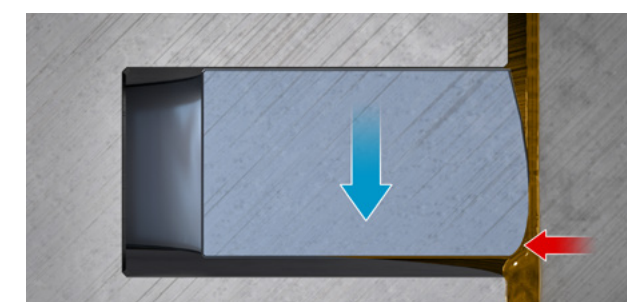


Fig. 5: Debole galleggiamento durante il movimento discendente

1.5.6 FINITURA SUPERFICIALE

A seconda della versione le superfici delle fasce elastiche possono essere zincate, fosfatate o ramate. L'unica differenza riguarda la risposta alla corrosione delle fasce elastiche. Le fasce zincate brillano da nuove, ma sono completamente indifese nei confronti della formazione di ruggine. Le fasce fosfatate hanno una superficie di colore nero opaco e sono protette dalla formazione di ruggine grazie allo strato fosfatato.

Le fasce ramate sono anch'esse ben protette dalla ruggine, ma sono soggette alla formazione di tracce di bruciatura durante il rodaggio. Il rame è adatto per la lubrificazione a secco e presenta quindi caratteristiche di funzionamento di emergenza minime durante il rodaggio.

La finitura superficiale non ha tuttavia alcuna ripercussione sul funzionamento delle fasce elastiche. Pertanto non è possibile esprimere alcun giudizio sulla qualità in base al colore della fascia elastica.



1.6 FUNZIONAMENTO E PROPRIETÀ

1.6.1 TENSIONE TANGENZIALE

Le fasce elastiche non in tensione hanno un diametro maggiore rispetto a quelle già montate. Questo perché le fasce elastiche montate nel cilindro devono esercitare la necessaria pressione di spinta su tutti i lati.

La misurazione della pressione di spinta nel cilindro è difficile da eseguire nella pratica. La forza diametrale che spinge l'anello contro la parete del cilindro viene pertanto ricavata dalla forza tangenziale mediante una formula. La forza tangenziale è la forza necessaria per contrarre le estremità dei giunti sul gioco luci (Fig. 1). La forza tangenziale si misura con un nastro di acciaio flessibile che viene posizionato attorno all'anello. Il nastro viene stretto fino a raggiungere il gioco luci prescritto della fascia elastica. La forza tangenziale può essere quindi letta sul dinamometro. La misurazione degli anelli raschiaolio avviene in linea di massima con la molla ad espansione inserita al loro interno. Per ottenere misurazioni

precise la disposizione di misurazione viene posta in vibrazione in modo che la molla ad espansione dietro al corpo dell'anello possa assumere la sua forma naturale. Gli anelli elastici in acciaio lamellare in tre pezzi, a seguito della loro costruzione, necessitano anche di un fissaggio assiale del pacchetto di anelli, poiché le lamelle in acciaio potrebbero altrimenti fuoriuscire da un lato e rendere impossibile la misurazione. La Fig. 1 mostra la rappresentazione schematica della misurazione della forza tangenziale.

AVVERTENZA

A seguito dell'usura radiale, dovuta dall'attrito misto, o al lungo utilizzo, le fasce elastiche tendono a perdere la tensione tangenziale. Conviene pertanto misurare la tensione solo sugli anelli nuovi con una sezione ancora integra.

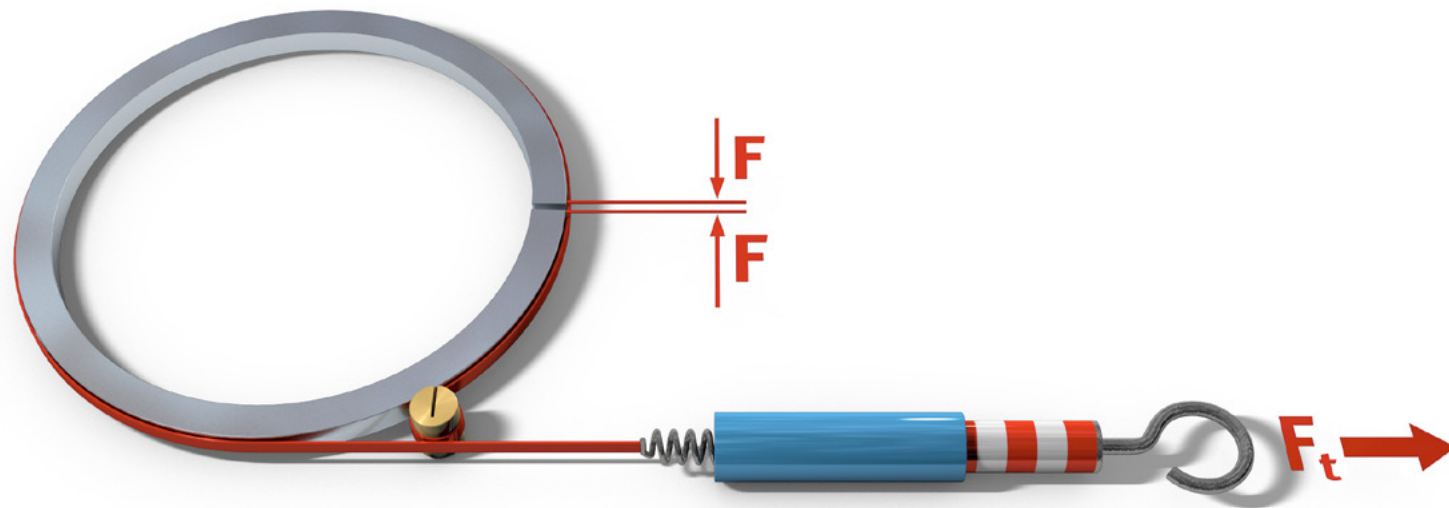


Fig. 1: Misurazione della forza tangenziale

1.6.2 DISTRIBUZIONE DELLA PRESSIONE RADIALE

La pressione radiale dipende dal modulo di elasticità del materiale, dalla larghezza di apertura dell'anello non in tensione e non da ultimo dalla sezione dell'anello. Vi sono due modalità principali per determinare la distribuzione della pressione radiale. La prima è la più semplice e riguarda la distribuzione della pressione radiale simmetrica (Fig. 2). Questa si ha soprattutto negli anelli raschiaolio in più parti, composti da un portasegmento flessibile o da lamelle in acciaio con tensione propria relativamente bassa. La molla ad espansione retrostante spinge il portasegmento ovvero le lamelle in acciaio contro la parete del cilindro. Quando la molla ad espansione compressa (situazione di montaggio) poggia contro la parte posteriore del portasegmento o delle lamelle in acciaio, la pressione radiale è simmetrica.

Nei motori a quattro tempi gli anelli di tenuta non sono sottoposti a una distribuzione della pressione radiale simmetrica. Al suo posto si utilizza una distribuzione a forma di pera (positiva-ovale), per contrastare la tendenza alla vibrazione delle estremità dei giunti della fascia (Fig. 3) a un numero di giri più elevato. La vibrazione dell'anello comincia sempre in corrispondenza delle estremità dei giunti e tramite questi ultimi si propaga all'intero anello. L'aumento della pressione di spinta sulle estremità dei giunti funge da contrasto, poiché le fasce elastiche in questa zona vengono maggiormente compresse contro la parete del cilindro e quindi la vibrazione dell'anello viene ridotta o contrastata efficacemente.

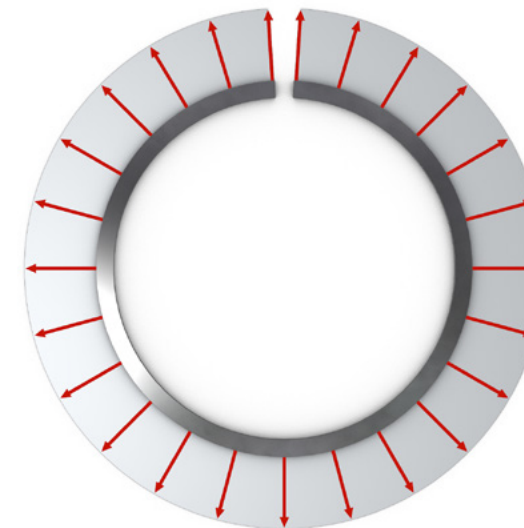


Fig. 2:
Distribuzione simmetrica
della pressione radiale

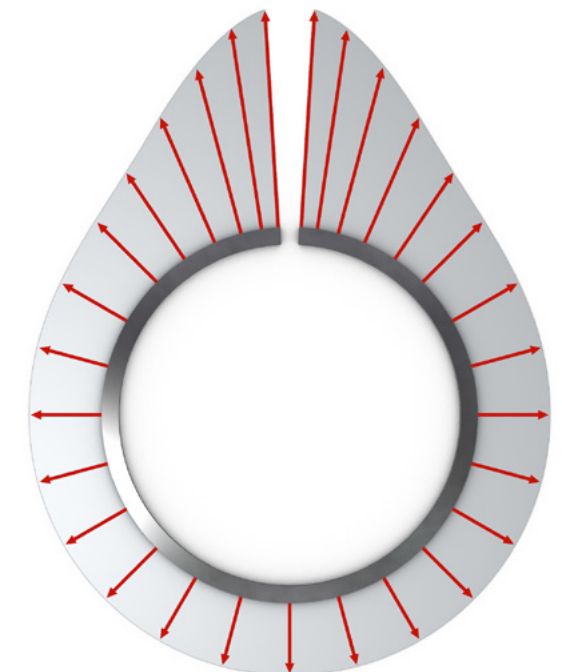


Fig. 3:
Distribuzione positiva-ovale
della pressione radiale

1.6.3 AUMENTO DELLA PRESSIONE DI SPINTA TRAMITE LA PRESSIONE DI COMBUSTIONE

Molto più importante della tensione propria delle fasce elastiche è l'aumento della pressione di spinta causata dalla pressione di combustione che agisce sugli anelli di tenuta quando il motore è in funzione.

Durante un ciclo di lavoro fino al 90 % dell'intera pressione di spinta del primo anello di tenuta viene generata dalla pressione di combustione. La pressione si concentra, come mostrato in Fig. 1, dietro agli anelli di tenuta e li spinge ancor più contro la parete del cilindro. L'aumento della pressione di spinta agisce principalmente sul primo anello di tenuta e in misura più debole anche sul secondo anello di tenuta.

La pressione dei gas sulla seconda fascia elastica può essere controllata variando il gioco luci del primo anello di tenuta. Aumentando il gioco luci è possibile, ad es., aumentare la pressione di compressione sul retro del secondo anello di tenuta, causando anche una spinta più forte. Con un numero

maggiore di anelli di tenuta, a partire dal secondo anello di tenuta non si verifica più un aumento della pressione di spinta a seguito della pressione dei gas di combustione.

Gli anelli raschiaolio semplici lavorano solo con tensione propria. La pressione dei gas in questo caso, a seguito della forma particolare degli anelli, non aumenta la spinta. La distribuzione della forza sulla fascia elastica dipende inoltre dalla conformazione della superficie di scorrimento della fascia elastica. Negli anelli conici e negli anelli di tenuta bombati e levigati la pressione dei gas penetra anche nella fessura di tenuta tra la superficie di scorrimento della fascia elastica e la parete del cilindro e contrasta la pressione dei gas che si trova dietro alla fascia elastica (ved. capitolo 1.3.1 Anelli di tenuta).

La pressione di contatto assiale che agisce sul fianco della scanalatura inferiore di un anello di tenuta viene generata esclusivamente dalla pressione dei gas. La tensione propria degli anelli non agisce in direzione assiale.

AVVERTENZA

Nel funzionamento al minimo, il riempimento insufficiente del cilindro provoca una spinta minore degli anelli. Questo si nota soprattutto nei motori diesel. I motori che funzionano al minimo per lungo tempo hanno un consumo di olio maggiore, poiché la funzione raschiaolio non è supportata dalla pressione dei gas. Spesso, dopo un lungo funzionamento al minimo, i motori in accelerata emettono una nuvola di olio blu dallo scarico, poiché l'olio si è accumulato nel cilindro e nel tratto di scarico e viene bruciato solo in accelerazione.

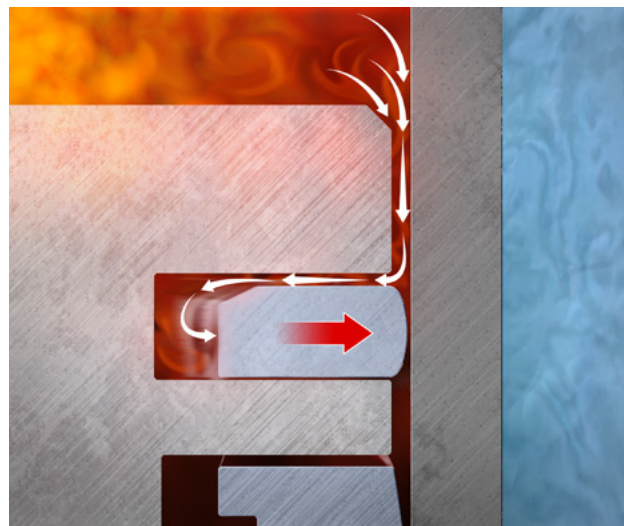


Fig. 1: Aumento della pressione di spinta

1.6.4 PRESSIONE DI SPINTA SPECIFICA



Fig. 2 e Fig. 3: Tensione della fascia elastica e pressione di spinta specifica

La pressione di spinta specifica dipende dalla tensione della fascia elastica e dalla superficie di appoggio dell'anello sulla parete del cilindro. Qualora la pressione di spinta specifica raddoppi, vi sono due possibilità: si raddoppia la tensione della fascia elastica oppure si dimezza la superficie di appoggio dell'anello all'interno del cilindro. La Fig. 2 e la Fig. 3 mostrano come la forza risultante (forza di spinta specifica = forza $\times$ superficie) che agisce sulla parete del cilindro sia sempre uniforme, sia che la tensione della fascia elastica raddoppi o si dimezzi.

Nei motori nuovi vi è la tendenza a utilizzare anelli più piatti, in quanto l'attrito all'interno del motore potrebbe ridursi. Questo può essere ottenuto, tuttavia, solo riducendo la superficie di contatto effettiva dell'anello rispetto alla parete del cilindro. Dimezzando l'altezza dell'anello si dimezza anche la tensione della fascia elastica e quindi l'attrito.

Poiché la forza restante agisce su una superficie inferiore, se si dimezzano la superficie e la tensione, la pressione di spinta specifica sulla parete del cilindro (forza $\times$ superficie) non cambia rispetto a una superficie e a una tensione doppie.

ATTENZIONE

La sola tensione della fascia elastica non può essere utilizzata per valutare la pressione di spinta della funzione di tenuta. In relazione alle fasce elastiche è sempre necessario considerare la grandezza della superficie di scorrimento.

1.6 FUNZIONAMENTO E PROPRIETÀ

1.6.5 GIOCO LUCI

Il gioco luci (Fig.1) è un importante elemento costruttivo volto a garantire il funzionamento della fascia elastica. Può essere paragonato al gioco valvola della valvola di scarico e aspirazione. Quando i componenti si riscaldano, per effetto dell’espansione termica naturale si verifica un allungamento ovvero un aumento del diametro. A seconda della differenza tra la temperatura ambiente e la temperatura di esercizio è necessario un gioco luci a macchina fredda maggiore o minore per garantire il funzionamento a macchina calda.

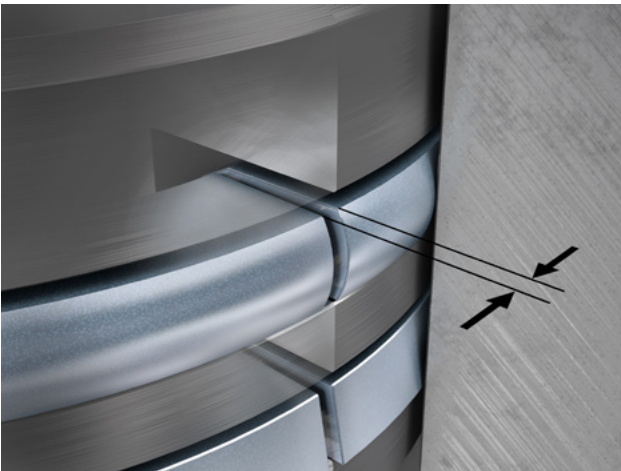


Fig. 1: Gioco luci della fascia elastica montata

Un requisito essenziale per un corretto funzionamento delle fasce elastiche è che queste ultime possano ruotare liberamente nelle scanalature. Se le fasce elastiche si incollano alle scanalature non possono svolgere la loro funzione di tenuta e di dissipazione del calore. Il gioco luci, che deve essere presente anche alla temperatura di esercizio, garantisce che la circonferenza della fascia elastica sia sempre inferiore alla circonferenza del cilindro nonostante l’espansione termica. Se l’espansione termica annullasse completamente il gioco luci, le estremità dei giunti della fascia elastica verrebbero compresse le une contro le altre. In presenza di ulteriore pressione la fascia elastica potrebbe addirittura piegarsi, per compensare la dilatazione lineare dovuta al riscaldamento. Poiché non è possibile allargare la fascia elastica in direzione radiale tramite espansione termica, la dilatazione lineare potrebbe essere compensata solo in direzione assiale. La Fig. 2 mostra come si deforma l’anello quando diventa troppo stretto nel cilindro.

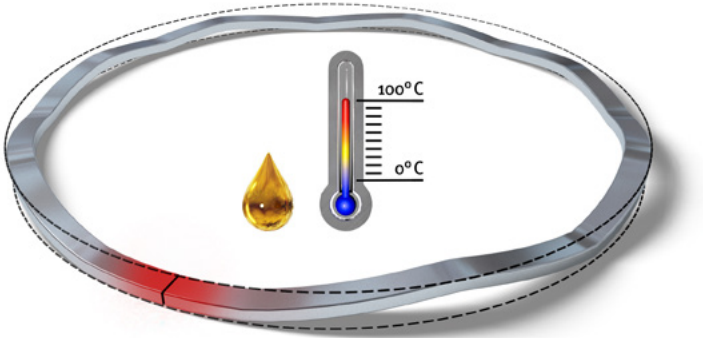


Fig. 2: Deformazione della fascia elastica alla temperatura di esercizio

Il calcolo seguente si basa sull’esempio di una fascia elastica di 100 mm di diametro e mostra come si dilata la circonferenza della fascia elastica alla temperatura di esercizio.

Esempio di calcolo			
Diametro del cilindro	d	= 100 mm	
Temperatura ambiente	t ₁	= 20 °C	= 293 K
Temperatura di esercizio	t ₂	= 200 °C	= 473 K
Coefficiente di dilatazione lineare termica della ghisa	α	= 0,000010 K ⁻¹	

Circonferenza della fascia elastica	
U	= d × π
U	= 100 × 3,14 = 314 mm
U	= l ₁

Dilatazione lineare della fascia elastica a temperatura di esercizio	
Δl	= l ₁ × α × Δt
Δl	= l ₁ × α × (t ₂ - t ₁)
Δl	= 314 × 0,000010 × 180 = 0,57 mm

Nell’esempio serve dunque un gioco luci di almeno 0,6 mm per garantire un funzionamento corretto. Oltre al pistone e alle fasce elastiche anche il diametro dell’alesaggio del cilindro è soggetto a dilatazione a seguito del riscaldamento alla temperatura di esercizio. Per questo motivo il gioco luci deve essere un poco più piccolo. Tuttavia, sebbene l’alesaggio del cilindro subisca un’espansione termica, non si dilata tanto quanto la fascia elastica. Da un lato la struttura del blocco cilindro è più rigida rispetto a quella del pistone, dall’altro la superficie del cilindro è meno calda rispetto al pistone con le fasce elastiche.

Inoltre l’allargamento del diametro dell’alesaggio del cilindro per effetto dell’espansione termica non è uniforme sull’intera superficie di scorrimento cilindro. Per effetto del calore della combustione il cilindro si espande maggiormente nella parte superiore rispetto a quella inferiore. A seguito dell’espansione termica non omogenea del cilindro si verifica dunque uno scostamento nella forma del cilindro, che assume una conformazione leggermente a imbuto (Fig. 3).

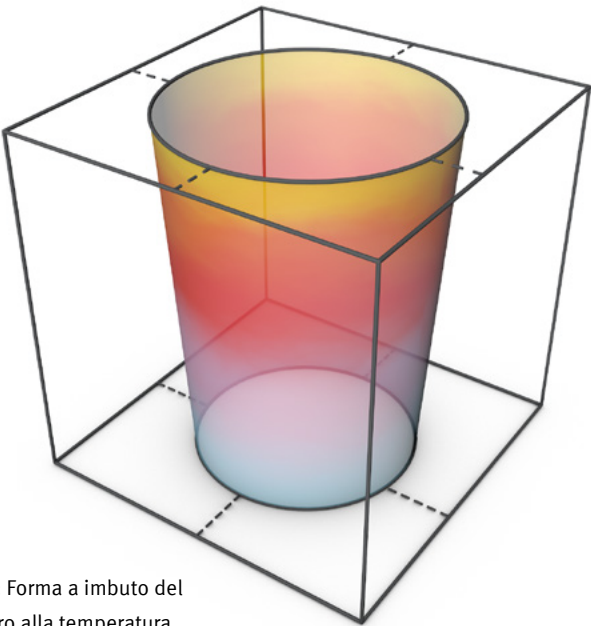


Fig. 3: Forma a imbuto del cilindro alla temperatura di esercizio

1.6.6 SUPERFICI DI TENUTA DELLA FASCIA ELASTICA

Le fasce elastiche non sono a tenuta solo in corrispondenza della superficie di scorrimento, bensì anche sul fianco inferiore. La tenuta sulla superficie di scorrimento garantisce la tenuta della fascia rispetto alla parete del cilindro; il fianco della scanalatura inferiore si occupa invece della tenuta della parte posteriore della fascia. Non è importante solo un buon contatto tra la fascia e la parete del cilindro, bensì anche un buon contatto rispetto al fianco della scanalatura inferiore del pistone (Fig. 1). In assenza di questo contatto, l'olio ovvero i gas di combustione uscirebbero dalla parte posteriore dell'anello.

Con l'aiuto delle immagini si capisce molto chiaramente come l'usura (lo sporco e il passare del tempo) comprometta la tenuta della parte posteriore della fascia elastica e provochi un maggiore passaggio di gas e olio attraverso la scanalatura. Non conviene pertanto montare fasce nuove in scanalature anulari usurate. Le irregolarità del fianco della scanalatura non assicurano più la tenuta rispetto alla fascia elastica e l'altezza della scanalatura deformata non lascia più libertà di movimento all'anello. Poiché l'anello non scorre correttamente nella scanalatura a causa del gioco in altezza eccessivo, è molto più probabile che l'anello si sollevi dal fianco della scanalatura, che l'olio venga pompato (Fig. 2 e 3) e che si verifichino vibrazioni dell'anello e perdite di tenuta. Si viene inoltre a formare una bombatura eccessiva sulla superficie di scorrimento dell'anello. Questo genera uno spessore eccessivo del film di olio e un maggiore consumo di olio.



Fig. 1: Tenuta tramite i fianchi della scanalatura



Fig. 2: Ciclo di aspirazione



Fig. 3: Ciclo di compressione

1.6.7 FESSURE DI DECOMPRESSIONE E BLOW-BY

Poiché dal punto di vista costruttivo, con le fasce elastiche utilizzate nella costruzione dei motori non è possibile ottenere un contenimento dei gas al 100%, si producono quantità di gas fuoriusciti, chiamato anche gas blow-by. I gas della combustione giungono, attraverso fessure di tenuta piccolissime, alla camera di manovella passando per i pistoni e le fasce elastiche. La quantità di gas fuoriusciti è determinata dalla grandezza della finestra di decompressione (x e y nella Fig. 4) che è il risultato del gioco luci e del gioco del pistone dimezzato. La finestra di decompressione, contrariamente a quanto illustrato nel grafico, in realtà è minuscola. Come regola approssimativa per l'emissione massima di gas blow-by si calcola lo 0,5% circa della quantità d'aria aspirata. A seconda della posizione della fascia elastica durante il funzionamento si generano più o meno gas blow-by. Se il gioco luci del primo e del secondo anello di tenuta coincide con le scanalature della fascia elastica, si generano più gas blow-by. Questo accade regolarmente durante il funzionamento, poiché le fasce elastiche ruotano nelle scanalature anulari con pochi giri al minuto. Se il gioco luci è perfettamente contrapposto, il gas fuoriuscito deve percorrere una strada più lunga attraverso la tenuta a labirinto e quindi si verifica una perdita inferiore di gas. Il gas blow-by che finisce nella camera di manovella viene riconvogliato tramite lo sfiato del basamento nel tratto di aspirazione e condotto alla combustione. Questo perché i gas hanno proprietà nocive per la salute. Facendoli nuovamente passare per la combustione all'interno del motore vengono resi innocui. La ventilazione della camera di manovella è inoltre necessaria per impedire che la sovrappressione al suo interno provochi una maggiore fuoriuscita di olio in corrispondenza degli anelli di tenuta radiale del motore.

Emissioni elevate di gas blow-by potrebbero far pensare a una notevole usura delle fasce elastiche dopo un lungo periodo di esercizio oppure alla presenza di cricche nella testa del pistone che farebbero passare i gas di combustione nella camera di manovella. Ma anche una geometria errata del cilindro (ved. capitolo 2.3.5 Geometria del cilindro e rotondità) provoca una maggiore fuoriuscita di gas blow-by.

Nei motori stazionari o nei motori sul banco di prova le emissioni di gas blow-by vengono misurate e monitorate costantemente e utilizzate come spia di eventuali danni al motore. Se la quantità di gas blow-by supera il valore massimo ammesso, il motore si spegne automaticamente. È così possibile evitare importanti e costosi danni al motore.

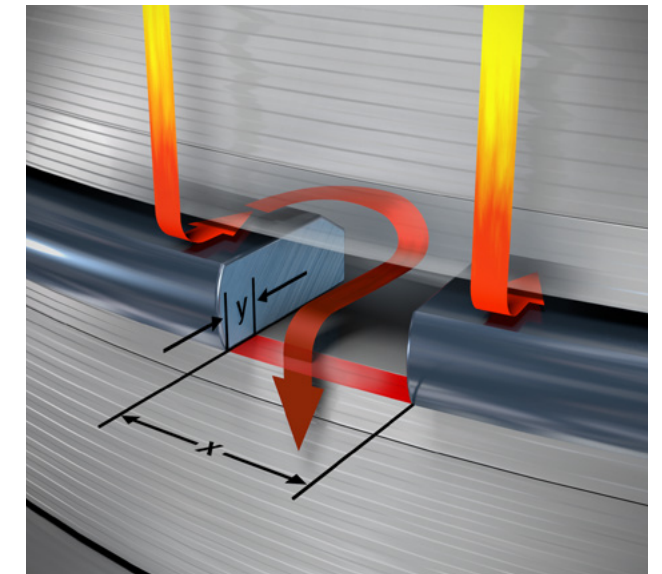


Fig. 4: Finestra di decompressione

1.6.8 GIOCO IN ALTEZZA DELL'ANELLO

Il gioco in altezza dell'anello (Fig. 1) non è il risultato dell'usura della scanalatura anulare. Il gioco in altezza è un indicatore importante del funzionamento corretto della fascia elastica. Il gioco in altezza assicura il libero movimento degli anelli nelle scanalature delle fasce elastiche (ved. anche il capitolo 1.6.11 Movimenti della fascia elastica).

Il gioco deve essere tale da consentire all'anello a temperatura di esercizio di non aderire e fare in modo che nella scanalatura entri pressione di combustione sufficiente e che si accumuli dietro all'anello (ved. anche a riguardo il capitolo 1.6.3 Aumento della pressione di spinta tramite la pressione di combustione).

Il gioco in altezza dell'anello tuttavia non deve essere eccessivo, di modo che l'anello non riceva troppa spinta assiale. Questo favorirebbe la tendenza alla vibrazione dell'anello (capitolo 2.6.7 Vibrazione dell'anello) e una torsione eccessiva. Di conseguenza si avrebbero un'usura dannosa della fascia elastica (bombatura eccessiva della superficie di scorrimento) e troppo consumo di olio (capitolo 1.6.6 Superfici di tenuta della fascia elastica).

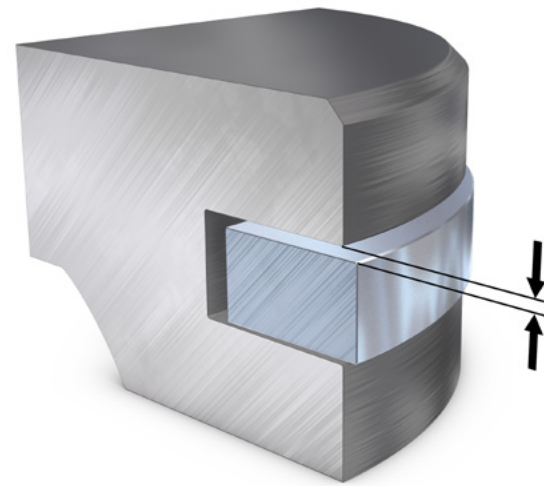


Fig. 1: Gioco in altezza dell'anello

1.6.9 TORSIONE DELL'ANELLO

Gli smussi e gli angoli interni della fascia elastica provocano una torsione dell'anello una volta montato. Quando la fascia elastica non è in tensione ed è smontata (Fig. 2) non si ha alcuna torsione e l'anello appoggia nella scanalatura. Quando l'anello è montato – ovvero in tensione – tende a spostarsi verso il lato più debole, dove manca materiale a causa dello smusso o dell'angolo interno. L'anello quindi si torce. A seconda che lo smusso o l'angolo si trovi sul bordo inferiore o superiore si parla di una fascia elastica con torsione positiva o negativa (Fig. 3 e 4).

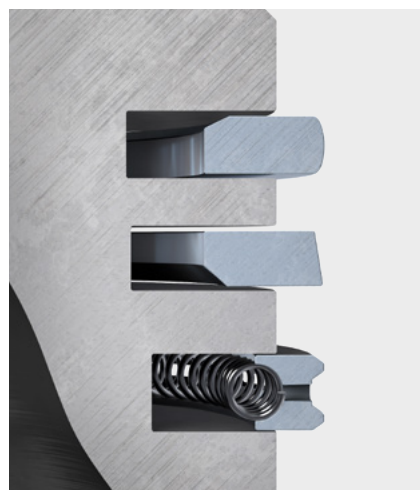


Fig. 2:
Fascia elastica non in tensione - torsione ancora inefficace



Fig. 3:
Torsione positiva

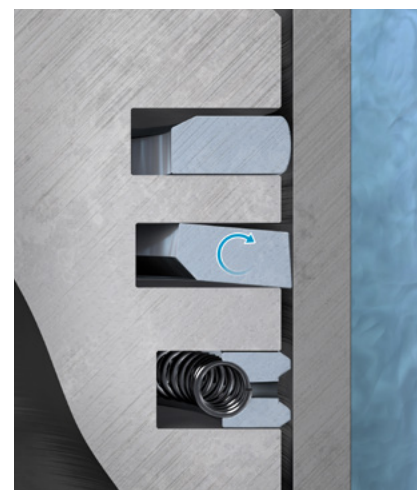


Fig. 4:
Torsione negativa

TORSIONE DELL'ANELLO IN CONDIZIONI DI ESERCIZIO

Negli anelli con torsione positiva e negativa la torsione è efficace se sull'anello non agisce alcuna pressione di combustione (Fig. 5). Quando la pressione di combustione entra nella scanalatura anulare, la fascia elastica si appiattisce e viene spinta sul fianco della scanalatura inferiore, provocando un miglior controllo del consumo di olio (Fig. 6).

Gli anelli a sezione rettangolare e conici con torsione positiva presentano in linea di massima buone proprietà raschiaolio. In presenza di attrito sulla parete del cilindro durante il movimento discendente del pistone l'anello potrebbe tuttavia distaccarsi leggermente dal fianco della scanalatura inferiore, provocando l'ingresso di olio nella fessura di tenuta e quindi consumo di olio.

L'anello con torsione negativa esercita una funzione di tenuta contro la scanalatura anulare sulla parte esterna del fianco della scanalatura inferiore e sulla parte interna del fianco superiore. In questo modo impedisce che l'olio penetri nella scanalatura. Gli anelli con torsione negativa sono quindi in grado di influenzare positivamente il consumo di olio, in particolare nel funzionamento a carico parziale e in presenza di depressione nella camera di combustione (trascinamento). Negli anelli conici con torsione negativa l'angolo rispetto alla superficie di scorrimento è maggiore di ca. 2° rispetto ai normali anelli conici. In questo modo la torsione negativa dell'angolo può essere compensata in parte.



Fig. 5:
Senza pressione di combustione



Fig. 6:
Con pressione di combustione

1.6.10 CAPACITÀ DI RIEMPIMENTO

Per capacità di riempimento si intende la capacità dell'anello di adattarsi alla parete del cilindro, al fine di ottenere una tenuta efficace. La capacità di riempimento di un anello dipende dalla sua elasticità ovvero dal corpo dell'anello (anello raschiaolio in due pezzi) o dalle lamelle in acciaio (anelli raschiaolio in più pezzi), così come dalla pressione di spinta dell'anello/del corpo dell'anello sulla parete del cilindro. La capacità di riempimento aumenta se l'anello/il corpo dell'anello è elastico e con l'aumentare della pressione di spinta. Altezze dell'anello elevate e sezioni dell'anello ampie presentano una maggiore rigidità e essendo più pesanti provocano anche momenti di massa maggiori durante l'esercizio. La capacità di riempimento è dunque minore rispetto agli anelli con altezza e diametro più piccoli e quindi momenti di massa inferiori.

Gli anelli raschiaolio in più pezzi hanno una buona capacità di riempimento poiché possiedono un corpo dell'anello molto flessibile o lamelle in acciaio, senza il requisito di dover resistere a una tensione elevata.

Come descritto in questa brochure, negli anelli raschiaolio in più pezzi la forza di spinta dipende dalla molla ad espansione. Il corpo dell'anello o le lamelle di acciaio sono molto flessibili e adattabili.

Una buona capacità di riempimento è particolarmente importante quando a causa di scostamenti si hanno acircolarità e irregolarità del cilindro. Queste vengono causate dagli svergolamenti (termici e meccanici), ma anche da errori di lavorazione e installazione. Ved. anche a riguardo il capitolo 2.3.5 Geometria del cilindro e rotondità.

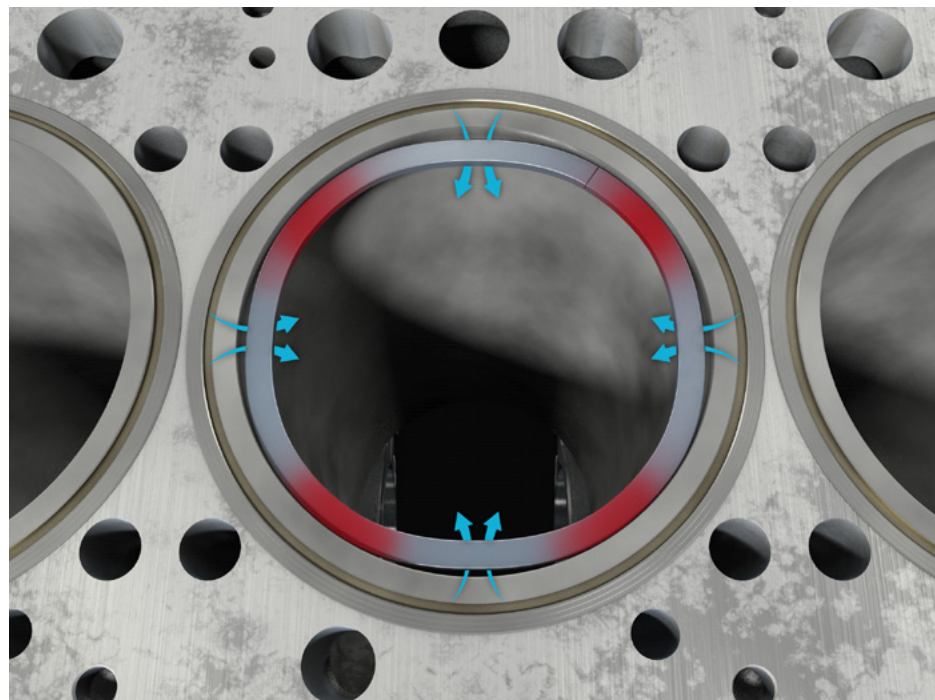


Fig. 1: Cattiva capacità di riempimento

1.6.11 MOVIMENTI DELLA FASCIA ELASTICA

ROTAZIONE DELL'ANELLO

Per un rodaggio e una tenuta perfetti le fasce elastiche devono poter ruotare nelle scanalature anulari. La rotazione dell'anello è provocata da un lato dalla struttura di levigatura (rigature incrociate) e dall'altro dal movimento basculante del pistone in corrispondenza del punto morto inferiore e superiore. Un angolo di levigatura più stretto provoca una minore rotazione dell'anello, mentre un angolo più ampio provoca coefficienti di rotazione più elevati. La rotazione dell'anello dipende inoltre dal numero di giri del motore. Da 5 a 15 giri al minuto sono valori di rotazione realistici – per avere un'idea dell'ordine di grandezze della rotazione dell'anello.

Nei motori a due tempi gli anelli sono fissati in modo che non ruotino. In questo modo si evita anche che le estremità dei giunti saltino via dai canali del gas. I motori a due tempi sono utilizzati prevalentemente nei motocicli, negli attrezzi da giardino e simili. Le conseguenze della mancata rotazione dell'anello sono l'usura non omogenea degli anelli, pericolo di cokificazione nelle scanalature anulari e una minore durata utile. Questo tipo di applicazione è senza dubbio legata a una minore durata del motore. Un normale motore a quattro tempi di un veicolo omologato per l'uso su strada deve tuttavia avere una durata decisamente maggiore.

La rotazione dei giunti anulari di 120° l'uno rispetto all'altro durante il montaggio serve semplicemente per favorire l'avviamento del motore nuovo. Successivamente, durante il funzionamento è possibile qualsiasi posizione delle fasce elastiche nella scanalatura anulare, purché la rotazione non sia impedita dal particolare tipo di costruzione (motori a due tempi).

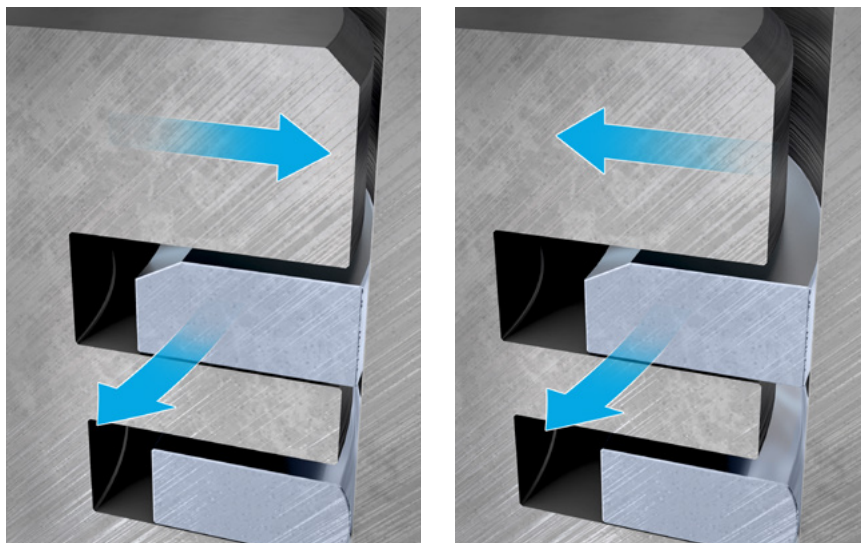
MOVIMENTO ASSIALE

Idealmente gli anelli poggiano sul fianco della scanalatura inferiore. Questo è importante per la funzione di tenuta, poiché gli anelli devono contenere non solo sulle superfici di scorrimento, ma anche in corrispondenza dei fianchi della scanalatura inferiore. Il fianco della scanalatura inferiore chiude a tenuta l'anello contro i gas o la penetrazione di olio sul retro dell'anello. La superficie di scorrimento della fascia elastica chiude a tenuta il lato anteriore rispetto alla parete del cilindro (ved. dal capitolo 1.6.6 Superfici di tenuta della fascia elastica).

A seguito del movimento ascendente e discendente del pistone e del cambio di direzione, sugli anelli agiscono anche momenti di massa che possono far sollevare gli anelli dal fianco della scanalatura inferiore. Un film di olio all'interno della scanalatura attenua il distacco delle fasce elastiche dal fianco della scanalatura inferiore causato dalla forza centrifuga. I problemi maggiori si hanno quando le scanalature anulari si allargano a causa dell'usura e quindi il gioco in altezza dell'anello diventa eccessivo. Questo provoca il distacco dell'anello dalla sua superficie di appoggio sul pistone e la vibrazione dell'anello che si propaga principalmente dalle estremità dei giunti. Si verificano quindi perdite di tenuta della fascia elastica e un consumo di olio maggiore. In particolare durante il ciclo di aspirazione, quando il movimento discendente del pistone e la conseguente depressione nella camera di combustione provocano il distacco degli anelli dal fondo della scanalatura e l'aspirazione dell'olio dal retro dell'anello nella camera di combustione. Nei tre cicli successivi la pressione proveniente dalla camera di combustione genera una spinta degli anelli sul fianco inferiore dell'anello.

MOVIMENTO RADIALE

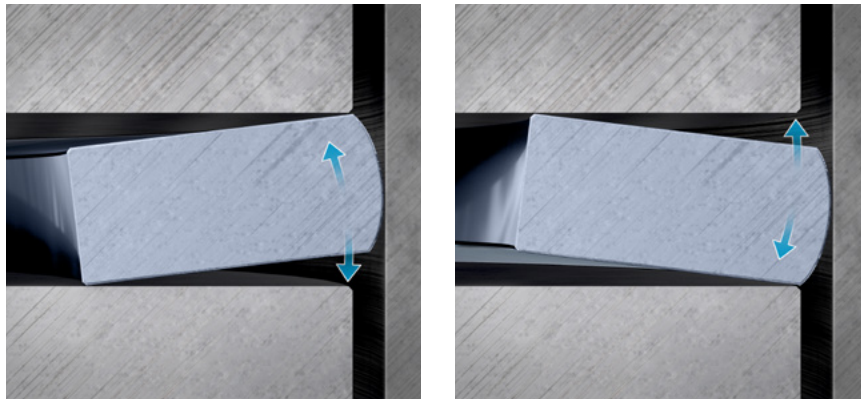
Normalmente gli anelli non si muovono avanti e indietro in senso radiale, bensì il pistone compie a seguito del movimento in senso contrario all'interno dell'alesaggio del cilindro una inversione di corsa da una parete all'altra del cilindro. Questo avviene sia in corrispondenza del punto morto superiore che inferiore. E provoca il movimento radiale dell'anello all'interno della scanalatura anulare del pistone. Inoltre, lo strato di calamina in formazione viene polverizzato (in particolare negli anelli trapezoidali) e l'anello ruota assieme alle rigature incrociate.



Movimento radiale della fascia elastica

TORSIONE DELL'ANELLO

I momenti di massa, la torsione dell'anello e il gioco in altezza dell'anello provocano un movimento del tipo illustrato in figura. Come descritto nel capitolo 1.5.5 Forme bombate delle superfici di scorrimento, nel corso del tempo le fasce elastiche assumono una forma bombata.



Torsione dell'anello

2 MONTAGGIO E SERVICE

2.1 VALUTAZIONE DEI COMPONENTI USATI

In quanto parte di un sistema di tenuta che si compone di pistone, cilindro, olio motore e fascia elastica, quest'ultima può svolgere le proprie funzioni solo se permette anche agli altri componenti di funzionare. Il grado di efficacia di un componente del sistema di tenuta dipende dall'usura, in quanto a seguito dell'usura l'efficacia dell'intero sistema di tenuta diminuisce.

La possibilità di riutilizzare gli antagonisti di strisciamento di una fascia elastica usurati (pistone e cilindro) deve essere valutata con attenzione. Il sistema a tenuta funziona allo stesso modo dei suoi componenti più deboli. Non è pertanto opportuno riparare un motore con la semplice sostituzione delle fasce elastiche. Se le fasce sono usurate si presume che anche i loro antagonisti di strisciamento lo siano. La sostituzione delle sole fasce elastiche con il riutilizzo di un pistone usurato o una canna cilindro usurata non produrrà i risultati desiderati. Sicuramente non si rimedierà ai cali di potenza o al consumo di olio eccessivo e la riparazione sarà di breve durata.

Le cause alla base di questi problemi sono descritte anche nel capitolo 1.6.6 Superfici di tenuta della fascia elastica.



2.2 VALUTAZIONE DEI PISTONI USATI

2.2.1 MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE SCANALATURE ANULARI

Se si decide di montare fasce elastiche nuove su pistoni usurati, sarà il gioco in altezza dell'anello a determinare la possibilità di riutilizzo del pistone. La fascia elastica interessata viene inserita nella scanalatura anulare pulita, come descritto in Fig. 1, e misurata con uno spessore. Se una nuova fascia elastica deve essere misurata in un pistone usurato, il metodo mostrato in figura è migliore del montaggio della fascia elastica sul pistone. Durante il movimento ripetuto verso l'alto e verso il basso della fascia elastica sul pistone talvolta si verifica una deformazione del materiale della fascia elastica che ne compromette il funzionamento.



Fig. 1: Misurazione del gioco in altezza dell'anello

ATTENZIONE

Il grado di usura si riferisce ai bordi esterni rispetto alla scanalatura anulare da misurare, ovvero non deve essere possibile inserire uno spessore di 0,12 mm, come illustrato in Fig. 2 tra la fascia elastica e la scanalatura anulare. In tal caso la scanalatura anulare è già usurata.

Gioco in altezza dell'anello (mm)	Utilizzabilità del pistone
0,05-0,10	✓ Pistone utilizzabile
0,11-0,12	! Si consiglia la massima cautela
> 0,12	✗ Pistone usurato e da sostituire

La verifica del gioco in altezza dell'anello negli anelli di forma trapezoidale non è possibile quando sono ritirati e non in tensione. A causa della forma trapezoidale il gioco in altezza dell'anello nella scanalatura trapezoidale può essere impostato correttamente solo quando la fascia elastica è compressa o è montata nel cilindro.

Una misurazione in queste condizioni è difficile. Per questo motivo la verifica deve limitarsi a un controllo visivo dell'usura della scanalatura (Fig. 3).

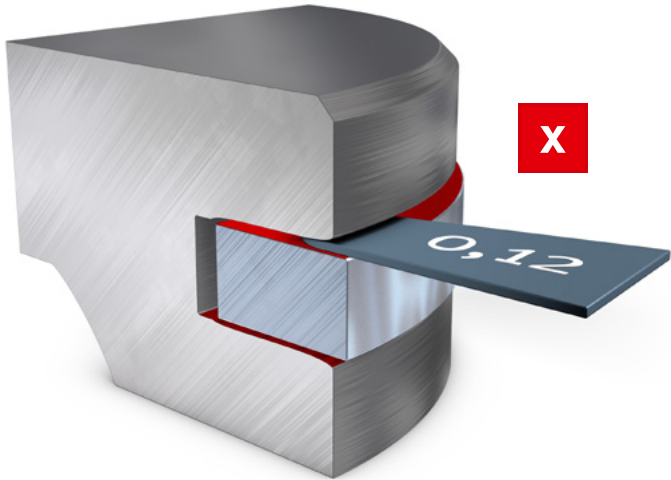


Fig. 2: Scanalatura anulare usurata

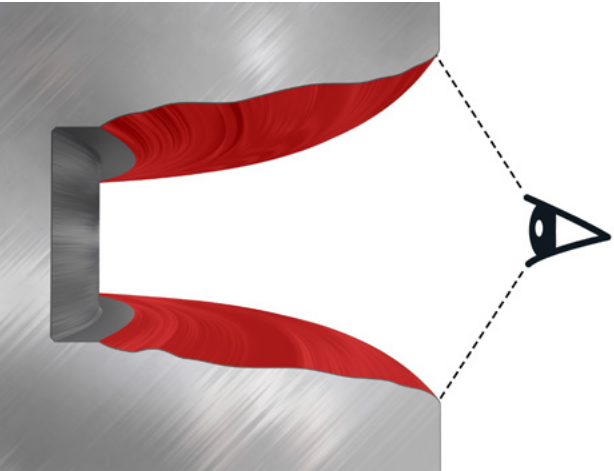


Fig. 3: Controllo visivo della scanalatura

2.3 VALUTAZIONE DEGLI ALESAGGI DEL CILINDRO USATI

2.3.1 SUPERFICI DI SCORRIMENTO CILINDRO LUCIDE (CILINDRI IN GHISA GRIGIA)

Le superfici del cilindro lucide e a specchio sulle quali non è più presente alcuna scanalatura di levigatura sono il risultato dell'usura naturale dopo un lungo periodo di utilizzo oppure possono essere causate dallo sporco e dall'attrito misto anche dopo una breve durata utile.

Il fatto che l'usura abbia rimosso tutte le scanalature di levigatura è un indizio certo dell'usura dell'alesaggio del cilindro. Come comprovato da una misurazione successiva con attrezzi di misura adeguati.

Questi cilindri devono essere assolutamente sostituiti (canne cilindro) oppure nuovamente sottoposti a alesatura e levigatura (blocchi motore).

I punti lucidi localizzati sulla superficie di scorrimento del cilindro dopo un utilizzo relativamente breve (in quest'area anche la struttura di levigatura è completamente staccata) mostrano che in corrispondenza dei punti lucidi si è verificato un attrito misto e quindi una maggiore usura del cilindro. Due sono le cause principali dei punti lucidi localizzati.

2.3.2 PUNTI LUCIDI LOCALIZZATI A CAUSA DI DEFORMAZIONI DEL CILINDRO

Le deformazioni del cilindro provocano acircolarità in determinati punti all'interno del cilindro (Fig. 1). La posizione dei punti lucidi corrisponde esattamente al punto in cui si è verificata la deformazione. Le fasce elastiche scorrono sopra questi restringimenti e tendono ad asportare il materiale. La fascia elastica che scorre sul restringimento e il conseguente

contatto puntuale con la parete del cilindro provocano, in corrispondenza della parte più alta del restringimento, una lubrificazione insufficiente e un attrito misto.

Le cause sono

- Deformazioni termiche dovute a surriscaldamenti localizzati a seguito del cattivo trasferimento di calore (imbrattamenti) al liquido di raffreddamento
- Mancato rispetto delle coppie di serraggio prescritte, utilizzo di O-ring non adatti o altre deformazioni dovute alla tensione

Rimedio

- Pulizia accurata e eventualmente lavorazione successiva dell'alesaggio del cilindro di base in presenza di alesaggi del cilindro umidi o secchi
- Rispetto puntuale delle coppie prescritte durante il montaggio della testata
- Pulizia regolare delle alette di raffreddamento dei cilindri con alette raffreddati ad aria
- Verifica del funzionamento corretto dell'impianto di raffreddamento (velocità di rotazione, pulizia)
- Utilizzo degli anelli di tenuta prescritti (misure, composizione del materiale)

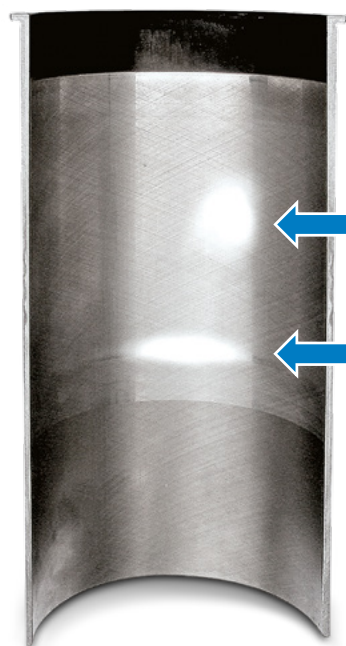


Fig. 1: Punti lucidi localizzati

2.3.3 PUNTI LUCIDI E BRUNITI NELLA PARTE SUPERIORE DEL CILINDRO (BORE POLISHING)

Nella parte superiore, ricoperta dal bordo della superficie di scorrimento cilindro (Fig. 2), si trovano punti lucidi. Questi sono causati dalla presenza di incrostazioni sul bordo della superficie dovuti a una combustione non regolare, una cattiva qualità dell'olio o temperature di combustione basse che sono la conseguenza di fasi di minimo frequenti o funzionamento a carico parziale. Lo strato di calamina (Fig. 3) provoca un'usura abrasiva sulla parete del cilindro, danni al film di olio, attrito misto, una maggiore usura della fascia elastica e di conseguenza anche un maggior consumo di olio.

Rimedio

- Funzionamento regolare del motore
- Utilizzo di olio della qualità prescritta
- Utilizzo di carburanti di marca
- Manutenzione, controlli e regolazioni del sistema di iniezione regolari



Fig. 2: Punti lucidi e bruniti nella parte superiore del cilindro



Fig. 3: Strato di calamina sul bordo della superficie

2.3.4 USURA AL PUNTO MORTO SUPERIORE

L'usura al punto morto superiore (Fig. 1) si verifica dopo un lungo periodo di utilizzo sui punti di flesso della fascia elastica in corrispondenza del punto morto superiore e inferiore. In quest'area la velocità del pistone è ridotta e in corrispondenza del punto di flesso addirittura nulla. L'efficacia della lubrificazione risulta così compromessa, poiché la fascia elastica a causa della velocità relativa rispetto alla parete del cilindro non galleggia più sul film di olio e si verifica un contatto metallico con la parete del cilindro.

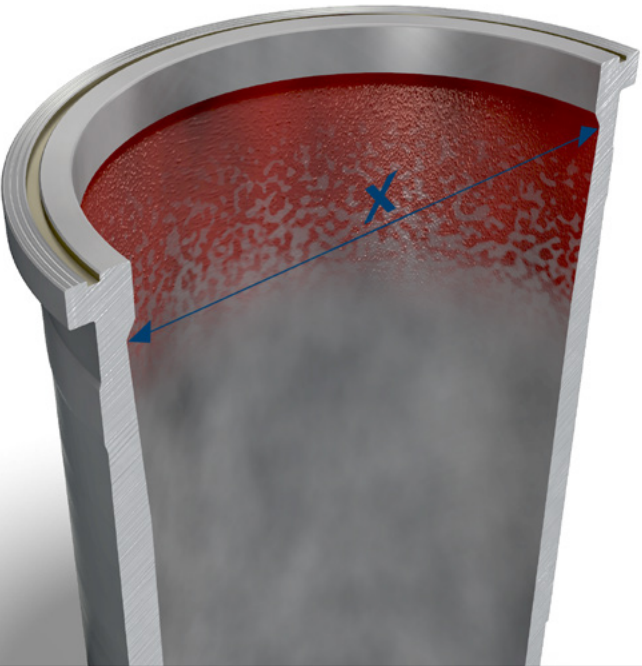


Fig. 1: Usura al punto morto superiore

Per motivi costruttivi, l'usura al punto morto superiore è maggiore in corrispondenza del punto di flesso della fascia elastica vicino al punto morto superiore del pistone, poiché qui la superficie del cilindro è maggiormente esposta alla combustione e quindi la lubrificazione risulta compromessa.

L'entità dell'usura al punto morto superiore è decisiva per la riutilizzabilità della canna cilindro o del blocco motore. Se l'usura al punto morto superiore supera i valori indicati in tabella, la canna cilindro deve essere sostituita ovvero il blocco motore deve essere levigato nuovamente. Se in corrispondenza di un altro punto del cilindro si verifica un'usura di uguale entità, i valori indicati di seguito valgono ovviamente anche in questo caso.

La Fig. 3 mostra cosa accade quando un pistone nuovo viene inserito in un alesaggio del cilindro usurato. Poiché le scanalature anulari del pistone nuovo non sono usurate e le fasce elastiche hanno ancora bordi affilati, durante il funzionamento il bordo della fascia elastica batte contro il bordo usurato del cilindro. Il risultato sono elevate forze meccaniche, la maggiore usura e la vibrazione della fascia elastica, assieme a un maggiore consumo di olio.

Tipo di motore	Usura limite al punto morto superiore "X"
Motori a benzina	≥ 0,1 mm
Motori diesel	≥ 0,15 mm



Fig. 2: Battito della fascia elastica in un pistone vecchio



Fig. 3: Battito della fascia elastica in un pistone nuovo

2.3.5 GEOMETRIA DEL CILINDRO E ROTONDITÀ

Requisito indispensabile per la migliore tenuta della fascia elastica è una perfetta geometria del cilindro. Scostamenti nella forma del cilindro, acircolarità, errori dimensionali e deformazioni negli alesaggi del cilindro provocano problemi di tenuta delle fasce elastiche.

Di conseguenza si hanno una maggiore penetrazione di olio nel cilindro, emissioni più elevate di gas blow-by, problemi di temperatura e di potenza. Questi fenomeni a loro volta provocano un'usura precoce e non da ultimo danni ai pistoni.

CLASSIFICAZIONE DELLE ACIRCULARITÀ DEL CILINDRO

Alle acircolarità nella geometria dell'alesaggio viene attribuito un determinato ordine. In caso di alesaggio del cilindro perfetto con assenza di acircolarità o scostamenti della forma in direzione assiale si parla di alesaggio di 1° ordine. Gli alesaggi ovali che sono spesso da ricondurre a errori di lavorazione o a una cattiva asportazione di calore sono denominati acircolarità di 2° ordine. Le acircolarità triangolari di 3° ordine sono spesso il risultato di una sovrapposizione delle deformazioni di 2° e 4° ordine. Le acircolarità di 4° ordine, ovvero le deformazioni quadrate, di norma sono causate dal serraggio delle viti a testa cilindrica.

L'acircolarità può variare da zero a qualche centesimo di millimetro. A seguito dei giochi di montaggio e della corsa del pistone in alcuni motori le deformazioni superiori a un centesimo di millimetro (0,01 mm) possono essere già eccessive. Le fasce elastiche sono in grado di svolgere correttamente la loro funzione solo in presenza di acircolarità minime di 2° ordine, ovvero quando l'alesaggio del cilindro è leggermente ovale o assume una forma leggermente a trapezio in direzione assiale. Le acircolarità di 3° e 4° ordine, come quelle causate spesso dal serraggio di viti e/o errori di lavorazione, lasciano le fasce elastiche ai limiti della loro funzione di tenuta.

In particolare nei pistoni di nuova costruzione, nei quali l'altezza delle fasce elastiche arriva al millimetro o è addirittura inferiore, i problemi di tenuta in presenza di alesaggi del cilindro acircolari si acuiscono. La riduzione per motivi costruttivi dell'altezza delle fasce elastiche serve a ridurre le perdite di attrito all'interno del motore e quindi il consumo di carburante. Il restringimento delle superfici di appoggio di questo tipo di anelli sulla parete del cilindro richiede una minore tensione della fascia elastica. La pressione superficiale specifica degli anelli diventerebbe altrimenti eccessiva e le proprietà tribologiche peggiorerebbero. Se la geometria degli alesaggi è corretta, la riduzione per motivi costruttivi della tensione delle fasce elastiche non ha controindicazioni. Le fasce elastiche chiudono molto bene a tenuta, provocano solo perdite minime di attrito e hanno una lunga durata. In presenza di cilindri acircolari e deformati la minore tensione della fascia elastica fa sì che gli anelli non si adattino alla parete del cilindro o si adattino molto lentamente e quindi non possano svolgere in modo corretto la loro funzione di tenuta.



1° ordine



2° ordine



3° ordine



4° ordine

2.3.6 CAUSE DELLE ACIRCULARITÀ E DELLE DEFORMAZIONI DEGLI ALESAGGI DEI CILINDRI

Le circolarità e le deformazioni degli alesaggi dei cilindri possono avere le seguenti cause:

- Deformazioni termiche durante il funzionamento causate da un'asportazione di calore insufficiente a seguito di un guasto al circuito del liquido refrigerante oppure, nei motori raffreddati ad aria, a causa di alette di raffreddamento sporche e imbrattate di olio e/o problemi di ventilazione. I surriscaldamenti localizzati della superficie di scorrimento del cilindro favoriscono la dilatazione termica in questi punti e quindi deformazioni rispetto alla forma ideale del cilindro
- Deformazioni termiche di tipo costruttivo che si verificano a causa della diversa dilatazione termica durante il funzionamento del motore
- Deformazioni termiche causate da una lubrificazione e da un raffreddamento insufficienti durante la lavorazione del cilindro
- Acircolarità dovute a pressioni di lavorazione eccessive o all'utilizzo di attrezzi per levigare non adatti
- Deformazioni del cilindro dovute alla tensione a seguito di inesattezze nella forma e serraggio delle viti non conforme

In Fig. 1 si nota una deformazione del cilindro di 4° ordine causata da un serraggio conforme delle viti a testa cilindrica anche per motivi costruttivi.

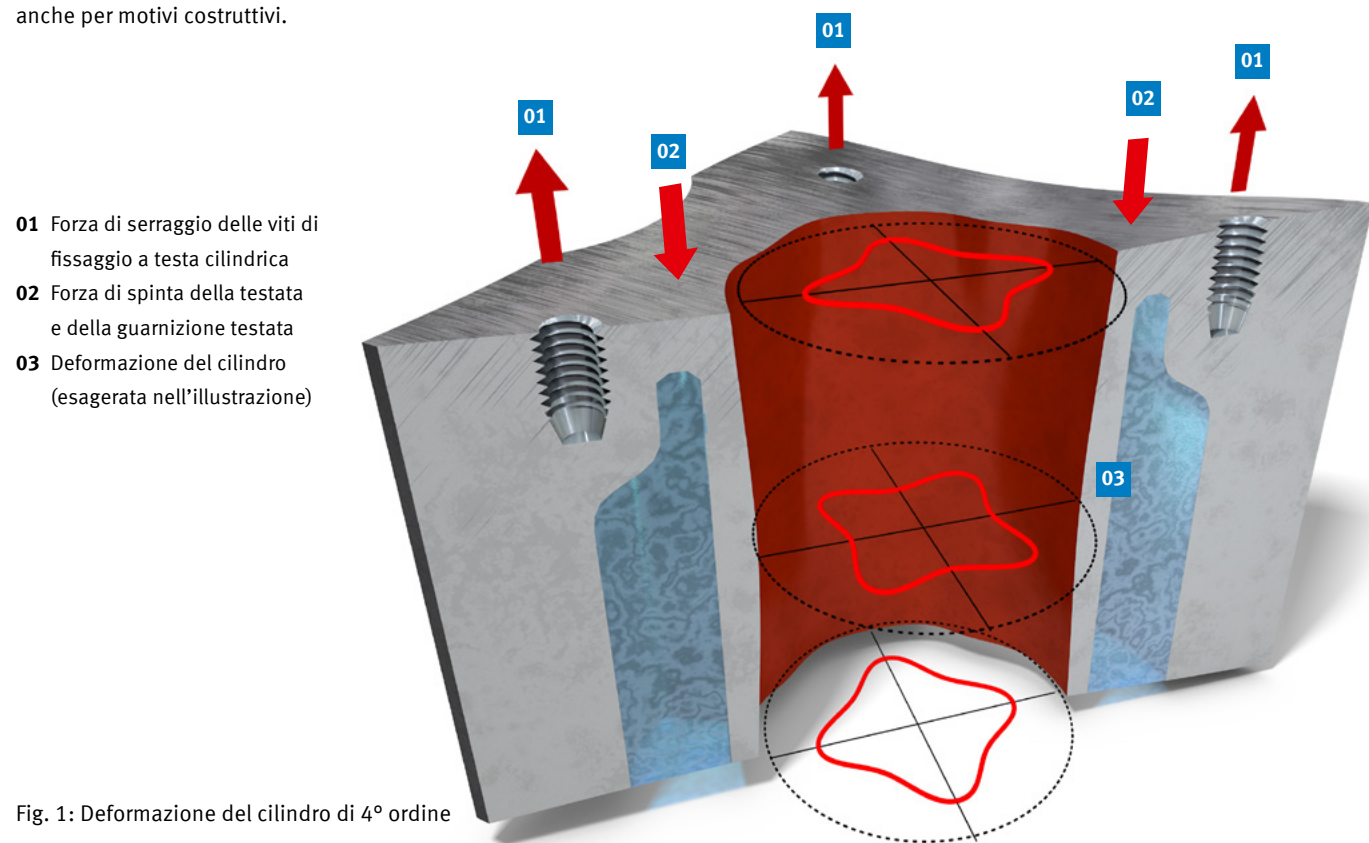


Fig. 1: Deformazione del cilindro di 4° ordine

2.3.7 LAVORAZIONE SUCCESSIVA DEGLI ALESAGGI DEL CILINDRO USURATI

Durante la sostituzione dei pistoni o delle fasce elastiche di regola si utilizzano le cosiddette spazzole di levigatura o i levigatori a molla (Fig. 2 e 3). Questa fase della lavorazione, tuttavia, ha poco a che fare con una levigatura corretta. La superficie di scorrimento cilindro più o meno usurata viene sottoposta a una semplice pulizia e irruvidita leggermente. In questo modo non si migliora la geometria del cilindro. Avendo un supporto a molla, i corpi di levigatura seguono ciascuna acircolarità e deformazione e non migliorano la geometria del cilindro. Inoltre la pressione di spinta minima non è in grado di ottenere rugosità ragionevoli che potrebbero contribuire a migliorare l'efficacia della lubrificazione. Si crea solamente una maggiore resistenza all'attrito delle nuove fasce elastiche che quindi si adattano più velocemente alla parete del cilindro. Con questa procedura l'usura della superficie del cilindro non viene affatto risolta o migliorata. Le spazzole di levigatura o i levigatori a molla non producono quindi nessun miglioramento duraturo delle superfici di scorrimento del cilindro, ma conferiscono loro semplicemente un miglior aspetto e riducono appena il rodaggio. Questo metodo pertanto non può essere considerato come una riparazione.

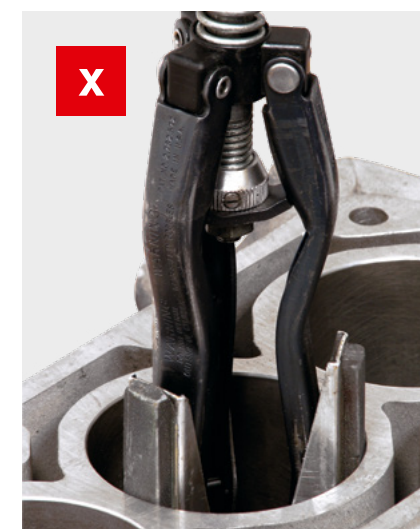


Fig. 2: Levigatore a molla

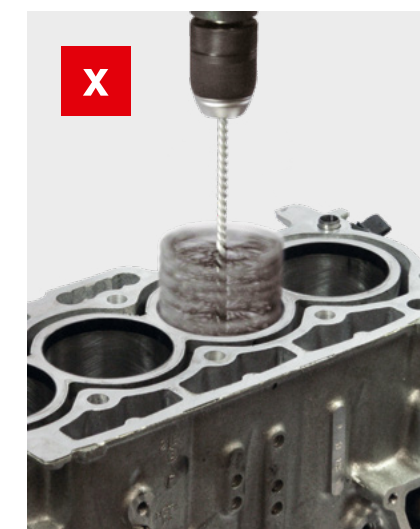


Fig. 3: Spazzole di levigatura

2.4 MONTAGGIO DI PISTONI E FASCE ELASTICHE

I problemi e danni principali ai pistoni si verificano in caso di applicazione non conforme delle fasce elastiche sui pistoni. Le fasce elastiche sono infatti sottoposte a sollecitazioni meccaniche estreme. Se l'applicazione non è conforme, le fasce elastiche non seguono il contorno richiesto e non si ha una distribuzione uniforme della pressione radiale. La funzione di tenuta desiderata viene esplicata solo in parte o addirittura non viene esplicata affatto.

Una fascia elastica può essere allargata solo fino a che il suo diametro interno sfiora il diametro esterno del pistone. Un ulteriore allargamento provoca la deformazione dell'anello, in particolare sul dorso (Fig. 1) con notevoli problemi di tenuta della fascia elastica una volta montata.

Rotture, distacco degli strati (soprattutto degli anelli in molibdeno), pressioni di spinta ridotte sul dorso dell'anello fino alla comparsa di fenditure semicircolari (Fig. 2) sono tutti problemi che possono riguardare la fascia elastica durante il suo funzionamento e provocarne la rottura.



ATTENZIONE

Non piegare mai le fasce elastiche per aumentare la loro tensione! Allentando le estremità dei giunti l'anello si piega solo in un punto ovvero sul dorso. La tensione dell'anello dunque non aumenta. Al contrario: piegando eccessivamente o deformando l'anello questo perde la sua forma rotonda e non esercita più la sua funzione di tenuta.

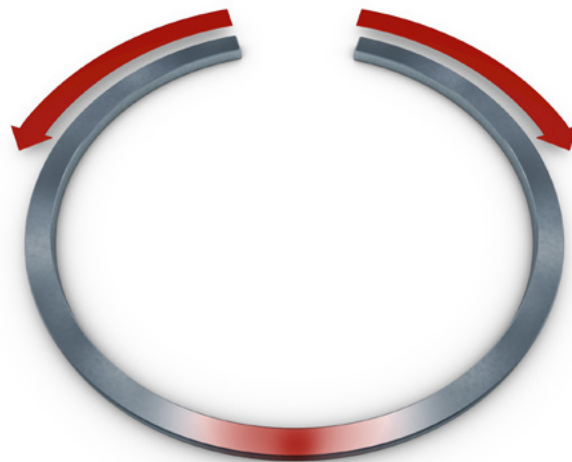


Fig. 1: Allargamento eccessivo della fascia elastica

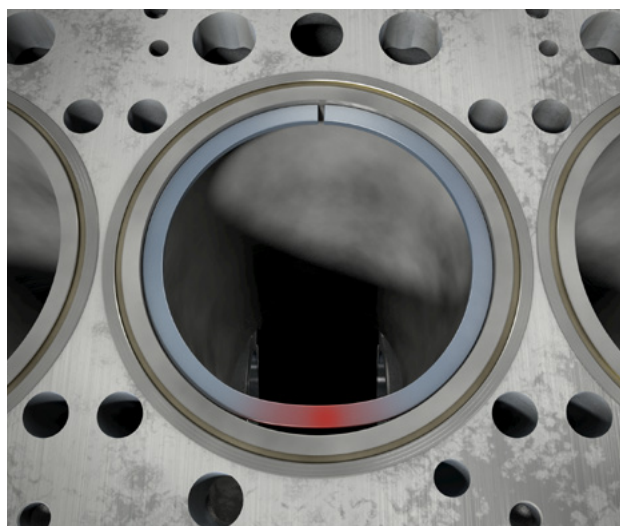


Fig. 2: Formazione di fenditure semicircolari a causa di un allargamento eccessivo

2.4.1 MONTAGGIO E SMONTAGGIO DELLE FASCE ELASTICHE

- Pulire accuratamente il pistone dalle incrostazioni di sporco. Accertarsi in particolare che le scanalature anulari siano prive di calamina e sporco. Pulire eventualmente i fori di drenaggio dell'olio con un trapano o altro attrezzo idoneo.
- Durante la rimozione della calamina prestare attenzione a non danneggiare i fianchi della scanalatura. Il fianco della scanalatura inferiore è una superficie a tenuta. Danni causati da eventuali graffi possono causare un consumo di olio maggiore o emissioni più alte di gas blow-by quando il motore è in funzione.
- Per il montaggio e lo smontaggio delle fasce elastiche utilizzare una pinza per fasce elastiche. Altri ausili, come ad es. anse a filo o cacciaviti possono danneggiare la fascia elastica e il pistone.
- Non allargare mai gli anelli con le mani (eccezione: anelli a lamelle in acciaio). Si rischia infatti di rompere l'anello, di piegarlo o torcerlo, ma anche di farsi male in caso di rottura dell'anello o per i suoi bordi affilati.



Set di montaggio per fasce elastiche

N. articolo 12 00001 16 900 (auto)

N. articolo 12 00002 16 900 (veicoli commerciali)



ATTENZIONE

L'allargamento rapido della fascia elastica eseguito a mano senza romperlo dimostra sì la destrezza del meccanico, ma danneggia la fascia elastica già durante il montaggio.



- Non inserire mai l'anello sul pistone nel modo illustrato. Se l'anello si piega e non appoggia nella scanalatura non è più in grado di ruotare al suo interno, si usura su un lato o non chiude più a tenuta. Negli anelli con strato di molibdeno il rivestimento potrebbe addirittura staccarsi o rompersi. La perdita dello strato di strisciamento si verificherebbe subito in fase di montaggio o al più tardi durante il rodaggio del motore. Lo strato di strisciamento si distacca, danneggia il pistone e il cilindro e il pistone grippa nell'alesaggio del cilindro, mentre i gas di combustione caldi si infilano tra pistone e parete del cilindro. I componenti distaccati provocano il danneggiamento del pistone e delle superficie di scorrimento del cilindro.
- Evitare un inutile movimento verso l'alto e verso il basso delle fasce elastiche. Gli anelli si piegano leggermente a ogni montaggio. Non estrarre nuovamente gli anelli dai pistoni premontati, ad es. per misurarli.
- Attenersi alla sequenza di montaggio degli anelli: montare dapprima l'anello raschiaolio, quindi il secondo anello di tenuta, infine il primo anello di tenuta.

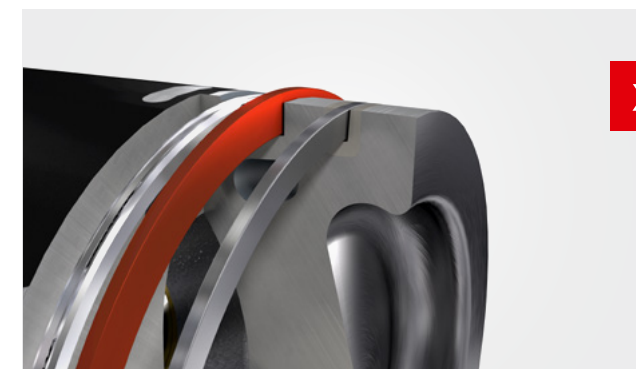
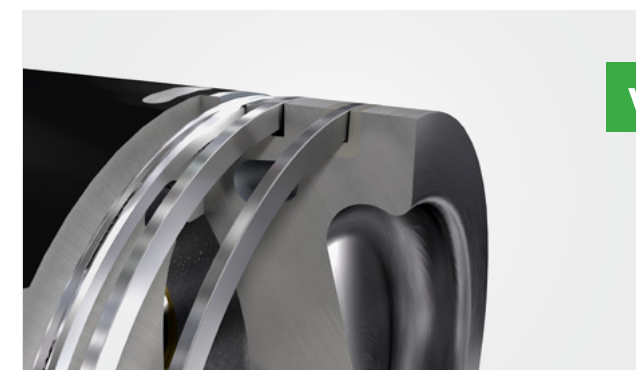


- Rispettare i contrassegni per il montaggio. "Top" significa che questo lato deve essere rivolto verso l'alto in direzione della camera di combustione. In caso di dubbi o assenza del contrassegno "Top", montare l'anello con la scritta verso l'alto.

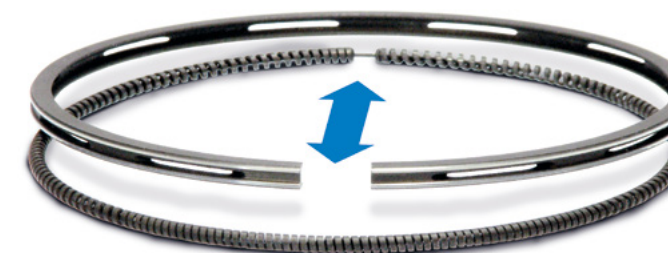


- Verificare che le fasce si spostino liberamente nelle scanalature anulari (rotazione).

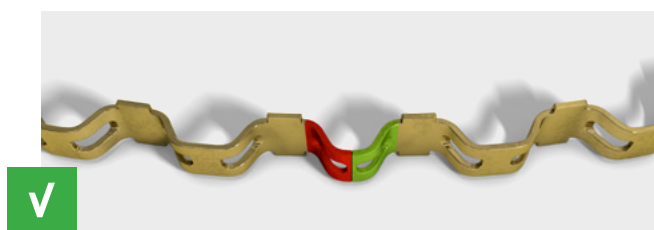
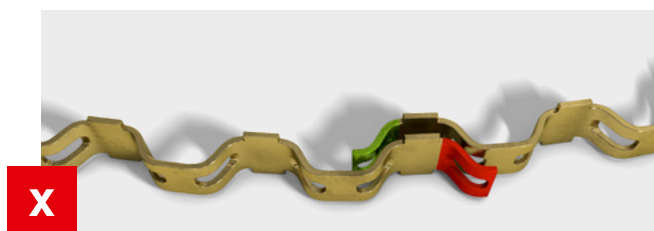
- Accertarsi che l'anello scompaia completamente nella scanalatura per l'intera circonferenza, ovvero la sua superficie di scorrimento non deve sporgere oltre lo stelo del pistone. Questo è importante poiché in assenza di gioco sul fondo della scanalatura (anello sbagliato o fondo della scanalatura coificato), l'anello potrebbe non funzionare correttamente.



- Durante il montaggio degli anelli raschiaolio in due pezzi prestare sempre attenzione alla posizione della molla tubolare. Le estremità della molla tubolare devono sempre trovarsi di fronte al giunto anulare.



- Negli anelli a tre componenti la posizione corretta delle molle ad espansione è indispensabile per garantire la funzione raschiaolio. Prima del montaggio del pistone controllare sempre, anche per i pistoni con anelli premontati, la posizione della molla ad espansione. Durante il trasporto le estremità della molla non sono tese e pertanto non possono scivolare una sull'altra. Entrambi i contrassegni colorati sulle estremità della molla devono essere visibili. In caso contrario la molla si sovrappone e l'anello non funziona. I giunti anulari dell'anello raschiaolio a tre componenti (le due lamelle in acciaio e la molla ad espansione) devono essere ruotati reciprocamente di 120°.



- Ruotare i giunti anulari del pistone pronto per il montaggio in modo che siano ruotati reciprocamente di circa 120°. Questo aiuta il pistone ovvero l'anello al primo avviamento del motore. Motivo: la compressione al primo avviamento del motore è leggermente più bassa, poiché le fasce elastiche non sono ancora rodiate. Con la rotazione reciproca delle estremità dei giunti si impedisce che al primo avviamento del motore si formino gas blow-by eccessivi e quindi che il motore si avvii in modo errato.



2.4.2 MONTAGGIO DEL PISTONE NELL'ALESAGGIO DEL CILINDRO

- Pulire accuratamente la superficie di tenuta del blocco motore da ogni residuo di guarnizione, qualora questa non sia stata rettificata durante il ricondizionamento.
- Pulire accuratamente tutti i fori filettati da sporco, olio e refrigerante che si trovano eventualmente al loro interno.
- Eseguire tutti gli interventi di pulizia prima che il pistone venga inserito nel cilindro.
- Bagnare tutte le superfici del pistone con olio motore nuovo – non dimenticare il perno del pistone e i cuscinetti di biella.
- Prestare attenzione alla direzione di montaggio del pistone (contrassegni di montaggio sulla testa del pistone, tasche valvole).
- Pulire nuovamente l'alesaggio del cilindro con un panno e bagnare anch'esso con olio motore.
- Controllare che il nastro per fasce elastiche non presenti danni e ammaccature e eventualmente rimuoverle o sostituire l'attrezzo.
- Durante il montaggio del pistone prestare attenzione che il nastro o la boccola di montaggio conica poggino a filo sulla superficie di tenuta del cilindro.
- Non montare i pistoni nel motore senza attrezzo di montaggio (pericolo di lesioni, rischio di rottura degli anelli).





Fig. 1: Smusso troppo grande sull'alesaggio del cilindro – durante il montaggio la fascia elastica rimbalza tra il nastro per fasce elastiche e il cilindro e il pistone è bloccato



Fig. 2: Smusso piccolo sull'alesaggio del cilindro – la fascia elastica scorre sulla fessura

- Non esercitare una pressione eccessiva durante il montaggio del pistone. Se un pistone non entra nel cilindro controllare il nastro di serraggio. Ruotare l'apertura del nastro in modo che coincida non le estremità dei giunti degli anelli.
- Se per il montaggio si utilizza il manico di un martello esercitare solo il peso specifico del martello sulla testa del pistone. Non utilizzare mai il martello per spingere il pistone con forza nel cilindro. Se le fasce elastiche non dovessero rompersi durante il montaggio, potrebbero comunque piegarsi e non esercitare correttamente la loro funzione durante il successivo rodaggio del motore.
- Un montaggio violento danneggia non solo gli anelli, ma anche il pistone. Questo vale in particolare per i pistoni dei motori a benzina. In questo tipo di motori le scanalature sul bordo e nell'anello sono particolarmente sottili e tendono a rompersi facilmente se colpite. Con conseguente perdita di potenza e la necessità di effettuare immediatamente costose riparazioni.
- Evitare che sporco e sabbia penetrino nel cilindro nel quale deve essere inserito il pistone. Posizionare o infilare eventualmente panni puliti sugli/negli alesaggi per evitare le infiltrazioni di sporco. In particolare se si lavora in un ambiente polveroso e/o all'aperto.

2.5 MESSA IN FUNZIONE E RODAGGIO DEL MOTORE

2.5.1 GENERALITÀ

Quando si parla di rodaggio del motore, si pensa solitamente a tutti i componenti mobili che devono adattarsi gli uni agli altri. Questo è sostanzialmente corretto, in particolare per quanto riguarda le fasce elastiche. Le fasce elastiche sono componenti che per la loro funzione intrinseca sono particolarmente sollecitati: devono infatti adattarsi alla superficie dell'antagonista di strisciamento e in seguito chiudere perfettamente a tenuta. Le fasce elastiche sono quindi quei componenti che traggono particolare vantaggio da un rodaggio eseguito correttamente. Tutti i componenti lubrificati con olio non sono soggetti durante il rodaggio a sollecitazioni così forti come le fasce elastiche.

I clienti e i tecnici continuano ad avere idee diverse su come eseguire la messa in funzione e il rodaggio dei motori sottoposti a revisione. Da un lato vi è l'idea che sia sempre e comunque necessario un rodaggio da 500 a 1.500 km, d'altro canto alcuni ritengono che si possa fare a meno del periodo di rodaggio. Quest'ultima opinione si ritrova anche nelle indicazioni di alcuni produttori di motori, i quali non prevedono un periodo di rodaggio specifico per i loro motori. Entrambe le affermazioni sono corrette e hanno il loro fondamento. Occorre in questo caso distinguere tra motori nuovi di fabbrica e motori sottoposti a revisione.



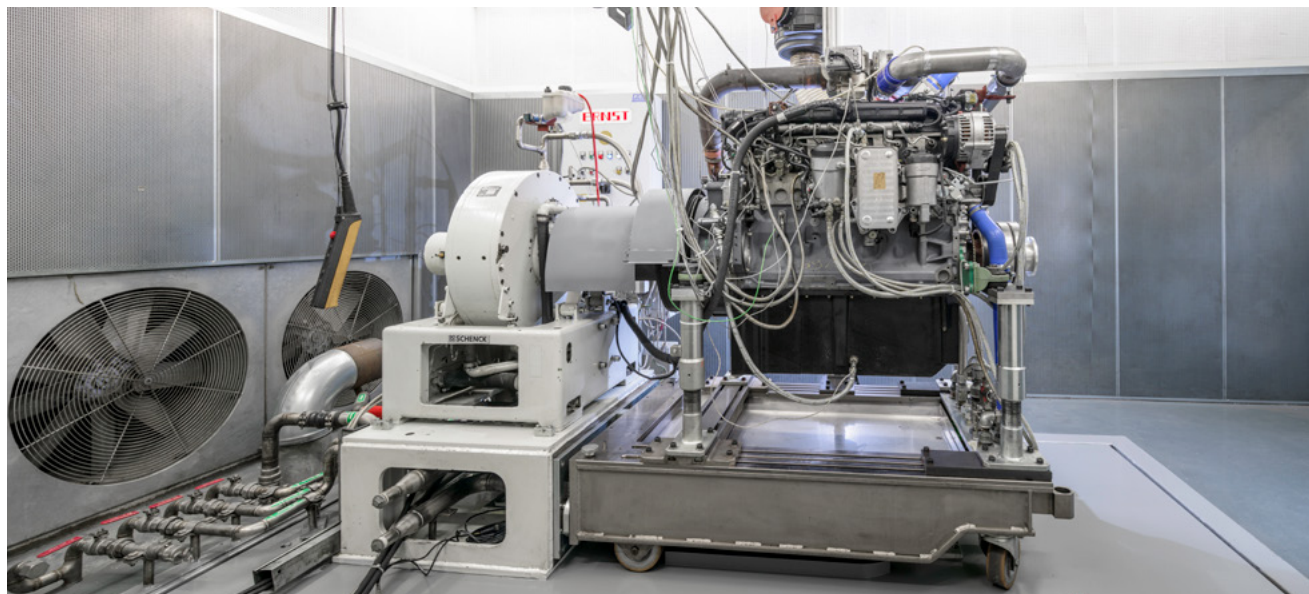
2.5.2 RODAGGIO DEI MOTORI NUOVI DI FABBRICA

I motori nuovi di fabbrica oggi vengono costruiti con processi all'avanguardia. Gli antagonisti di strisciamento vengono realizzati in modo che l'adattamento, che un tempo coincideva con il periodo di rodaggio del motore, possa avvenire prima, tramite speciali processi di produzione dei componenti. E non solo grazie agli speciali processi di produzione (ad es. per le superfici di scorrimento cilindro), ma anche tramite la lavorazione di precisione degli antagonisti di strisciamento. Sostanzialmente si tratta di interventi di rettifica che eliminano dalle superfici anche le bavature e irregolarità minime che si creano durante i processi di lavorazione. Un tempo questo compito di adattamento veniva lasciato agli antagonisti di strisciamento che lo svolgevano durante il rodaggio. L'aspetto negativo era la notevole perdita di materiale. Le fasce elastiche, ad esempio, durante le prime ore di esercizio perdevano una parte notevole delle loro riserve di usura. Oggi, dove si combatte contro le emissioni di sostanze nocive nell'ordine dei milligrammi, i motori devono avere da subito valori di consumo di carburante ben definiti e quindi attenersi ai limiti sulle emissioni.

Il rodaggio di un motore, durante il quale le superfici di strisciamento devono adattarsi le une alle altre tramite l'attrito e un'usura superiore alla norma, nei motori di oggi non è assolutamente pensabile.

Il consumatore finale si aspetta infatti dal motore una durata decisamente maggiore rispetto a quella che si riteneva essere la durata ottimale 25 anni fa. Non da ultimo un veicolo nuovo di fabbrica è soggetto a una vera e propria maratona di avviamenti a freddo durante il trasporto dalla fabbrica al cliente attraverso i vari centri di smistamento. Spesso un motore è sottoposto a ben 150 avviamenti a freddo senza arrivare alla temperatura di esercizio. In questo contesto si pensi inoltre alla spedizione via mare in altri paesi e continenti. Un motore sottoposto a rodaggio in queste condizioni avrebbe un avvio decisamente poco favorevole.

Un ulteriore motivo a favore di un rilassamento dei requisiti di rodaggio per i motori nuovi di fabbrica è che nel traffico odierno i veicoli difficilmente possono essere guidati fino ai loro limiti prestazionali. Vista la presenza di limiti di velocità anche sulle autostrade, oggi non è più possibile portare un motore alla velocità massima o alla potenza nominale per un lungo periodo di tempo. Un conducente che un tempo guidava spesso un veicolo da 30 kW e raggiungeva volentieri la velocità massima, riusciva a far funzionare tranquillamente il veicolo a pieno carico per lungo tempo persino su una normale strada extraurbana.

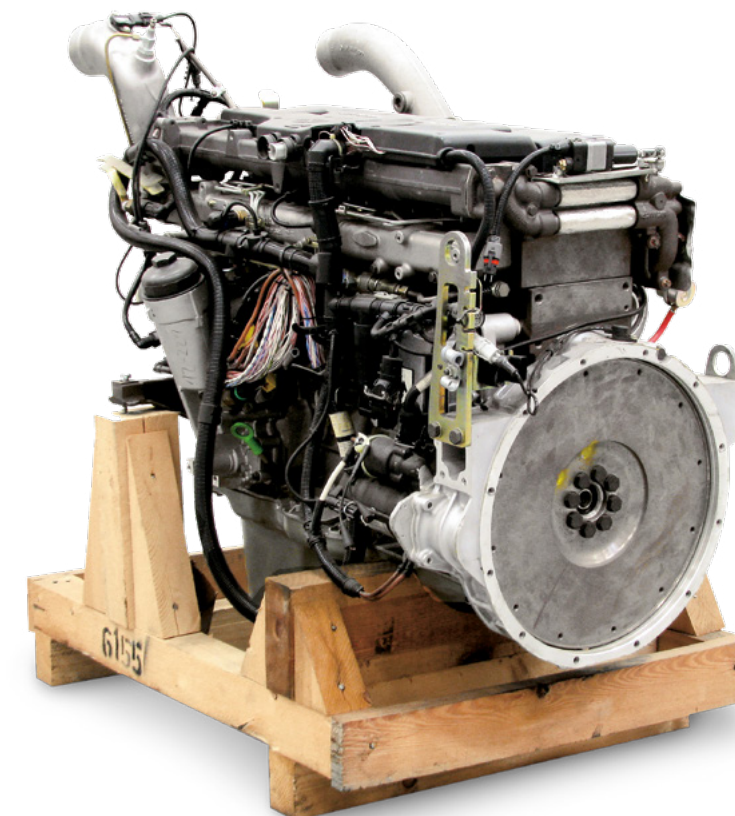


Test di rodaggio e usura sul banco di prova per motori

2.5.3 RODAGGIO DI MOTORI RIPARATI E RICONDIZIONATI

Diversamente dai motori nuovi di fabbrica i motori revisionati, nei quali sono state utilizzate canne cilindro nuove o nei quali gli alesaggi dei cilindri sono stati sottoposti a alesatura e levigatura alla maggiorazione successiva, il rodaggio è necessario. Non sempre (a seconda del parco macchine esistente e della dotazione aziendale) l'impresa che si occupa di riparazioni del motore lavora in modo altrettanto preciso e in assenza di sporco come durante la costruzione del motore presso il produttore.

I motori usati e ricondizionati non sono comunque nuovi. Spesso si abbinano pezzi nuovi e usati e per motivi di costi i motori non vengono revisionati in modo completo e uniforme. Il rodaggio è soprattutto necessario in presenza di alesaggi dei cilindri, testate o alberi motore rettificati. Spesso nella pratica non è possibile adottare gli stessi parametri di lavorazione della produzione originale, poiché i valori non sono noti o le macchine a disposizione consentono di effettuare solo lavorazioni standard. Per questi motivi si consiglia, per i motori revisionati, di attenersi alle prescrizioni di rodaggio descritte di seguito.



2.5.4 CONSIGLI PER IL RODAGGIO DEI MOTORI REVISIONATI

- Effettuare il rodaggio del motore in ogni caso su strada o su un banco di prova per motori
- Non caricare al massimo il veicolo
- Far funzionare il motore a un numero di giri sempre diverso fino a max. 2/3 del regime massimo
- Procedere con marce alte, evitare di far marciare il veicolo al minimo, non tirare le marce
- Evitare i lunghi percorsi in salita (carico eccessivo)
- Evitare i lunghi percorsi in discesa (carico insufficiente e trascinamento dannoso)
- Non utilizzare il freno motore
- Non viaggiare in autostrada e alla velocità massima - evitare i percorsi con code
- Preferire i percorsi extraurbani e in condizioni di traffico scorrevole - evitare tuttavia il traffico urbano in presenza di temperature esterne molto elevate e durante “l’ora di punta” con molti stop ai semafori e tempi di accesa



ATTENZIONE

Per i veicoli nuovi di fabbrica vi sono direttive di rodaggio. Lo stesso vale per i motori revisionati. Se non è presente un banco di prova per effettuare un programma di rodaggio definito il motore deve essere rodato su strada.

CONTROLLI COSTANTI DELL’OLIO DURANTE LA FASE DI RODAGGIO

Il consumo di olio può essere elevato durante la fase di rodaggio. Si consiglia di controllare il livello dell’olio ogni 50 – 100 km e eventualmente di rabboccare l’olio. In caso di diminuzione evidente del livello dell’olio sull’asta di livello dell’olio, controllare il livello dell’olio a intervalli più ravvicinati. Non riempire eccessivamente.

CAMBIO DELL’OLIO OGNI 1.000 KM

Sebbene nei motori moderni dei veicoli nuovi di fabbrica da tempo non sia più necessario effettuare il cambio dell’olio ogni 500 – 1.000 km, nei motori revisionati questo intervallo è ancora consigliato.

Lo sporco di precedenti danni al motore o della rettifica di vari pezzi tende ad accumularsi nel circuito dell’olio del motore. A questo si aggiungono gli sfridi metallici dei processi di rodaggio dei componenti del motore sostituiti. Queste impurità che favoriscono l’usura devono essere rimosse con un cambio dell’olio dopo il rodaggio.



ATTENZIONE

A ogni cambio dell’olio deve essere sostituito anche il filtro dell’olio.



ATTENZIONE

Il funzionamento del motore al minimo per ore è assolutamente dannoso per il motore stesso!

Il rodaggio del motore non si effettua al minimo. Questa procedura potrebbe addirittura provocare danni. Durante il funzionamento al minimo la lubrificazione dei cuscinetti e dei pistoni non è sufficiente. La pompa olio infatti convoglia poco olio durante il funzionamento al minimo. L’olio giunge ai cuscinetti in quantità minime e al momento sbagliato. Proprio quando a causa dei processi di adattamento dei componenti si sprigiona un elevato calore di attrito, viene a mancare l’olio necessario per la lubrificazione e il raffreddamento.

I canali di lubrificazione e le condotte dell’olio non vengono sfiatate e lavate correttamente a causa della mancanza di olio. Sfridi metallici, sporco residuo dovuto al ricondizionamento o a danni precedenti che si trovano ancora nel circuito di approvvigionamento dell’olio non vengono rimossi abbastanza in fretta dai cuscinetti a strisciamento e lavati via dalla parete del cilindro. Permangono su alcuni punti di rodaggio e causano nuova usura.

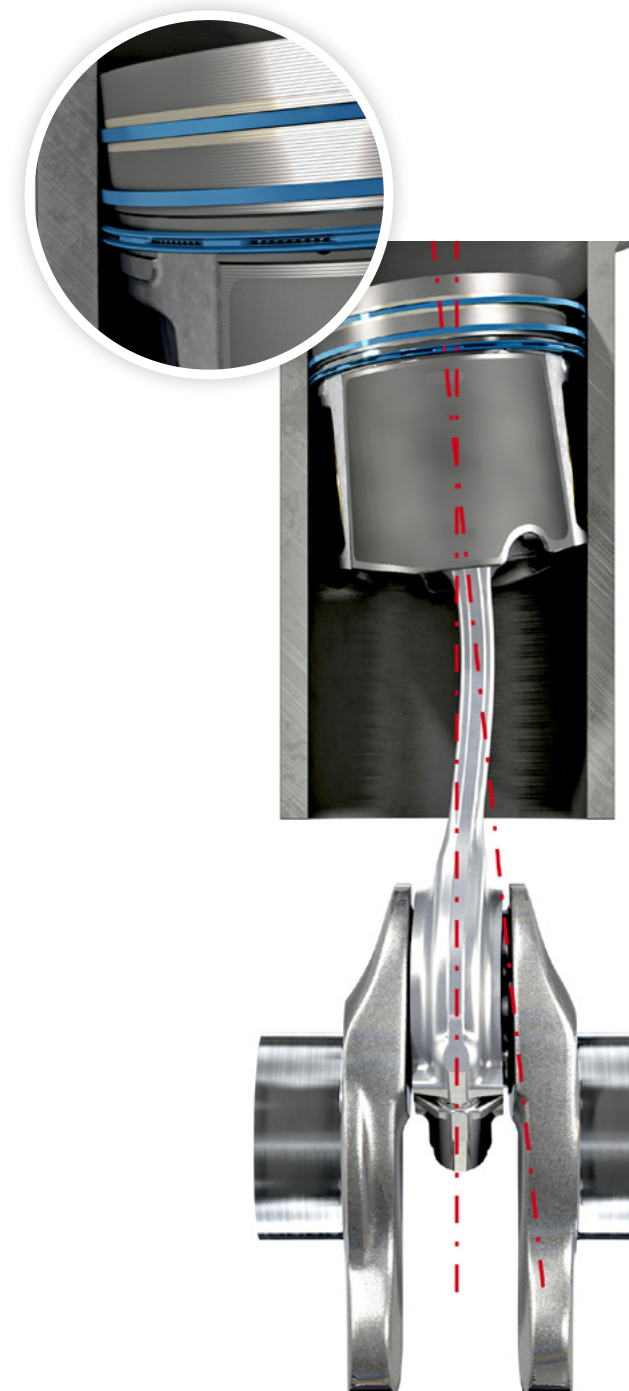
Non da ultimo è interessato anche il sistema di alimentazione del carburante. Un lavaggio corretto è importante in particolare nei motori diesel con iniettori nuovi o ricondizionati. Le quantità di carburante iniettate al minimo sono trascurabili. Può accadere che un ago dell’iniettore parzialmente ostruito non si apra o non spruzzi correttamente il carburante.

2.6 PROBLEMI DI TENUTA E DANNI ALLE FASCE ELASTICHE

2.6.1 DISALLINEAMENTO DEI PISTONI

A seguito di danni al motore si verifica spesso la piegatura/torsione della biella. Se durante la revisione del motore non si controlla il parallelismo degli assi dell’occhio grande e piccolo di biella, oppure non si raddrizza la biella piegata, quando il motore è in funzione il pistone risulta disallineato rispetto al cilindro. Il movimento delle fasce elastiche attorno al cilindro non sarà più circolare, bensì ellittico. Le fasce elastiche appoggiano su un lato del cilindro sul bordo inferiore e sull’altro lato sul bordo superiore. Se le fasce elastiche sono ancora in grado di ruotare nella scanalatura anulare, la bombatura delle fasce elastiche in breve tempo aumenterà notevolmente. L’aumento notevole della bombatura rispetto alla bombatura desiderata dal punto di vista costruttivo causerà l’ispessimento del film lubrificante presente sulla superficie del cilindro e la quantità di olio asportato non sarà più sufficiente. A causa del disallineamento del pistone non si svilupperà un effetto pompante sulle fasce elastiche e vi sarà un apporto maggiore di olio nella camera di combustione.

Il disallineamento fa sì che le fasce elastiche spesso non ruotino e non galleggino più nelle loro scanalature. Si verifica così un’usura radiale disomogenea delle fasce elastiche che spesso ne provoca la rottura.



2.6.2 ALESAGGIO OVALE

In presenza di cilindri con alesaggi ovali la minore tensione della fascia elastica fa sì che gli anelli non si adattino alla parete del cilindro o si adattino molto lentamente e quindi non possano svolgere in modo corretto la loro funzione di tenuta.

2.6.3 ADESIONE DEGLI ANELLI E PROBLEMI DI ROTAZIONE

Nei motori a quattro tempi si verificano spesso problemi di tenuta quando le fasce elastiche non possono muoversi liberamente all'interno delle scanalature anulari. In questo caso il danneggiamento di pistoni e cilindri è solo una questione di tempo (surriscaldamento e grippaggio di pistone). Gli anelli trapezoidali (ved. capitolo 1.3.1 Anelli di tenuta) per la loro forma sono meno soggetti ad aderire e bloccarsi nelle scanalature anulari.

Motivi del blocco degli anelli e come evitare questo problema

- Gli anelli non devono aderire nella scanalatura in direzione assiale. Occorre garantire la planarità delle fasce elastiche. È assolutamente necessario evitare che le fasce elastiche si pieghino sul pistone a causa di un allargamento non corretto (ved. capitolo 2.4.1 Montaggio e smontaggio delle fasce elastiche).
- Le dimensioni della scanalatura anulare devono adattarsi alla fascia elastica.
- Le scanalature anulari devono essere libere da sporco e altre incrostazioni (Fig. 1).
- L'olio motore deve corrispondere alle specifiche del produttore del motore. Un olio diverso provoca carbonizzazione e l'adesione degli anelli nelle loro scanalature.
- Funzionamento del motore con olio vegetale e carburanti alternativi.
- Fusti di biella piegati e quindi disallineamento del pistone rispetto all'alesaggio del cilindro.



Fig. 1: Incrostazioni di sporco nella scanalatura anulare

2.6.4 SPORCO

La penetrazione di sporco nel motore è una delle cause più frequenti di usura precoce del motore e di conseguenza anche delle fasce elastiche. I danni da sporco hanno due cause principali:

Causa 1

Lo sporco penetra nel cilindro assieme all'aria di aspirazione. Questo accade spesso quando si trascura la manutenzione del filtro aria. Se si viaggia senza filtro aria o il sistema di aspirazione non è a tenuta e lo sporco sul filtro aria giunge alla camera di combustione. Lo sporco che si accumula nella camera di combustione raggiunge quindi anche le scanalature delle fasce elastiche dove forma, assieme all'olio già presente, una pasta abrasiva (Fig. 2). Le fasce elastiche vengono quindi erose in altezza e le scanalature anulari si allargano (Fig. 3). L'usura, causata dallo sporco sulle fasce elastiche, si verifica in direzione assiale, principalmente sui fianchi della parte superiore dell'anello. A causa dell'attrito misto le fasce elastiche si usurano anche in direzione radiale (sulla superficie di scorrimento). L'usura è tuttavia minore rispetto ai fianchi dell'anello. Un indizio ricorrente della presenza di sporco nelle scanalature anulari sono le tracce di rotolamento sui fianchi dell'anello. Lo sporco, che si compone principalmente di sabbia sottile, in combinazione con la rotazione degli anelli e il movimento basculante provoca dei graffi che producono tracce caratteristiche sul fianco dell'anello.

Poiché durante il funzionamento gli anelli poggiano sul fianco della scanalatura inferiore, l'usura insorge prevalentemente sul fianco della scanalatura superiore. Qui si trovano le tracce di rotolamento (Fig. 4 e 5).

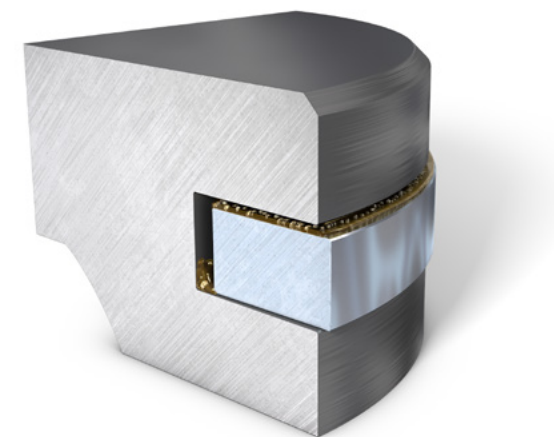


Fig. 2: I depositi di sporco e olio nella scanalatura anulare si uniscono a formare una pasta abrasiva.

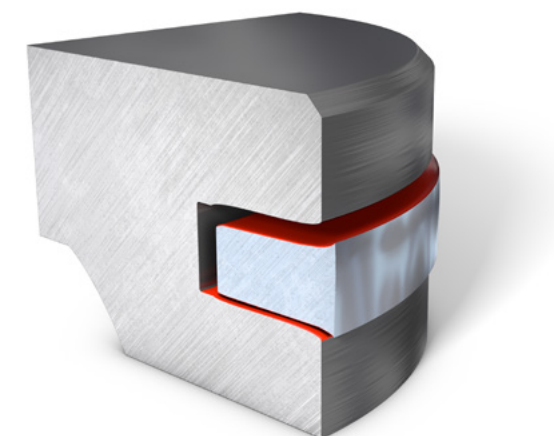


Fig. 3: Dilatazione della scanalatura anulare a causa della fascia elastica usurata

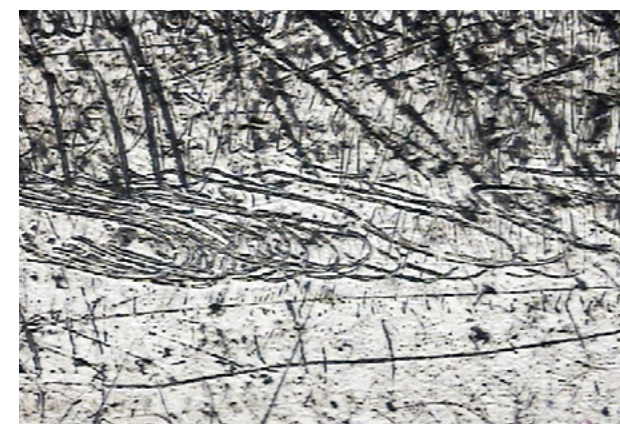


Fig. 4 e 5: Esempi di tracce di rotolamento sul fianco della scanalatura superiore

Causa 2

A causa di un danno precedente e/o una riparazione/revisione non corretta nel circuito dell'olio si trova ancora dello sporco. Lo sporco comincia quindi a usurare le pareti del cilindro e i pistoni procedendo dalla camera di manovella. Le particelle di sporco penetrano anche in tutti i supporti del motore attraverso il circuito dell'olio imbrattato. L'olio viene sì filtrato dal filtro dell'olio, ma spesso il circuito dell'olio non viene pulito correttamente. Lo sporco che si trova già sul lato pulito del circuito dell'olio giunge ai supporti, provocandone l'usura precoce o danneggiandoli.

Spesso in caso di danni al motore il filtro dell'olio è talmente intasato dagli sfridi che si apre la valvola di bypass. L'olio motore giunge quindi non filtrato ai punti di lubrificazione. Si tratta di una circostanza inevitabile durante la costruzione del motore se si vogliono evitare danni importanti al motore dovuti alla fuoriuscita di tutto l'olio dei cuscinetti.

Spesso dopo un danno al motore vi sono ancora grandi quantità di sporco nel radiatore olio e nei suoi tubi. Questo non dipende dal fatto che un motore nuovo o revisionato sia collegato a un radiatore olio sporco e dall'avviamento del motore.

**ATTENZIONE**

Se un radiatore olio viene sporcato da un danno al motore, la pulizia spesso non produce risultati soddisfacenti. In questo caso conviene utilizzare un radiatore olio nuovo per evitare il rischio di danni che potrebbero essere arrecati dall'uso di un radiatore olio vecchio.

L'attrito misto provoca una fortissima usura radiale delle fasce elastiche e della superficie del cilindro. Questo fenomeno si nota molto bene su entrambi i segmenti dell'anello raschiaolio. Nella Fig. 3 si vede un anello raschiaolio nuovo e un anello raschiaolio usurato dall'attrito misto. Entrambi i segmenti raschiaolio sono stati completamente asportati. Il motore dal quale proviene l'anello soffre di un consumo di olio eccessivo. Questo tipo di usura radiale, che insorge non solo sugli anelli raschiaolio, è da ricondurre quasi sempre a un ingolfamento.

In particolare quando l'usura non è uniforme su tutti i pistoni può essere riconducibile solo a un'usura da attrito mista dovuta a ingolfamento. Questa circostanza si verifica molto spesso e dimostra che le fasce elastiche non sono usurate per la supposta cattiva qualità del materiale o una lavorazione del cilindro errata. In tal caso l'usura sarebbe uniforme su tutti i pistoni e le fasce elastiche e non solo su determinati cilindri.

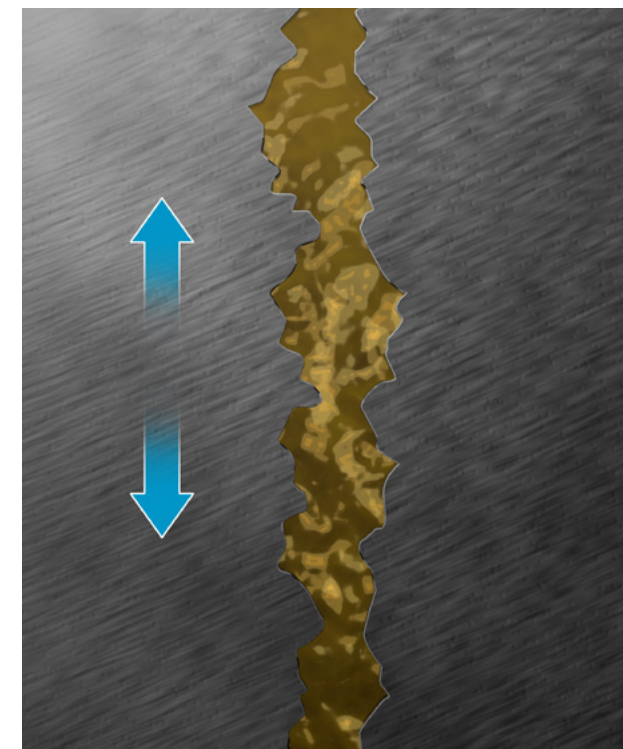


Fig. 2: Film di olio con spessore sufficiente – nessun contatto metallico

2.6.5 INGOLFAMENTO

Dopo i danni causati dallo sporco quelli causati dall'usura per ingolfamento sono la seconda causa più frequente di danni alle fasce elastiche. Nell'ingolfamento il film di olio viene seriamente danneggiato dalla pressione contro la parete del cilindri per cui si produce attrito metallico delle fasce elastiche contro la parete del cilindro e lo loro spessore parete si riduce rapidamente in senso radiale. Il contatto metallico delle fasce elastiche con la parete del cilindro (Fig. 1) deve essere un fenomeno transitorio e eccezionale (ad es. durante l'avviamento a freddo) e non è ammesso nel normale funzionamento del motore. La durata dei pistoni, delle fasce elastiche e degli alesaggi dei cilindri ne soffre fortemente e si riduce di conseguenza. Normalmente gli antagonisti di strisciamento sono sempre separati dal metallo dal film di olio (Fig. 2). Il film di olio deve essere più spesso delle irregolarità presenti sulle superfici degli antagonisti di strisciamento.

Durante il funzionamento del motore i disturbi di combustione producono spesso l'accumulo e anche la condensazione del carburante sulla parete del cilindro. Il film di olio viene diluito o lavato via. Il conseguente attrito misto provoca l'usura completa delle fasce elastiche dopo pochi chilometri di percorrenza. Il motore perde potenza e il consumo di olio del motore aumenta.

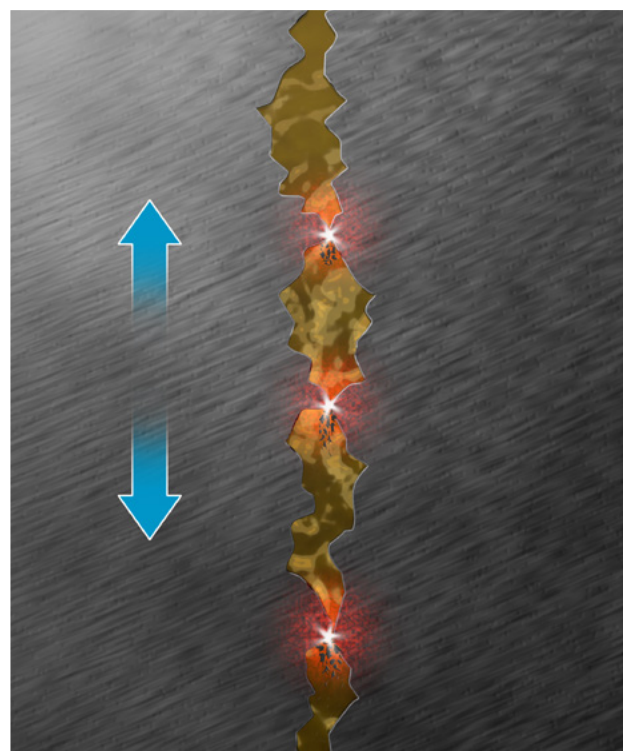


Fig. 1: Attrito misto – fascia elastica e parete cilindro a contatto metallico



Fig. 3: Anello raschiaolio nuovo e usurato

L'usura da attrito misto causata da un ingolfamento si verifica in egual misura nei motori a benzina e nei motori diesel.

Nel motore a benzina la causa principale sono i frequenti viaggi su brevi distanze (in particolare nei motori a carburazione più vecchi) e le mancate accensioni. Per partire e nella fase di riscaldamento i motori a benzina necessitano di una quantità di carburante decisamente maggiore rispetto al funzionamento alla temperatura di esercizio. Nei frequenti viaggi su brevi distanze può accadere che il carburante condensato che aderisce alla parete del cilindro non evapori e si combini all'olio motore. L'olio viene così diluito e a causa della perdita di viscosità dell'olio motore si genera un attrito misto. Nel motore a benzina l'ingolfamento può essere causato anche da candele o bobine di accensione difettose, poiché il carburante non si accende e non viene bruciato.

Nei motori diesel la quantità di carburante iniettata si accende a seguito della presenza di aria compressa nella camera di combustione. Se la compressione manca (riempimento insufficiente) o il carburante è di scarsa qualità, si verificano un ritardo di accensione, una combustione insufficiente e l'accumulo di carburante liquido nella camera di combustione.

Ulteriori cause dell'ingolfamento nel motore diesel

- Iniettori difettosi e non a tenuta
- Difetto della pompa di iniezione e delle relative regolazioni
- Tubazioni di iniezione posate e fissate in modo errato (oscillazioni)
- Guasti meccanici (battuta del pistone sulla testata) causati da una sporgenza pistone eccessiva, a seguito della rettifica delle superfici di tenuta e dell'utilizzo di guarnizioni testata di spessore non adatto
- Cattivo riempimento a causa del filtro aria ostruito
- Cattivo riempimento a causa di un turbocompressore difettoso o usurato
- Cattivo riempimento a causa di fasce elastiche usurate o rotte
- Cattiva qualità del carburante (cattiva accensione spontanea e combustione incompleta)



ATTENZIONE

Anche per questo tipo di danni occorre distinguere se l'usura sia presente solo su determinati cilindri o su tutti i cilindri. Se tutti i cilindri sono danneggiati la causa è globale, come la cattiva qualità del carburante o un cattivo riempimento. Se sono danneggiati solo singoli cilindri potrebbe trattarsi piuttosto di un guasto agli iniettori, alle tubazioni di iniezione, alle candele di accensione o ai cavi dell'alta tensione.

2.6.6 ROTTURE DELLE FASCE ELASTICHE

Le fasce elastiche si rompono per l'usura eccessiva dovuta alla vibrazione degli anelli oppure a causa di errori di montaggio degli stessi.

Le rotture delle fasce elastiche in funzione si verificano in circostanze d'esercizio estreme. Durante l'applicazione degli anelli sul pistone, le sollecitazione meccaniche sono molto più elevate che durante il funzionamento. Quando vengono inserite sul pistone le fasce elastiche devono resistere a una sollecitazione di flessione decisamente maggiore rispetto al montaggio nel cilindro. Un anello con difetti strutturali e di materiale si romperebbe già al momento dell'applicazione.

Quando all'interno di un motore si trovano fasce elastiche rotte subito dopo la riparazione di un pistone, questo danno è da ricondurre principalmente a un montaggio del pistone non conforme o all'uso di attrezzi di montaggio non adatti.

Le fasce elastiche possono rompersi dopo un lungo periodo di utilizzo. Questo avviene quando l'usura in senso radiale o assiale ha asportato una larga parte dello spessore delle pareti. Quando a seguito delle vibrazioni il gioco in altezza dell'anello aumenta notevolmente, l'anello non riesce più a resistere alle sollecitazioni a cui è esposto. L'anello si rompe in tanti piccoli pezzi.

Per rompersi, tuttavia, le fasce elastiche non devono necessariamente subire un indebolimento dello spessore del materiale. Quando si verificano disturbi di combustione durante il funzionamento, gli anelli possono rompersi a seguito dell'elevata sollecitazione senza che siano usurati. Anche la penetrazione accidentale di acqua o olio nella camera di combustione possono provocare la rottura degli anelli. I liquidi non si comprimono. Quando la quantità di liquido supera il volume della camere di compressione o riesce a farsi largo oltre il pistone oppure provoca la rottura di pistone e fasce elastiche. Il liquido può inoltre piegare il fusto di biella oppure provocare a rottura della parete del cilindro/canna cilindro.



Fascia elastica rotta

2.6.7 VIBRAZIONE DELL'ANELLO

La vibrazione dell'anello è un fenomeno che si verifica prevalentemente nei motori a benzina a medio carico e elevato numero di giri. Si definisce vibrazione sia il sollevamento della fascia elastica dalla superficie di appoggio del fianco inferiore che la perdita di tenuta dell'anello a causa della perdita di appoggio in senso radiale sulla superficie del cilindro (collasso). Entrambi provocano cali di potenza e un maggior consumo di olio, poiché la funzione di tenuta è insufficiente o assente.

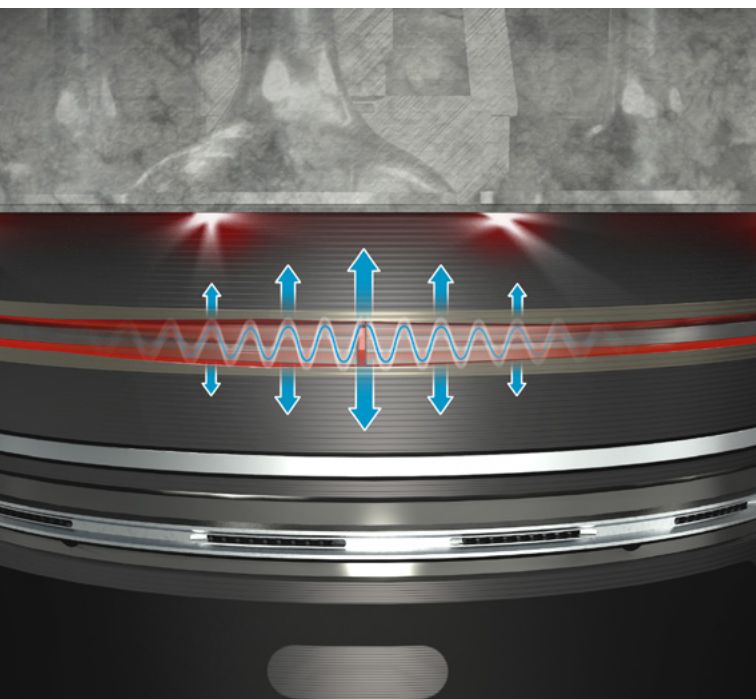


Fig. 1: Vibrazione dell'anello dovuta al contatto meccanico del pistone e della testata

VIBRAZIONE DELL'ANELLO IN SENSO ASSIALE

La vibrazione dell'anello in senso assiale si verifica principalmente dalle estremità dei giunti in direzione dell'anello. In condizioni di esercizio sfavorevoli, le estremità dei giunti tendono, a seguito della loro posizione esposta, a distaccarsi dalla superficie di appoggio inferiore. Le estremità dei giunti spostate dalla vibrazione trasmettono le oscillazioni sotto forma di onde all'intera fascia elastica.



ATTENZIONE

A causa dei momenti di massa inferiore gli anelli bassi tendono a vibrare. Una maggiore pressione di spinta sulle estremità dei giunti contrasta la tendenza alla vibrazione.

Cause della vibrazione dell'anello in senso assiale

- Gioco in altezza dell'anello troppo grande
- Perdita di tensione (usura) e quindi spinta sfavorevole sulle estremità dei giunti, in particolare nelle fasce elastiche con distribuzione della pressione radiale a forma di pera (ved. anche il capitolo 1.6.2 Distribuzione della pressione radiale)
- Contatto meccanico del pistone con la testata a seguito di errori durante il ricondizionamento, in particolare nei motori diesel (Fig. 1)
- Combustione con battito a seguito di difetti nella gestione motore (formazione della miscela, accensione) e di una cattiva qualità del carburante (numero di ottano basso, aggiunte di diesel)
- Scanalature anulari usurate
- Volume insufficiente di gas sul fondo della scanalatura a seguito di depositi carboniosi sul fondo della scanalatura (causa: temperature di combustione troppo alte) e /o qualità dell'olio motore scarsa

VIBRAZIONE DELL'ANELLO IN SENSO RADIALE

A seguito dell'aumento disomogeneo della pressione dei gas sulla superficie di scorrimento dell'anello durante la combustione (Fig. 2) il rapporto tra le forze subisce un breve scompenso, la fascia elastica si solleva dalla superficie di scorrimento e non chiude più a tenuta. Il continuo ripetersi di questo processo provoca la vibrazione della fascia elastica.

Cause della vibrazione dell'anello in senso radiale

- Fasce elastiche usurate (rimozione dello spessore parete in senso radiale) e conseguente perdita della pressione di spinta della fascia elastica sulla parete del cilindro con una minore rigidità degli anelli
- Alesaggi dei cilindri acircolari e quindi maggiore penetrazione di pressione di combustione nella fessura di tenuta tra la superficie di scorrimento della fascia elastica e la fessura dell'anello
- Corsa obliqua del pistone a causa dei fusti di biella piegati: A seguito della corsa obliqua all'interno dell'alesaggio del cilindro l'anello descrive un percorso leggermente ovale. In questo modo, su uno dei lati del cilindro dove il pistone poggia meno, entrano più gas di combustione in corrispondenza del bordo e tra la fascia elastica e la parete del cilindro
- Eccessiva usura bombata sulla superficie di scorrimento della fascia elastica causata da un gioco in altezza dell'anello troppo grande
- Bordi dell'anello danneggiati da una levigatura errata (formazione dell'involucro di lamiera): L'anello è sfrangiato e lacerato in corrispondenza dei bordi (principalmente negli anelli in ghisa semplici senza rivestimento della superficie di scorrimento), il gas penetra nella fessura di tenuta e solleva la fascia elastica dalla superficie di scorrimento.

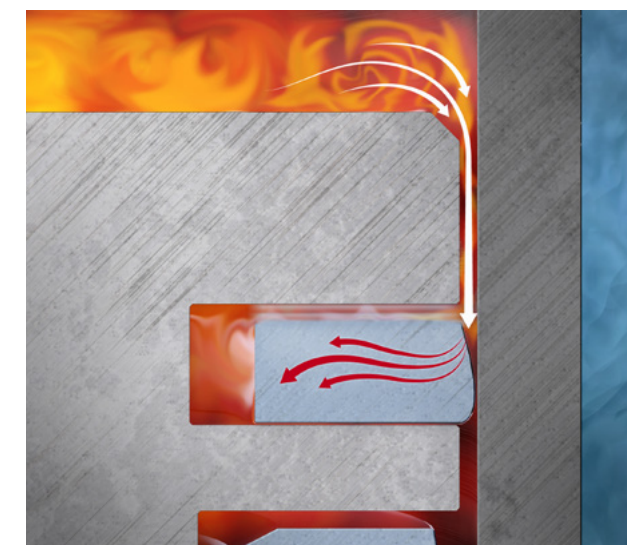


Fig. 2: Pressione del gas sulla superficie di scorrimento dell'anello

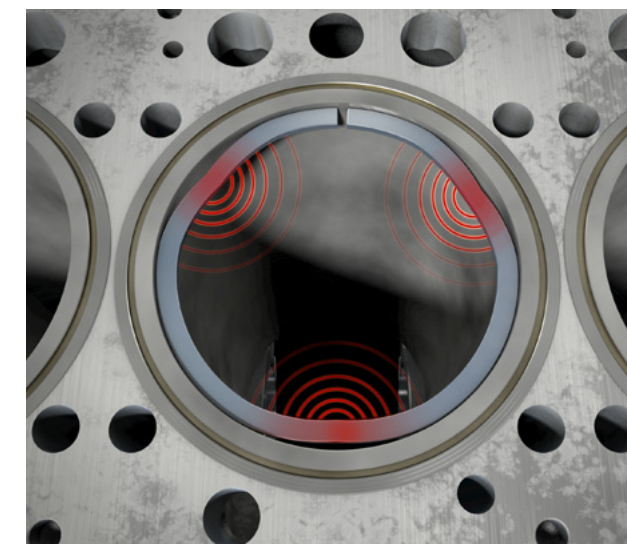


Fig. 3: Sollevamento della fascia elastica dalla superficie di scorrimento

2.7 LUBRIFICAZIONE E CONSUMO DI OLIO

2.7.1 GENERALITÀ

Il pistone del motore a quattro tempi viene sostanzialmente lubrificato da olio iniettato e centrifugato dell'albero motore. Le manovelle dell'albero motore normalmente non si immergono nella coppa dell'olio. Questo provoca la schiumatura dell'olio e perdite di potenza. L'olio necessario per la lubrificazione della parete del cilindro fuoriesce come previsto dai punti di supporto dei cuscinetti di biella e di banco. Poiché l'albero motore ruota, quest'olio viene distribuito a forma di gocce nell'intera camera di manovella e iniettato anche sulla parete del cilindro quando il pistone si trova nella parte inferiore del cilindro.

Nei motori maggiormente sollecitati o nei motori dai quali fuoriesce poco olio dai supporti, la lubrificazione fa in modo che, se si utilizzano fusti di biella cavi, la parete del cilindro sul lato mandata del pistone riceva ulteriore olio (Fig. 1). Questa misura non è necessaria per i motori che hanno una migliore

asportazione di calore dei pistoni tramite il raffreddamento a iniezione dei pistoni. Tramite il raffreddamento olio diretto l'olio ritorna in quantità sufficiente all'interno del pistone e in questo modo lubrifica la parete del cilindro.

A seconda del numero di giri, della pressione dell'olio e delle caratteristiche costruttive, le quantità di olio presenti sulla parete del cilindro sotto forma di gocce devono essere raschiate dagli anelli raschiaolio e distribuite. Per ottenere una lubrificazione ottimale con un consumo di olio minimo, il film lubrificante sulla parete del cilindro deve avere uno spessore di appena 1–3 μm . Un film lubrificante più sottile causa attrito misto e un'usura elevata dei componenti. Un film lubrificante più spesso causa di norma un maggiore consumo di olio. Le cause che provocano l'assottigliamento o l'ispessimento del film di olio sono descritte anche nel capitolo 1.5.5 Forme bombate delle superfici di scorrimento.

2.7.2 OLIO MOTORE

L'olio motore è il componente più importante del motore. Se la lubrificazione e il raffreddamento con olio, il motore a combustione come lo conosciamo e utilizziamo oggi non potrebbe funzionare. Uno strato sottile di film di olio separa gli antagonisti di strisciamento e impedisce con la lubrificazione l'attrito metallico e quindi l'usura degli antagonisti di strisciamento. L'olio motore ha inoltre il compito di trasportare il calore e lo sporco all'interno del motore.

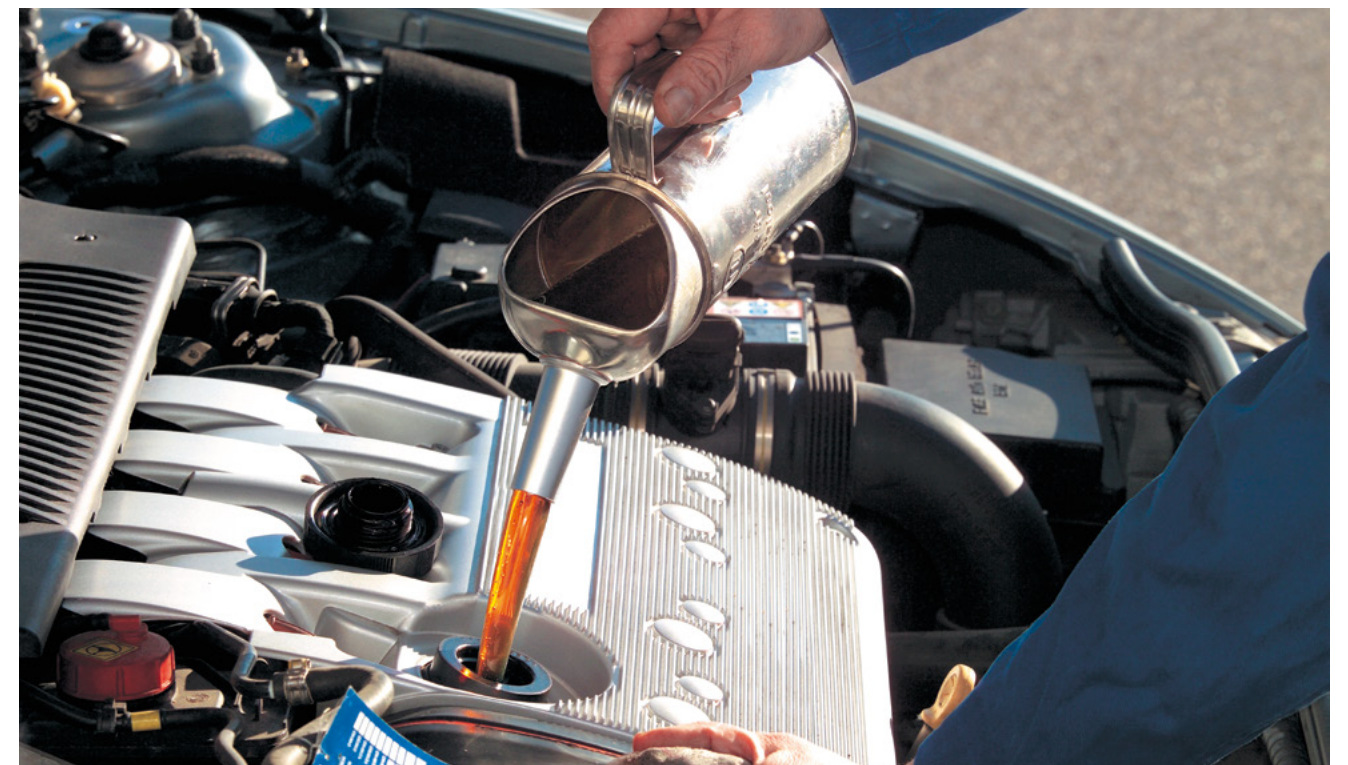
Compiti importanti dell'olio motore

- Lubrificazione (separazione delle superfici metalliche che si muovono l'una contro l'altra)
- Raffreddamento (dissipazione del calore)
- Evacuazione dello sporco
- Stabilità rispetto alle sollecitazioni al taglio (causate ad es. dai bordi affilati delle fasce elastiche)
- Chiusura a tenuta della camera di combustione rispetto al basamento e dei canali di aspirazione e dei gas di scarico tramite le guide valvola rispetto alla distribuzione

- Cattura delle particelle estranee solide, polvere, sfridi e prodotti della combustione quali ruggine e cenere
- Protezione dalla corrosione delle parti del motore rispetto a prodotti della combustione aggressivi tramite la formazione di strati protettivi sulla superficie metallica
- Neutralizzazione dei prodotti della combustione acidi per reazione chimica
- Trasmissione delle forze nei tendicatena idraulici e nella punteria di valvola
- Pulizia delle parti del motore tramite scioglimento dei residui della combustione e dei prodotti di invecchiamento dell'olio motore con sapone solubili in olio
- Protezione dell'usura (delle parti del motore che si muovono l'una contro l'altra)
- Neutralizzazione dei prodotti nocivi della combustione



Fig. 1: I fori dell'olio nella biella permettono la lubrificazione della superficie di scorrimento





L'olio motore si compone di olio di base e additivi. Gli additivi vengono impiegati per migliorare le proprietà dell'olio di base. Il tenore di additivi e la loro composizione dipende dai requisiti dell'olio motore.

L'azione degli additivi si esplica ad es. su:

- Viscosità e comportamento di flusso
- Comportamento tensioattivo
- Capacità di neutralizzazione
- Comportamento neutro nei confronti dei materiali di tenuta
- Tendenza minima alla formazione di schiuma
- Lunga durata di utilizzo, lunghi intervalli di cambio olio
- Minor consumo di olio
- Minor consumo di carburante
- Compatibilità con il carburante
- Compatibilità ambientale

L'olio motore si consuma per invecchiamento e contaminazione. Gli additivi nell'olio si consumano e i prodotti aggressivi della combustione e lo sporco imbrattano l'olio. Talvolta l'invecchiamento dell'olio è causato dalle temperature elevate.

L'olio motore si compone di molecole di idrocarburi a catena lunga. La viscosità dell'olio è determinata dalla lunghezza delle catene di molecole. Le molecole lunghe hanno una maggiore viscosità rispetto a quelle corte. Durante il funzionamento del motore le catene di molecole lunghe vengono scomposte in pezzi più piccoli dalle sollecitazioni al taglio. Questo influisce negativamente sulla viscosità e sulle caratteristiche di lubrificazione. In situazioni estreme l'olio è quindi meno resistente e non è più in grado di garantire le caratteristiche di lubrificazione richieste.

Non serve sottoporre l'olio motore ha interventi speciali al di fuori del motore come il microfiltraggio al fine di rimuovere le numerose particelle di sporco. L'olio stesso diventa un problema e non lo sporco presente al suo interno. Nota: In alcuni paesi l'olio viene filtrato con un panno e rimesso in commercio.

Attraverso il processo di combustione si formano acidi e altre sostanze nocive che piano piano distruggono l'olio. L'influsso del calore fa inoltre evaporare le componenti dell'olio con un punto di ebollizione basso, per cui anche in questo caso di verificano cambiamenti nella composizione. L'impiego di cosiddetti microfiltri che promettono una lunga durata di utilizzo senza cambi dell'olio, è pertanto discutibile.

L'olio e anche i costosi additivi devono essere costantemente rabboccati, poiché ogni motore è soggetto a un naturale consumo di olio e presto o tardi esaurisce l'olio al suo interno. Il montaggio di questi sistemi ausiliari solitamente non offre nessuna convenienza per il proprietario del veicolo.

Conclusione

Sia l'olio base che gli additivi si consumano con il tempo, per cui l'olio deve essere rinnovato a intervalli regolari (cambio dell'olio). Tramite il cambio dell'olio e del filtro si rimuovono dal motore e si neutralizzano i prodotti nocivi della combustione. L'olio fresco lubrifica e pulisce meglio e offre riserve fresche contro gli influssi negativi ai quali l'olio è esposto.



2.7.3 INFORMAZIONI GENERALI SUL CONSUMO DI OLIO

Per consumo di olio il professionista intende la quantità di olio che finisce nella camera di combustione e viene bruciata. Non ci si riferisce tuttavia alla circostanza in cui l'olio fuoriesce dal motore a causa di difetti di tenuta. In tal caso si parla di perdita di olio e non di consumo di olio.

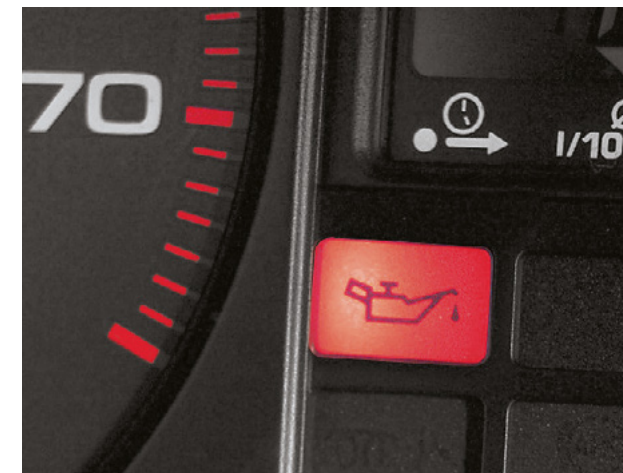
Le cause principali del consumo di olio sono

- Guasto al turbocompressore (cuscinetti difettosi, tubazioni di ritorno dell'olio intasate)
- Guasto alla pompa di iniezione meccanica (elementi pompa usurati)
- Guarnizioni dello stelo della valvola e guida valvole usurate
- Guasto al sistema di tenuta pistone-fascia elastica-alesaggio del cilindro (ved. capitolo successivo)



AVVERTENZA

Ulteriori dettagli su questo tema sono disponibili nella nostra brochure “Consumo di olio e perdita di olio”



2.7.4 CONSUMO DI OLIO DA PARTE DI PISTONE-FASCIA ELASTICA-ALESAGGIO DEL CILINDRO

CONSUMO DI OLIO NORMALE O PER MOTIVI COSTRUTTIVI

L'olio che dalla camera di manovella giunge alla camera di combustione passando per il sistema pistone-fascia elastica-alesaggio del cilindro, viene bruciato con il conseguente consumo di olio. La struttura stessa del motore a combustione e del sistema pistone-fascia elastica-alesaggio del cilindro durante il funzionamento ha ovviamente un consumo di olio “normale”.

L'olio motore è presente sulla parete del cilindro sotto forma di un sottile film di olio (ca. 1–3 µm di spessore) e durante il movimento discendente del pistone è sottoposto nel ciclo di lavoro al calore della combustione. I gas di combustione caldi in ogni ciclo di lavoro provocano l'evaporazione e anche la

combustione di piccole quantità di olio, che nel lungo periodo diventano evidenti come consumo di olio. Inoltre, l'inversione di marcia del pistone in corrispondenza del punto morto superiore e i conseguenti momenti di massa provocano la centrifugazione dell'olio dalle fasce elastiche. Questa quantità di olio viene coinvolta nella combustione del ciclo di lavoro successivo.

CONSUMO DI OLIO DI OLIO ELEVATO E ECCESSIVO

Un consumo di olio eccessivo, causato esclusivamente dal sistema di tenuta pistone-fascia elastica-alesaggio del cilindro, non ha mai principalmente a che fare con le fasce elastiche. Le fasce elastiche sono sì coinvolte, ma non sono la causa scatenante.

I motivi di un consumo di olio maggiore causato da una cattiva tenuta delle fasce elastiche sono

- Anelli usurati (rimozione dello spessore parete in senso radiale e assiale)
- Levigatura errata
- Usura abrasiva causata dallo sporco (capitolo 2.6.4 Sporco)
- Cilindro ovali e/non aciccolari (ved. anche il capitolo 2.3.5 Geometria del cilindro e rotondità)
- Pistoni usurati (scanalature anulari) dallo sporco e dalla lunga durata
- Cilindri usurati (non rotondi, lucidati, deformati)
- Disallineamento dei pistoni dovuto a fusti di biella piegati (ved. il capitolo 2.6.1 Disallineamento dei pistoni)
- Specifiche errate dell’olio
- Olio consumato e invecchiato
- Attrito misto causato dall’ingolfamento (ved. il capitolo 2.6.5 Ingolfamento)
- Vibrazione dell’anello (ved. il capitolo 2.6.7 Vibrazione dell’anello)
- Superfici di tenuta graffiate (fianchi inferiori delle scanalature) a causa di una pulizia errata delle scanalature anulari
- Anelli bloccati nelle scanalature a causa dello sporco, dei residui carboniosi o di piegature degli anelli stessi (manipolazione non conforme)
- Gioco errato sul fondo della scanalatura a causa di anelli non adatti o cokificazione (specifiche errate dell’olio)
- Dotazione degli anelli non adatta, altezza anelli errata, spessore parete in senso radiale errato, forma errata (anello a sezione rettangolare in una scanalatura trapezoidale e viceversa)
- Montaggio errato degli anelli raschiaolio (errore di montaggio della molla ad espansione)

2.7.5 DETERMINAZIONE DEI CONSUMI DI OLIO (PARAMETRI DI RIFERIMENTO)

Il consumo di olio può essere quantificato in vari modi. Nel funzionamento del motore sul banco di prova, il consumo di olio viene indicato in grammi per kilowattora. I buoni sistemi di tenuta raggiungono valori di consumo di olio compresi tra 0,5 e 1 g/kWh. Questo tipo di quantificazione non è pratica, poiché non consente di misurare con esattezza né il consumo di olio per grammo, né la potenza durante la marcia.

Per questo motivo il consumo di olio viene spesso indicato in litri per 1.000 km o come percentuale del consumo di carburante. Quest’ultima modalità è la più diffusa, essendo più esatta dell’indicazione in litri per 1.000 km. Il motivo è che i motori possono avere anche un utilizzo stazionario e spesso i motori dei veicoli funzionano ai minimi (tempi di attesa in coda, al semaforo, carico e scarico, funzionamento del climatizzatore). A questo si aggiungono i momenti in cui il motore viene utilizzato per il funzionamento di gruppi ausiliari, come gru di carico o pompe, senza che il veicolo percorra un solo chilometro.



2.7.6 QUANDO SI VERIFICA UN CONSUMO DI OLIO MAGGIORE?

Le opinioni sulle cause di un maggiore consumo di olio variano a seconda dell’esperienza e da paese a paese. L’idea o l’aspettativa abbastanza diffusa che un motore possa funzionare anche senza olio o senza consumare olio è del tutto errata, come spiegato precedentemente in dettaglio.

Ogni produttore del motore ha valori orientativi e limite per quanto riguarda il consumo di olio dei propri motori. Se si ritiene che vi sia un maggiore consumo di olio, occorre fare riferimento ai valori orientativi e limite sul consumo di olio indicati dal rispetto produttore del motore. I manuali per officina e le istruzioni per l’uso in molti casi hanno una sezione dedicata al consumo di olio di un motore.

In assenza di informazioni precise sul consumo di olio da parte del produttore del motore, nei veicoli commerciali si ritiene che il consumo di olio si attesti sullo 0,25 % – 0,5 % rispetto all’effettivo consumo di carburante. Nei motori più piccoli delle autovetture il consumo è inferiore. Si parla di un consumo di olio pari allo 0,1 % – 0,5 % del consumo di carburante.

In linea di principio i motori diesel consumano più olio motore dei motori a benzina. Anche i motori con turbocompressore, a causa della lubrificazione di quest’ultimo, consumano più olio motore rispetto ai motori senza turbocompressore.

È chiaro tuttavia che il consumo di olio è bassissimo dopo la fase di rodaggio e aumenta nel corso della vita del motore. I valori minimi devono pertanto essere considerati rispetto ai i motori nuovi mentre i valori massimi in relazione ai motori che hanno superato i 2/3 della loro vita utile. Anche i motori che sono stati sottoposti solo a riparazioni parziali (ad es. sostituzione dei pistoni o solo delle fasce elastiche) non ci si può aspettare che rimangano al di sotto dei valori massimi. Troppo spesso è vero il contrario. Tutti i pezzi di un motore sono ugualmente soggetti a usura. Se solo il 10 % viene sostituito, il miglioramento che ci si attende da questa riparazione parziale corrisponde nel caso migliore solo al 10 %.



ESEMPIO DI CALCOLO VEICOLO COMMERCIALE

Un veicolo commerciale consuma circa 40 litri di carburante ogni 100 km.
Ogni 1000 km il consumo stimato è di 400 litri di carburante.

- 0,25 % di 400 litri di carburante sono pari a 1 litro di consumo di olio.
- 0,5 % di 400 litri di carburante sono pari a 2 litri di consumo di olio.



ESEMPIO DI CALCOLO AUTOMOBILE

Un’automobile consuma circa 8 litri di carburante ogni 100 km.
Ogni 1000 km il consumo è di 80 litri di carburante.

- 0,1 % di 80 litri di carburante sono pari a 0,08 litro di consumo di olio.
- 0,5 % di 80 litri di carburante sono pari a 0,4 litro di consumo di olio.

2.7.7 DEFINIZIONE E GESTIONE DEL CONSUMO DI OLIO

PER QUANTO RIGUARDA IL CONSUMO DI OLIO OCCORRE DISTINGUERE TRA UNA SERIE DI INFORMAZIONI

CONSUMO DI OLIO NORMALE

Il consumo di olio rientra nelle quantità prescritte dal produttore, ovvero nei valori indicati nel capitolo precedente. Non vi sono difetti né alcun motivo di reclamo.

CONSUMO DI OLIO MAGGIORE

Il consumo di olio nel veicolo commerciale è ca. doppio o triplo rispetto al normale consumo di olio. Nei motori delle autovetture di ca. 0,5-1 litro/1.000 km. Il motore funziona normalmente e non mostra necessariamente tracce di fumo blu in uscita dal tubo di scarico.

Situazione

Veicoli che hanno sperato i 2/3 della normale durata di un motore. Anche motori nuovi, riparati e ricondizionati che sono ancora in rodaggio. Motori che operano in condizioni sfavorevoli (temperature ambiente elevate, frequente esercizio su brevi tratti, funzionamento al minimo, marcia con rimorchio, etc.).

Interventi

Non necessario o non assolutamente necessario, tuttavia osservazione e controllo/rabbocco regolare dell'olio, per evitare che il livello dell'olio scenda al di sotto del minimo durante il funzionamento. Eventualmente ricercare le cause del maggiore consumo di olio. Oltre al motore stesso sono chiamati in causa anche i gruppi secondari quali turbocompressore, pompe di iniezione meccaniche e pompe a depressione, ma anche una distribuzione non omogenea su tutti i gruppi secondari. Eventualmente un normale consumo di olio può essere ripristinato con riparazioni mirate. Se uno dei gruppi secondari è danneggiato e questo comporta un maggior consumo di olio, anche il consumo di olio dovrebbe salire improvvisamente.

Questi aumenti improvvisi del consumo di olio non sono tuttavia causati dalla normale usura dei componenti. Problemi di preparazione della miscela/iniezione del carburante che si manifestano con la fuoriuscita di fumo nero, contribuiscono anch'essi notevolmente all'usura dei pistoni e dei cilindri e comportano quindi un maggior consumo di olio, per cui devono essere assolutamente risolti.

CONSUMO DI OLIO ECCESSIVO

Il consumo di olio è di oltre 1,5 litri in un veicolo commerciale e di oltre 5 litri in un veicolo pesante. Il consumo di olio si nota non solo tramite l'asta di livello dell'olio, ma anche visivamente sotto forma di fumo blu (in particolare dopo un trascinamento). La quantità di olio rabboccato comporta notevoli costi aggiuntivi a seguito di un'ispezione accurata, riparazione o ricondizionamento di un gruppo costruttivo.

Situazione

Motori completamente usurati e motori che sono stati riparazioni senza successo o in modo insufficiente. Danni al motore come grippaggio dei pistoni, rotture dei pistoni, danni al turbocompressore, danni alle testate o guasto di uno dei gruppi secondari lubrificati con olio.



2.7.8 CONTROLLO CORRETTO E DETERMINAZIONE DEL LIVELLO E DEL CONSUMO DI OLIO

MISURAZIONE DEL LIVELLO DELL'OLIO

Spesso durante il controllo del livello dell'olio si verificano errori di lettura che portano a una interpretazione errata del consumo di olio effettivo. Il veicolo deve trovarsi su una superficie piana e dopo l'arresto del motore occorre attendere cinque minuti per consentire all'olio di tornare nella coppa dell'olio e gocciolare correttamente. Una volta estratta, l'asta di livello dell'olio deve essere tenuta rivolta verso il basso, in modo che l'olio non rifluisca lungo l'asta, falsando il valore di misurazione.

Se l'olio effettivamente manca, deve essere rabboccato lentamente e in piccole quantità (in passi di 0,1 litri). Rabboccando troppo velocemente e con quantità eccessive di olio, il livello rischia di essere troppo alto. Se l'albero motore pesca nella coppa dell'olio a causa del livello eccessivo dell'olio, l'olio forma dei mulinelli, centrifuga e una quantità eccessiva di gocce viene convogliata allo sfianto del motore. Poiché lo sfianto del motore è collegato al tratto di aspirazione, l'olio viene portato nella camera di combustione dove brucia.

Durante il riempimento di un motore dopo il cambio dell'olio, il rabbocco non viene effettuato alla quantità massima indicata, ma fino alla tacca minima. Quindi avviare il motore per portare l'olio sotto pressione. Dopo l'arresto attendere ancora qualche minuto per consentire all'olio motore di rifluire nella coppa dell'olio. Solo successivamente misurare nuovamente il livello dell'olio e rabboccare la quantità di olio fino alla tacca massima.

MISURAZIONE DEL CONSUMO DI OLIO SU STRADA

- Misurare correttamente il livello dell'olio e rabboccare fino alla tacca massima.
- Percorrere 1.000 km con il veicolo documentando il consumo di carburante.
- Dopo 1.000 km misurare nuovamente il livello dell'olio e rabboccare fino alla tacca massima. La quantità rabboccata corrisponde al consumo di olio su 1.000 km.
- Un metodo alternativo e più preciso consiste di rabboccare una quantità di olio in rapporto e di confrontarla con i valori indicati sopra.
- Nella pratica lo scarico e la misurazione dell'olio prima e dopo il viaggio di prova non si è dimostrato un metodo valido. La misurazione delle perdite di olio tramite recipienti di raccolta e simili non rappresentano un metodo preciso.

QUANTITÀ DI RIEMPIMENTO DELL'OLIO

Occorre procedere con particolare cautela con le quantità di olio per il riempimento che vengono indicate nei manuali e nelle istruzioni per l'uso. Spesso non si distingue tra la quantità di primo riempimento (per il motore a secco, privo di olio) e le quantità di cambio dell'olio (con/senza sostituzione del filtro).

È noto come durante il cambio dell'olio una determinata quantità di olio motore rimane nel motore (attaccata a condotte, canaline, radiatore olio, pompa olio, gruppi costruttivi e superfici). Se durante il cambio dell'olio si rabbocca con la prima quantità di riempimento, il livello dell'olio sarà troppo alto. Ma si può verificare anche il caso contrario. Durante il cambio si immette una quantità di olio insufficiente. All'avvio del motore manca l'olio. Quando il rabbocco non viene effettuato correttamente e senza ulteriori controlli, si pensa molto spesso a un consumo di olio. Prestare sempre e comunque attenzione alla corretta viscosità dell'olio. Un olio poco viscoso (diluìto) si consuma prima di olio molto viscoso. Utilizzare solo l'olio prescritto e approvato dal produttore del motore.

2.7.9 RECLAMI SUL CONSUMO DI OLIO E RIMEDI

I reclami relativi a un consumo di olio eccessivo a essere onesti dovrebbero essere sollevati solo se il veicolo è stato sottoposto a intervalli di manutenzione regolari. Si dovrebbero inoltre utilizzare i ricambi corretti e anche l'olio motore prescritto. L'aumento del consumo di olio non si verifica improvvisamente. Un motore continua a funzionare senza problemi anche con un maggiore consumo di olio. Errori di manutenzione e la conseguente maggiore usura si verificano più spesso nei veicoli vecchi. Il denaro che si risparmia con la manutenzione viene speso successivamente per il maggiore consumo di olio e per riparazioni necessarie.

Il successo delle riparazioni per eliminare un consumo di olio eccessivo dipende in larga misura dal tempo e dal materiale. Sono il proprietario del veicolo o l'azienda di riparazione a determinare il successo di una riparazione. Una cosa è certa: con il montaggio di nuove fasce elastiche un motore usurato continua a funzionare ancora per qualche tempo. Questo non migliora tuttavia il consumo di olio.



TRASFERIMENTO DI KNOW-HOW CONSULENZA DI ESPERTI

FORMAZIONE A LIVELLO GLOBALE

Direttamente dal produttore

Ogni anno circa 4.500 meccanici e tecnici colgono l'opportunità e partecipano ai nostri corsi di formazione e seminari che organizziamo in loco in tutto il mondo o anche nei nostri centri di formazione a Dormagen e Tamm (Germania).

INFORMAZIONI TECNICHE

Consigli pratici per il lavoro quotidiano

Con le Product Information, le Service Information, le brochure e i poster tecnici lo stato attuale della tecnica non è più un mistero.

VIDEO TECNICI

La comunicazione scientifica tramite video

Nei nostri video tecnici potrete trovare avvertenze per il montaggio orientate alla pratica e spiegazioni sul sistema relative ai nostri prodotti.



PRODOTTI IN PRIMO PIANO ONLINE

Le nostre soluzioni spiegate dettagliatamente

Tramite gli elementi interattivi, le animazioni e i videoclip imparerete tutto quello che è utile sapere sui prodotti e sul motore.

ONLINESHOP

Accesso diretto ai nostri prodotti

Ordini 24 ore su 24. Verifica rapida della disponibilità. Ampia ricerca prodotti in base a motore, a veicolo, dimensioni, etc.

NOTIZIE

Informazioni regolari per e-mail

Iscrivetevi ora online alla nostra newsletter gratuita. Riceverete regolarmente informazioni sui nuovi prodotti, sulle pubblicazioni tecniche e tanto altro ancora.

INFORMAZIONI PERSONALIZZATE

Appositamente per i nostri clienti

Vi forniremo informazioni dettagliate e assistenza sul nostro ampio spettro di servizi: come ad es. materiale di promozione delle vendite, supporto alle vendite, assistenza tecnica e tanto altro ancora.



TECHNIPEDIA

Informazioni tecniche sul motore

Nella nostra Technipedia condividiamo con voi il nostro vasto know-how. Avrete accesso diretto alle conoscenze tecniche dei nostri esperti.

MOTORSERVICE APP

Accesso mobile al know-how tecnico

Qui troverete in modo semplice e rapido informazioni aggiornate e assistenza sui nostri prodotti.

SOCIAL MEDIA

Aggiornamento costante



HEADQUARTERS:

MS Motorservice International GmbH

Wilhelm-Maybach-Straße 14–18

74196 Neuenstadt, Germany

www.ms-motorservice.com



4 028977 916885

www.ms-motorservice.com

© MS Motorservice International GmbH – 50 003 958-05 – IT – 10/18 (102018)