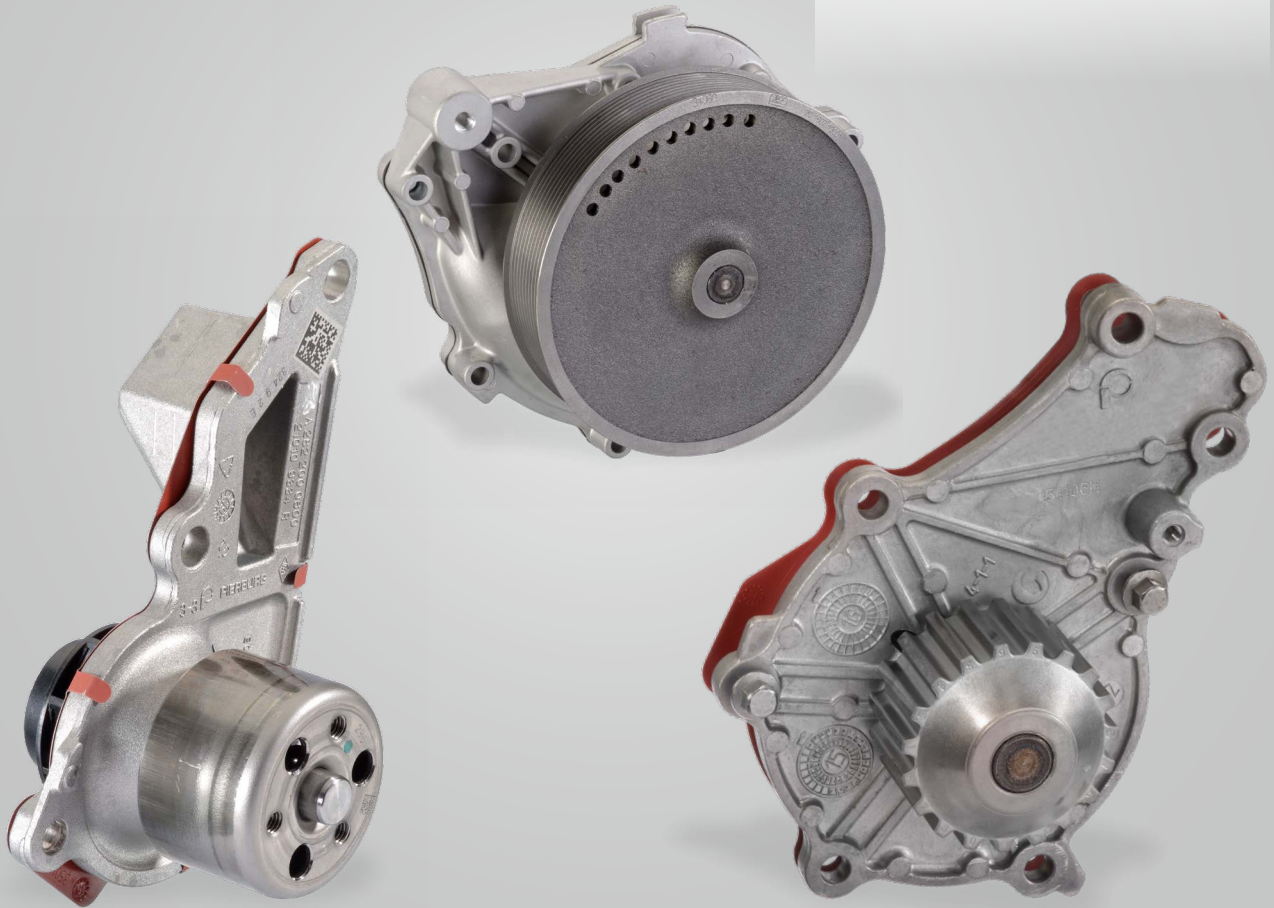




PIERBURG



KNOWLEDGE**POOL**

**POMPE DELL'ACQUA –
CON TRASMISSIONE MECCANICA**

PASSION FOR **TECHNOLOGY.**



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.



KOLBENSCHMIDT



PIERBURG



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.

CONTENUTO	PAGINA
1. NOZIONI BASILARI	5
1.1 Il ruolo della pompa dell'acqua	5
1.2 Posizioni e tipi di azionamento delle pompe dell'acqua	6
1.3 Design e funzionamento della pompa dell'acqua	7
1.4 Design dei cuscinetti	7
1.5 Pacchetto di guarnizioni meccaniche	8
1.6 Sfiato e fori di recupero	10
1.7 Serbatoio perdite	10
1.8 Tipi di sigillatura del contenitore	11
1.9 Liquido di raffreddamento	12
2. MONTAGGIO E SERVICE	16
2.1 Pulire l'impianto di raffreddamento	16
2.2 Rimuovere la vecchia pompa dell'acqua	16
2.3 Installare la nuova pompa dell'acqua	17
2.4 Guarnizioni e sigillanti liquidi	17
2.5 Cinghia della trasmissione e tensione della cinghia	18
2.6 Cinghie trapezoidali e ingranaggi della cinghia trapezoidale	18
2.7 Riempire l'impianto di raffreddamento	19
2.8 Messa in funzione	19
2.9 Ingresso della pompa dell'acqua	20
2.10 Miscela di liquido di raffreddamento	20
2.11 Le regole più importanti per la gestione delle pompe dell'acqua e del liquido di raffreddamento	21
3. DANNI E CAUSE DEL GUASTO	22
3.1 Danni ai cuscinetti	22
3.2 difetto di tenuta	23
3.3 Cavitazione	24
3.4 Corrosione	26



POMPE IDRAULICHE MECCANICHE PIERBURG E BF

Le pompe idrauliche meccaniche prodotte da Pierburg e BF sono caratterizzate da un'eccellente qualità, funzionalità e lunga durata. Circa 6 milioni di pompe dell'acqua per autoveicoli e veicoli commerciali vengono prodotte annualmente negli stabilimenti di produzione in Germania, Francia, Italia, Brasile e Stati Uniti.

Le pompe dell'acqua meccaniche utilizzano diverse versioni di giranti chiuse e aperte. Utilizzando metodi di calcolo all'avanguardia e strumenti di simulazione del flusso, le ruote della pompa sono ottimizzate in base ai requisiti idraulici, all'efficienza della pompa e alla geometria, tenendo conto del processo di produzione.

Le soluzioni su misura con vari materiali, quali alluminio, acciaio inossidabile e plastica, vengono valutate in termini di progettazione e calcolo e la soluzione tecnicamente migliore ed economica viene sviluppata per la produzione in serie. Nei laboratori di prova, vengono tracciate le condizioni più estreme per il funzionamento quotidiano e la pompa dell'acqua viene monitorata tramite computer per verificarne la piena funzionalità.

Sinonimi dei termini utilizzati:

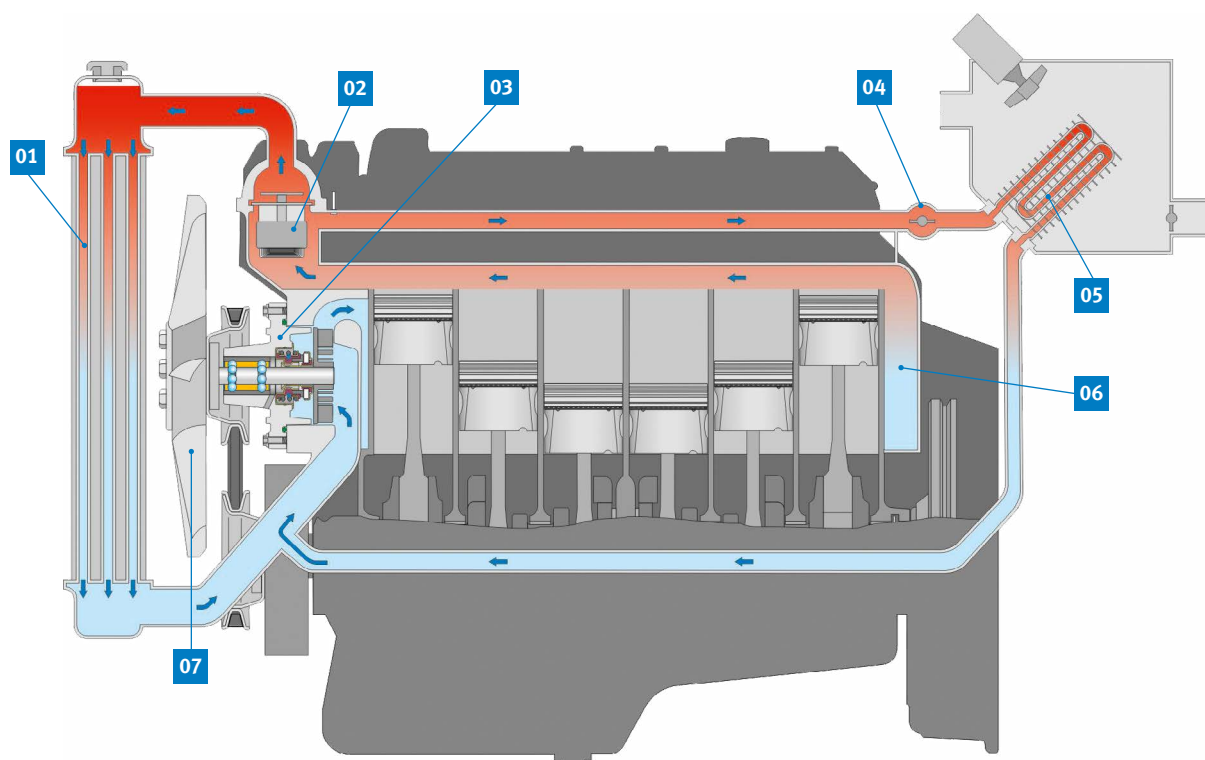
- Liquido di raffreddamento = antigelo non diluito / inibitore di corrosione
- Liquido di raffreddamento = miscela acqua-liquido di raffreddamento
- Pompa dell'acqua = pompa del liquido di raffreddamento



1. NOZIONI BASILARI

1.1 FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DELL'ACQUA

Il calore viene generato durante la combustione nel motore. Il liquido di raffreddamento assorbe il calore proveniente dal monoblocco e dalla testata e lo rilascia attraverso il radiatore all'aria ambiente. La pompa dell'acqua fa circolare il liquido di raffreddamento nell'impianto di raffreddamento chiuso.



Impianto di raffreddamento

- 01** Radiatore
- 02** Termostato
- 03** Pompa acqua
- 04** Valvola di comando riscaldatore
- 05** Scambiatore di calore riscaldatore
- 06** Camicia d'acqua di raffreddamento
- 07** Ventola radiatore

1.2 POSIZIONI E TIPI DI AZIONAMENTO DELLE POMPE DELL'ACQUA

A seconda del design, le pompe dell'acqua meccaniche sono montate all'esterno del motore in un alloggiamento della pompa separato o sono montate a flangia direttamente sul basamento del motore.

Le pompe dell'acqua montate all'esterno del motore sono azionate da una cinghia che di solito aziona altre unità ausiliarie come un generatore, una servopompa o un compressore dell'impianto di climatizzazione. La potenza viene trasmessa dalle cinghie trapezoidali o dalle cinghie trapezoidali scanalate (cinghie trapezoidali, polinervature).

Nel caso delle autovetture, le pompe dell'acqua flangiate vengono solitamente azionate tramite la cinghia dentata dell'unità di controllo valvole. Questo tipo di pompa dell'acqua

è più facile da installare e richiede meno componenti rispetto alle pompe dell'acqua montate all'esterno del motore. Tuttavia, la sostituzione delle pompe dell'acqua azionate da cinghia dentata è più complessa rispetto alle pompe dell'acqua azionate da cinghia trapezoidale. Durante la sostituzione, l'intera trasmissione della cinghia dentata del motore deve essere aperta e smontata. Si tratta di un intervento complesso nel controllo del comando dell'albero a camme. Per molti motori, è essenziale disporre di competenze specifiche per i motori.

Per un gran numero di motori sono necessari attrezzi speciali e impostazioni quali i tempi di controllo, la tensione della cinghia e, se necessario, l'avvio della mandata della pompa di iniezione. Anche piccole deviazioni o errori durante questa operazione possono causare gravi danni al motore.



Pompa montata in superficie (senza pignone della cinghia trapezoidale)

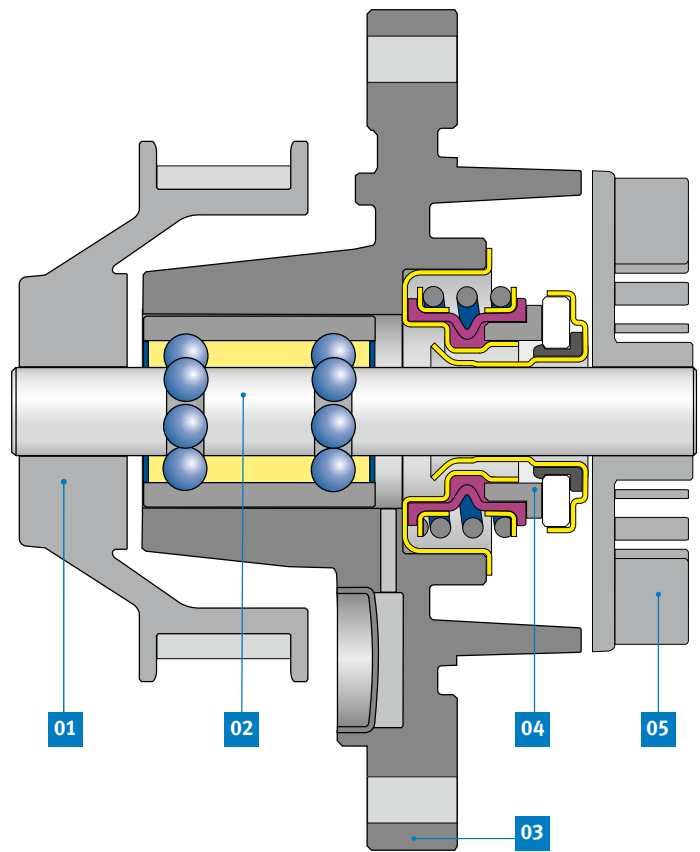


Pompa flangiata con trasmissione a cinghia dentata

1.3 PROGETTAZIONE E FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DELL'ACQUA

Le pompe dell'acqua meccaniche sono costituite dai seguenti gruppi principali:

- 01** Ruota motrice
- 02** Cuscinetto con albero della pompa
- 03** Alloggiamento pompa:
- 04** Pacchetto di guarnizioni meccaniche
- 05** Ruota della pompa



Pompa dell'acqua azionata da cinghia flangiata al motore

1.4 TIPI DI CUSCINETTI

I cuscinetti a sfere a due file (Fig. 1) o i cuscinetti combinati a sfere e a rulli (Fig. 2) sono utilizzati per le pompe idrauliche meccaniche. I cuscinetti sono provvisti di grasso permanente. Per evitare l'ingresso di acqua e sporcizia, i cuscinetti sono sigillati su entrambi i lati con un anello di tenuta dell'albero radiale. L'albero del cuscinetto fa anche parte del cuscinetto sulle pompe dell'acqua. Ciò significa che le sfere o i rulli rotolano direttamente sull'albero della pompa.

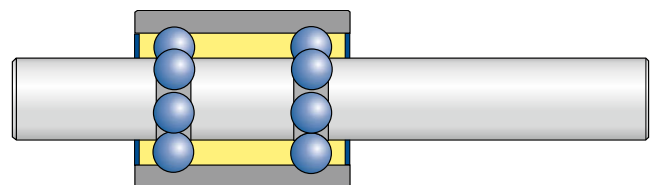


Fig. 1: Cuscinetti a sfere

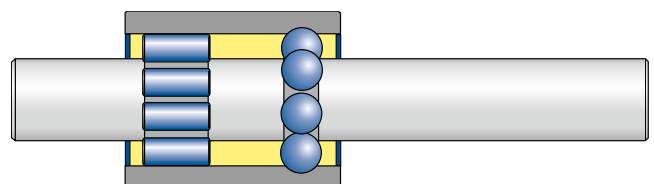


Fig. 2: Cuscinetti a rulli a sfere

1.5 PACCHETTO GUARNIZIONI MECCANICHE

Il pacchetto di guarnizioni meccaniche è la tenuta effettiva della pompa dell'acqua. È costituito essenzialmente da due anelli scorrevoli e da una molla a spirale. La combinazione di anelli meccanici consiste in genere di anelli meccanici composti da materiali diversi.

A seconda delle condizioni di esercizio e dei requisiti di durata, vengono utilizzati carbonio duro (grafite), ossido di alluminio, carburo di tungsteno o carburo di silicio. La molla a spirale preme gli anelli di contatto l'uno contro l'altro per mantenere l'effetto di tenuta nel caso di un sistema di raffreddamento privo di pressione.



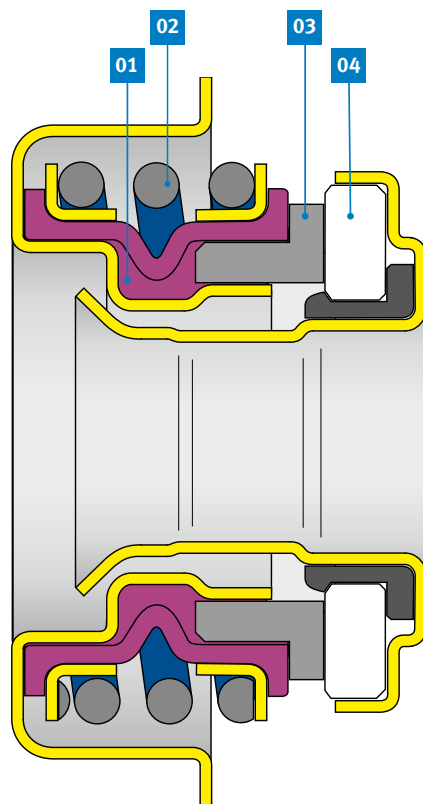
Il pacchetto di guarnizioni meccaniche è pronto per essere installato e smontato

Come per quasi tutti i progetti in cui due superfici scorrono l'una sull'altra, è necessario un lubrificante che riduca l'attrito. Nel gruppo guarnizioni meccaniche, il liquido di raffreddamento nel circuito di raffreddamento assume la lubrificazione e anche il raffreddamento dei due anelli meccanici. Il liquido di raffreddamento passa tra gli anelli di contatto a causa della pressione nel circuito di raffreddamento e della rotazione dell'albero della pompa, consentendo un attrito fluido a bassa usura. Un flusso di liquido di raffreddamento ridotto attraverso la guarnizione è sempre necessario per garantire il funzionamento e la durata prevista del gruppo di guarnizioni.



ATTENZIONE

A causa di questo principio di funzionamento, potrebbe esserci una piccola perdita di liquido di raffreddamento all'esterno della pompa. Questa piccola quantità di perdite è dovuta al progetto e non è motivo di lamentele.



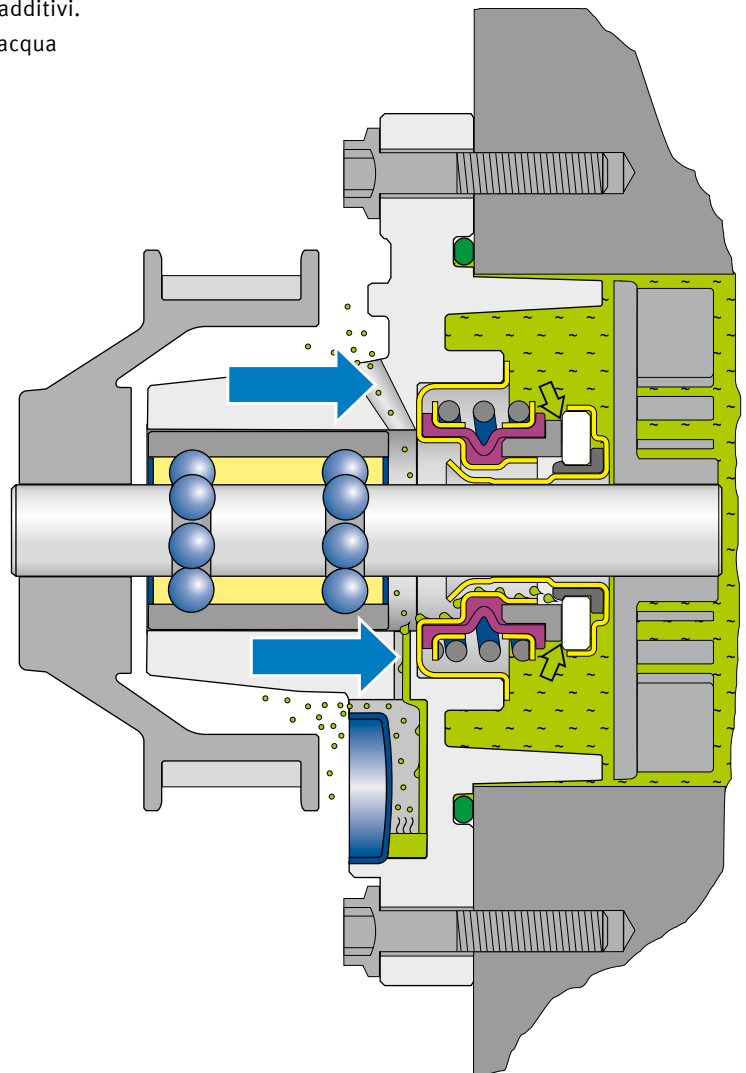
Design del pacchetto di guarnizioni meccaniche

- 01 Soffietto
- 02 Molla a spirale
- 03 Anello scorrevole (fisso)
- 04 Anello scorrevole (rotante)

1.6 FORI DI SFIATO E PERDITE

La quantità di liquido di raffreddamento che passa attraverso le superfici di contatto degli anelli di contatto verso l'esterno è molto piccola e di solito evapora ancora nella pompa dell'acqua. A tale scopo, vi sono i cosiddetti fori di sfiato o di perdita sull'alloggiamento della pompa, dai quali il liquido di raffreddamento può fuoriuscire nell'ambiente. Il liquido di raffreddamento a base di glicole è fornito con coloranti e additivi. Per questo motivo, all'esterno dei fori della pompa dell'acqua si formano residui colorati.

Senza i fori di recupero, il liquido di raffreddamento si raccoglierebbe tra il pacco guarnizioni e il cuscinetto della pompa e penetra nel cuscinetto della pompa.



Sfiato e foro di recupero perdite

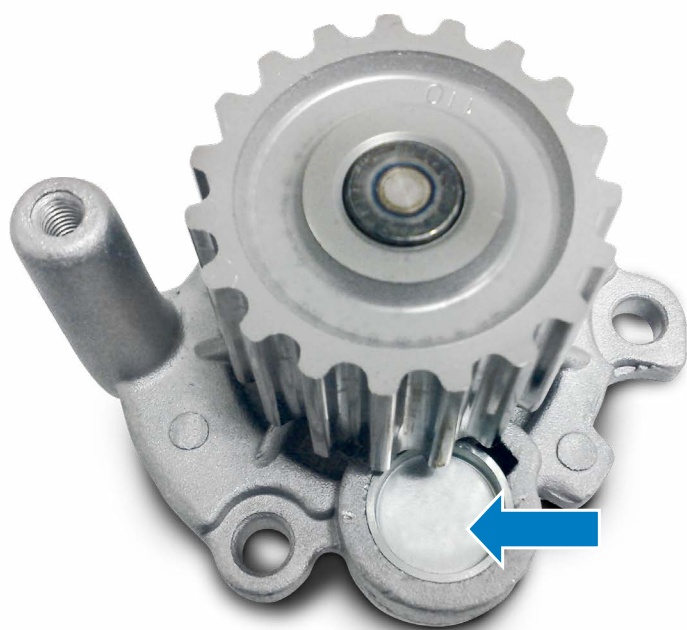
1.7 SERBATOIO PERDITE

I residui visibili di liquido di raffreddamento sopra menzionati in corrispondenza del foro di recupero vengono spesso diagnosticati inconsapevolmente come perdite dalla pompa dell'acqua. Tuttavia, questa piccola perdita non è un motivo per sostituire la pompa dell'acqua.

Per evitare questo malinteso, molti costruttori di motori si sono spostati per fornire alle pompe dell'acqua un serbatoio in corrispondenza del foro di recupero.

In questo serbatoio vengono raccolte le quantità minime di liquido di raffreddamento che fuoriescono dalla pompa dell'acqua.

Il liquido di raffreddamento rimane quindi invisibile dall'esterno nel serbatoio e vi evapora.



Coperchio sul serbatoio del liquido di raffreddamento

1.8 TIPI DI SIGILLATURA DEL CONTENITORE

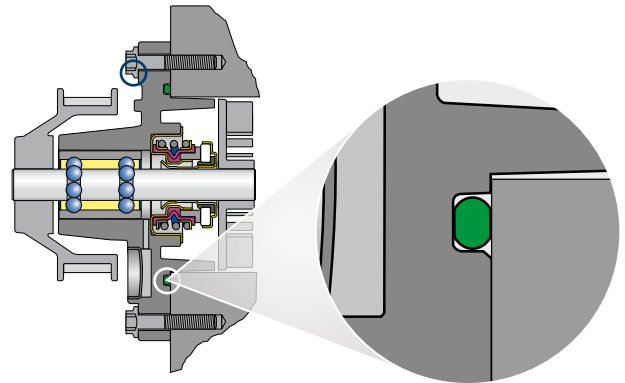
Guarnizioni in elastomero

Un metodo comunemente utilizzato per sigillare la pompa dell'acqua al monoblocco è la guarnizione in elastomero. L'anello di tenuta in elastomero rettangolare o rotondo si trova in una scanalatura dell'anello di tenuta della pompa dell'acqua.



ATTENZIONE

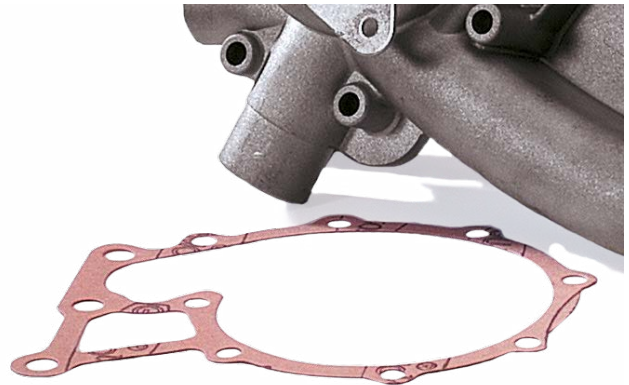
Non utilizzare sigillanti liquidi aggiuntivi per gli anelli di tenuta in elastomero.



Guarnizione in elastomero

Guarnizioni piatte

Le guarnizioni piatte non richiedono in genere sigillanti liquidi aggiuntivi. Il materiale di tenuta della guarnizione piatta è in grado di sigillare in modo affidabile anche le più piccole irregolarità sulla superficie di tenuta.



Pompa dell'acqua con guarnizione piatta

Sigillanti liquidi

Raramente, le pompe sono sigillate solo con sigillanti liquidi. Se viene fornito questo tipo di guarnizione, attenersi alle istruzioni di montaggio del costruttore del motore.



Sigillanti liquidi

1.9 LIQUIDO DI RAFFREDDAMENTO

Il liquido di raffreddamento è il mezzo di trasporto utilizzato per trasportare il calore del motore al radiatore del motore o al radiatore del riscaldamento. Le composizioni speciali dei fluidi di raffreddamento contribuiscono in modo significativo al corretto funzionamento del sistema di raffreddamento. Nei motori dei veicoli raffreddati a liquido, il liquido di raffreddamento è costituito da una miscela di acqua e raffreddamento con.

Il liquido di raffreddamento corretto è importante in termini di funzionamento e di funzionamento quanto l'olio motore. Specifiche errate, rapporto di miscelazione errato, sostituzione irregolare del liquido di raffreddamento o invecchiamento del liquido di raffreddamento possono causare corrosione e guasti prematuri della pompa dell'acqua e di altri componenti del motore. Gli additivi contenuti nel liquido di raffreddamento fungono da stabilizzatori di invecchiamento, protezione contro la corrosione, inibitori della schiuma, agenti detergenti e materiale di rivestimento. Tutti gli additivi garantiscono il corretto funzionamento e le condizioni del liquido di raffreddamento fino alla sostituzione successiva.

Alcune delle funzioni più importanti o. Le informazioni relative al liquido di raffreddamento sono spiegate di seguito.



ATTENZIONE

Si ritiene spesso che il liquido di raffreddamento a base di glicole venga utilizzato solo come protezione antigelo. Tuttavia, la funzione antigelo è solo uno dei molti requisiti. Il liquido di raffreddamento è generalmente necessario per proteggere il sistema di raffreddamento dalla corrosione.

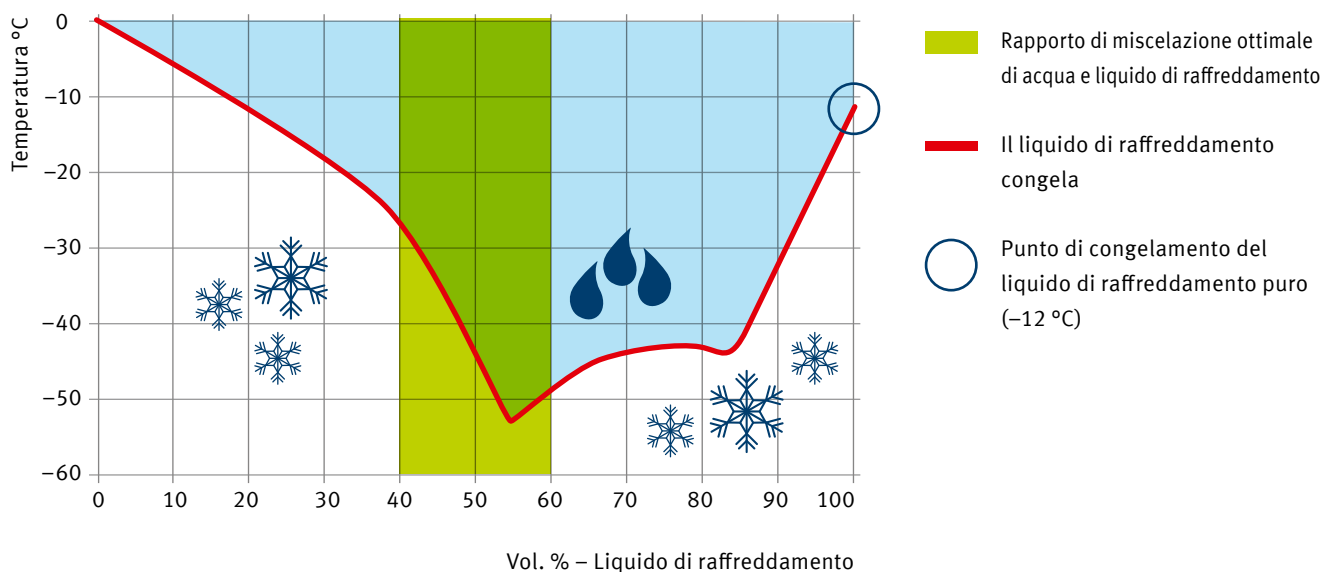
Funzione di protezione antigelo del liquido di raffreddamento

Il componente principale del liquido di raffreddamento è il glicole monoetilenico.

Ha un punto di congelamento molto basso. Il liquido di raffreddamento utilizzato nell'impianto di raffreddamento è costituito da una miscela di liquido di raffreddamento puro e acqua, che deve essere prodotta in un rapporto specifico secondo le istruzioni del costruttore del motore. Un rapporto di miscelazione comunemente usato è 50:50.

Anche in aree in cui è possibile ottenere temperature di congelamento molto basse, il liquido di raffreddamento non deve essere utilizzato non diluito. Se al liquido di raffreddamento viene aggiunta una quantità insufficiente di acqua o se viene utilizzato non diluito, l'effetto antigelo viene ripristinato da una determinata temperatura. Il liquido di raffreddamento può quindi congelarsi a una temperatura inferiore a -15°C nonostante l'elevata concentrazione di liquido di raffreddamento.

Curva di congelamento a seconda del rapporto di miscelazione del liquido di raffreddamento



Capacità di assorbimento del calore del liquido di raffreddamento

Il liquido di raffreddamento puro ha una capacità di assorbimento del calore inferiore rispetto all'acqua normale. Ciò significa che una miscela di liquido di raffreddamento e acqua con lo stesso volume può trasportare meno calore al radiatore rispetto all'acqua pura. Il costruttore del motore ha preso in considerazione questa ridotta capacità di assorbimento del calore del liquido di raffreddamento durante la progettazione del sistema di raffreddamento. La velocità di circolazione della pompa dell'acqua, le dimensioni del radiatore e la quantità di liquido di raffreddamento sono state regolate di conseguenza. Se si aggiunge liquido di raffreddamento al liquido di raffreddamento e il radiatore del veicolo è di dimensioni adeguate, il motore è protetto dal surriscaldamento anche nelle aree calde.*

I motori che funzionano in modo improprio con acqua pura potrebbero non raggiungere mai la temperatura di esercizio corretta perché il sistema di raffreddamento è sovradimensionato. Questa situazione è trattata nel capitolo "3. Danni e cause del guasto".

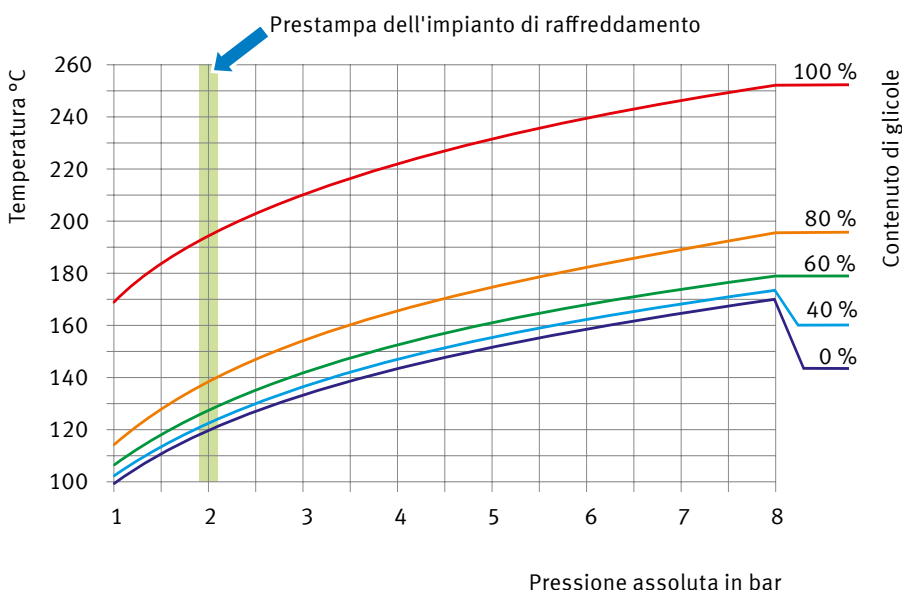
Aumentare il punto di ebollizione

Il punto di ebollizione del liquido di raffreddamento aumenta con l'aumentare della proporzione di liquido di raffreddamento. L'acqua pura ha un punto di ebollizione di 100 °C alla pressione dell'aria a livello del mare. Per il liquido di raffreddamento puro a base di glicole monoetilenico, il punto di ebollizione è superiore a 160 °C. La proporzione di liquido di raffreddamento influisce in modo significativo sul punto di ebollizione del liquido di raffreddamento. Ciò significa che il liquido di raffreddamento non raggiunge il punto di ebollizione fino a temperature molto più elevate, a seconda del contenuto di liquido di raffreddamento. Questo serve come riserva di sicurezza per evitare la cavitazione sui componenti del motore. La sovrappressione nell'impianto di raffreddamento (circa 1 bar) aumenta ulteriormente il punto di ebollizione.

Il grafico mostra le curve della pressione di vapore di alcune miscele glicole-acqua. I punti di ebollizione risultanti, ad esempio a una prepressione del sistema di raffreddamento di 1 bar e a vari rapporti di miscelazione, possono essere letti nei rispettivi punti di intersezione.

* Nel caso di veicoli usati (veicoli commerciali) venduti da latitudini moderate a climi caldi, potrebbe essere necessario regolare le dimensioni del radiatore del veicolo in base alle istruzioni del costruttore per evitare il surriscaldamento del motore. Il funzionamento dell'impianto di raffreddamento con acqua pura e/o con il termostato rimosso non può impedire efficacemente il surriscaldamento del motore.

Curve di pressione del vapore delle miscele glicole-acqua



Protezione anticorrosione

La protezione dell'impianto di raffreddamento dalla corrosione è l'attività più importante del liquido di raffreddamento, che ha un impatto notevole sulla longevità dell'intero motore.

A causa della mancanza di sostanze anticorrosive nel liquido di raffreddamento, la presenza di sali e acidi nel liquido di raffreddamento può causare l'attacco chimico dei componenti (corrosione). Ciò comporta la distruzione a lungo termine dei componenti del motore. La corrosione dell'alluminio, in particolare, è un problema comune nei sistemi di raffreddamento.

L'ossigeno contenuto nell'acqua si ossida anche con materiali ferrosi e inquina il fluido di raffreddamento con solidi (ruggine). Le particelle di ruggine relativamente dure causano una rapida usura della guarnizione meccanica della pompa dell'acqua.

Per contrastare la corrosione, il liquido di raffreddamento è impostato su alcalino. Il pH è di circa 8. Ciò causa un effetto tampone contro l'ingresso di acidi nel sistema di raffreddamento.

L'effetto buffering diminuisce nel tempo. Acqua contenente sale, acqua piovana, residui di agenti decalcificanti per radiatori o gas di combustione che entrano nel liquido di raffreddamento possono spostare il rapporto acido-base nel campo acido. L'acqua pura (distillata) ha un valore di pH di 7 e quindi si comporta in modo neutro.

Il grafico illustra l'intervallo di pH in cui si muovono i diversi fluidi campione.

Tabella dei valori DEL PH



Valore PH		Esempio
14	alcalino	Soluzione di idrossido di sodio
13		
12		Ammoniaca
11		
10		Soluzione saponosa
9		
8	neutro	Acqua di mare
7		Acqua pura
6	aspro	Latte
5		Acqua piovana, acqua minerale gassata
4		Cola
3		Aceto
2		Succo di limone
1		Acido della batteria, acido gastrico
0		Acido cloridrico

Specifiche del liquido di raffreddamento

Oggi esistono tre tecnologie comuni per il liquido di raffreddamento:

- **Liquido di raffreddamento ibrido contenente silicato a base di glicole monoetilenico (MEG, colore principalmente verde blu, arancione o giallo)**
gli inibitori inorganici e organici sono responsabili della protezione contro la corrosione. I silicati contenuti formano uno strato protettivo sottile e stabile che protegge le superfici del sistema di raffreddamento da corrosione, cavitazione e depositi.
- **Liquido di raffreddamento privo di silicati a base di acidi organici (OAT – tecnologia degli acidi organici, solitamente di colore rosso-viola)**
i sali organici sono responsabili della protezione anticorrosione di questi liquidi di raffreddamento.
- **Liquido di raffreddamento di ultima generazione si-OAT (colore principalmente bluastro e viola)**
è una combinazione di liquidi di raffreddamento ibridi e OAT con una migliore protezione contro la corrosione. Gli additivi al silicio altamente reattivi formano strati protettivi estremamente stabili e dinamici.



AVVERTENZA

La colorazione del liquido di raffreddamento non è standardizzata. Lo stesso colore non significa necessariamente che si tratti di un liquido di raffreddamento paragonabile. I produttori di liquidi di raffreddamento più noti, tuttavia, a volte si adattano l'uno all'altro in termini di colore. I fornitori economici spesso offrono liquidi di raffreddamento in colori neon. In alcuni paesi, vengono distribuiti liquidi di raffreddamento di scarsa qualità. Prestare particolare attenzione in questo caso, poiché le specifiche prescritte potrebbero non essere soddisfatte. È essenziale utilizzare il liquido di raffreddamento approvato dal costruttore del motore. L'indicazione sull'etichetta “corrisponde allo standard ...” non è una pubblicazione del produttore!



ATTENZIONE

Non mescolare mai il liquido di raffreddamento contenente silicati con il liquido di raffreddamento privo di silicati!

- L'effetto anticorrosione diminuisce.
- Il liquido di raffreddamento può diventare gelatinoso o flocculato.
- La guarnizione meccanica potrebbe danneggiarsi.
- L'impianto di raffreddamento potrebbe presentare perdite!

2. MONTAGGIO E SERVICE

2.1 PULIZIA DELL'IMPIANTO DI RAFFREDDAMENTO

I sistemi di raffreddamento contaminati sono una delle cause principali delle perdite delle pompe dell'acqua. Se il liquido di raffreddamento è arrugginito, calcare, sporco o oleoso, è necessario lavare più volte l'impianto di raffreddamento con acqua pulita oppure deoliare / decalcificare con detergenti appropriati prima di sostituire la vecchia pompa dell'acqua.

Se il punto di congelamento del liquido di raffreddamento è stato misurato, ad esempio con un aerometro, e il risultato indica che la protezione antigelo è sufficiente, non si tratta di un'ulteriore utilizzabilità del liquido di raffreddamento. Questo risultato indica solo che la funzione antigelo nel liquido di raffreddamento è ancora sufficiente per impedirne il congelamento.

Il liquido di raffreddamento sporco, lattiginoso o torbido indica che gli intervalli di sostituzione del liquido di raffreddamento non sono stati rispettati o che è stato aggiunto liquido di raffreddamento non idoneo. Anche le perdite dalla guarnizione della testata possono causare tali sintomi. Se i gas di scarico entrano nel liquido di raffreddamento, il valore del pH diminuisce e si favorisce la corrosione.

Il liquido di raffreddamento con un colore o una flocculazione indefinibili indica che i liquidi di raffreddamento di composizione diversa sono stati miscelati tra loro. In questo caso, l'impianto di raffreddamento deve essere lavato a fondo e il liquido di raffreddamento deve essere completamente sostituito.



AMBIENTE

Il liquido di raffreddamento usato non deve essere riutilizzato. Deve essere raccolto e smaltito in conformità alle normative locali. Evitare che il liquido di raffreddamento vecchio entri nel sistema fognario o nell'ambiente circostante. A causa dei composti del cloro e degli altri componenti contenuti, il liquido di raffreddamento vecchio non deve essere miscelato con olio motore vecchio e smaltito.



Il liquido di raffreddamento contaminato, scolorito, oleoso o arrugginito indica che il liquido di raffreddamento deve essere sostituito immediatamente. In genere, il liquido di raffreddamento deve essere controllato in occasione di tutti gli interventi di manutenzione e non solo in caso di guasto della pompa dell'acqua.

2.2 RIMUOVERE LA VECCHIA POMPA DELL'ACQUA

Rimuovere la vecchia pompa dell'acqua seguendo le istruzioni del produttore. Le superfici di tenuta sul monoblocco devono essere pulite accuratamente per eliminare residui di tenuta vecchi e corrosione. I residui di guarnizione raschiati non devono entrare nell'impianto di raffreddamento.

Se è necessario lavare l'impianto di raffreddamento, questa operazione deve essere eseguita per motivi pratici prima di rimuovere la vecchia pompa dell'acqua.

2.3 INSTALLARE LA NUOVA POMPA DELL'ACQUA

Le superfici di tenuta pulite devono essere sgrassate prima di installare la nuova pompa dell'acqua in modo che i sigillanti liquidi o le guarnizioni piatte possano aderire e sigillare bene. Per alloggiamenti sigillati con guarnizioni in elastomero, potrebbe essere necessario applicare del lubrificante sulla superficie di accoppiamento del monoblocco. In questo modo si evita che l'anello di tenuta venga attorcigliato, schiacciato o danneggiato quando la pompa dell'acqua viene inserita.



ATTENZIONE

Durante l'installazione della nuova pompa dell'acqua, è essenziale rispettare le coppie di serraggio specificate dal costruttore del motore e la sequenza di serraggio delle viti di fissaggio.

2.4 GUARNIZIONI E SIGILLANTI LIQUIDI

Le pompe dell'acqua con o-ring o anelli rettangolari in elastomero non devono essere montate accanto all'anello di tenuta con sigillanti liquidi aggiuntivi. Il gioco deve essere sufficiente per consentire modifiche della forma (deformazione ovale) che l'anello di tenuta subisce durante il montaggio. Se questo giocoviene ulteriormente riempito con sigillante liquido, il corretto funzionamento della guarnizione in elastomero non è più garantito.

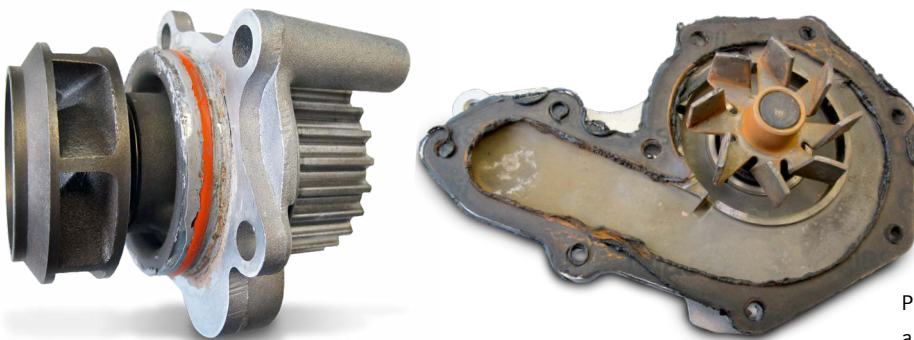
Se si utilizzano guarnizioni piatte per sigillare la pompa dell'acqua, non applicare sigillante aggiuntivo sul monoblocco se la superficie di tenuta è buona. Solo su superfici di tenuta fortemente corrose o graffiate che non possono essere livellate con carta vetrata, è possibile utilizzare del sigillante liquido tra il monoblocco e la guarnizione. Tuttavia, l'applicazione del

sigillante deve avere un diametro massimo di 2 mm. Una quantità eccessiva di sigillante viene schiacciata e può contaminare la guarnizione meccanica (vedere la sezione “3. Danni e cause del guasto”). Il liquido di raffreddamento non deve essere riempito fino a quando il sigillante non si è indurito. In questo modo si evita che il sigillante ancora morbido entri nel gioco di tenuta della guarnizione meccanica.



ATTENZIONE

Non utilizzare troppo sigillante! Il sigillante in eccesso può contaminare l'impianto di raffreddamento e distruggere la guarnizione meccanica. Può causare malfunzionamenti dei termostati, delle valvole del riscaldatore elettrico e delle pompe di circolazione dei riscaldatori ausiliari, ecc.



Perdite dalle pompe dell'acqua dovute all'uso di sigillante liquido

2.5 CINGHIA DI TRASMISSIONE E TENSIONE DELLA CINGHIA

Prestare particolare attenzione durante il montaggio della cinghia di trasmissione e la regolazione della tensione della cinghia. Se sono presenti tendicinghia automatici, sostituirli e regolarli in conformità alle istruzioni del costruttore. Se la pompa dell'acqua è azionata da una cinghia di distribuzione, deve essere sempre sostituita per motivi di sicurezza operativa del motore e per gli interventi necessari per sostituire la pompa dell'acqua. Ciò vale anche per tutti i rulli di tensionamento e di guida. Le ruote motrici danneggiate devono essere sostituite.

La distribuzione, la tensione della cinghia e la pompa di iniezione devono essere regolate in base alle istruzioni del costruttore del motore. Una tensione eccessiva o insufficiente sulla cinghia danneggia il cuscinetto della pompa dell'acqua. Se le cinghie sono troppo tese, il carico portante ammesso viene superato e il cuscinetto viene distrutto in poche migliaia di chilometri. Se il nastro è teso troppo leggermente, potrebbe causare vibrazioni e un funzionamento irregolare. Ciò riduce anche la durata dei cuscinetti della pompa dell'acqua.

2.6 CINGHIE TRAPEZOIDALI E INGRANAGGI DELLA CINGHIA TRAPEZOIDALE

Le cinghie trapezoidali (Fig. 2–4) si usurano più velocemente delle cinghie trapezoidali scanalate (cinghie Poly-V, Polyrib, Fig. 1). Ciò è dovuto all'aumento del lavoro di spostamento del nastro. Lo slittamento della cinghia associata usura la cinghia trapezoidale sui due fianchi. La stessa situazione vale per i pignoni della cinghia trapezoidale. A causa dei lunghi tempi di funzionamento, le ruote della cinghia trapezoidale possono essere usurate a tal punto che anche una cinghia nuova non è più appoggiata sui fianchi. La potenza viene quindi trasmessa ai bordi della cinghia trapezoidale (Fig. 3) o attraverso il diametro interno della cinghia e il diametro di base della puleggia (Fig. 4). Questa usura riduce la distanza del

nastro dall'albero in entrambi i casi. Ciò modifica il rapporto di trasmissione della cinghia di trasmissione e può causare guasti prematuri dei componenti.

Se le ruote della cinghia sono usurate, anche una cinghia nuova provoca cigolii dopo un breve periodo di tempo. Il cigolio è un segno di slittamento della cinghia. Come contromisura, la tensione della cinghia è spesso aumentata. La cinghia viene quindi tesa. Di conseguenza, i cuscinetti della pompa dell'acqua, della servopompa e dell'alternatore sono sovraccarichi e quindi i componenti si guastano.

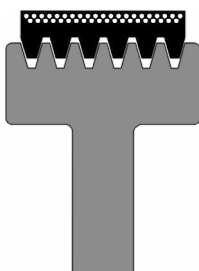


Fig. 1

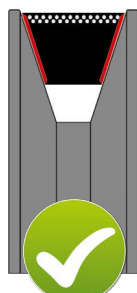


Fig. 2

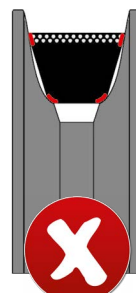


Fig. 3

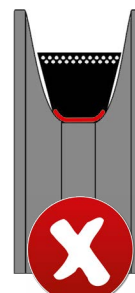


Fig. 4

2.7 RIEMPIMENTO DELL'IMPIANTO DI RAFFREDDAMENTO

Durante il riempimento dell'impianto di raffreddamento, assicurarsi che l'aria intrappolata possa fuoriuscire. A tale scopo, le viti di ventilazione e le valvole meccaniche del riscaldatore devono essere aperte.

AVVERTENZA

Alcuni sistemi di raffreddamento sono difficili da riempire a causa del loro design. In questi casi, è essenziale che il processo di riempimento sia eseguito in conformità alle istruzioni del costruttore del veicolo.



Suggerimento: Per evitare sacche d'aria nel sistema di raffreddamento, è possibile utilizzare il processo di riempimento a vuoto. Un bocchettone di riempimento a depressione viene utilizzato per aspirare (evacuare) tutta l'aria dal sistema di raffreddamento. Le valvole vengono quindi commutate in modo che il vuoto aspiri il liquido di raffreddamento dal filtro a carboni attivi nel sistema di raffreddamento. Il vantaggio del processo non è solo il riempimento senza bolle del sistema di raffreddamento. Quando l'impianto viene svuotato, anche l'assenza di depressione nell'impianto di raffreddamento può rilevare immediatamente le perdite.

Il processo di riempimento a vuoto viene utilizzato o prescritto da molti costruttori di veicoli sia nella produzione che nell'assistenza. I dispositivi di riempimento corrispondenti sono disponibili nell'officina attrezzi.

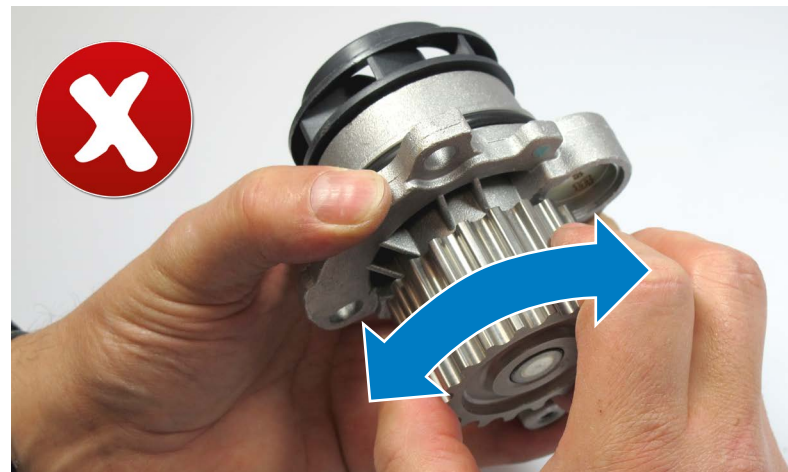
2.8 MESSA IN FUNZIONE

ATTENZIONE

La pompa dell'acqua non deve essere ruotata con una guarnizione meccanica asciutta!

In nessun caso la pompa dell'acqua deve essere azionata senza aver riempito il liquido di raffreddamento. Non azionare per un breve periodo di tempo per controllare, ad esempio, se la tensione della cinghia è corretta o se il motore si avvia. Se la pompa dell'acqua viene azionata senza liquido di raffreddamento, i due anelli scorrevoli sfregano l'uno contro l'altro senza lubrificazione e senza raffreddamento. L'usura sostanziale e la distruzione termica della guarnizione meccanica si verificano immediatamente.

Ciò si verifica anche in caso di perdita di liquido di raffreddamento durante la guida e se il veicolo viene guidato fino all'officina più vicina, tenendo conto della temperatura del motore. Anche se la distanza in auto è breve, la pompa dell'acqua viene solitamente danneggiata irrimediabilmente o distrutta in seguito.



Le pompe dell'acqua non devono essere ruotate a secco

2.9 INGRESSO DELLA POMPA DELL'ACQUA

Come qualsiasi altro componente del motore in movimento, la pompa dell'acqua richiede un tempo di rodaggio. Le superfici dei due anelli di contatto devono adattarsi l'una all'altra. Una piccola e visibile perdita di liquido di raffreddamento in

corrispondenza del foro della pompa dell'acqua durante il periodo di rodaggio è normale. L'uscita del liquido di raffreddamento viene regolata dopo il rodaggio degli anelli di contatto (1–3 ore di funzionamento).

2.10 MISCELA DI LIQUIDO DI RAFFREDDAMENTO

Se non diversamente specificato dal costruttore del motore, è stato dimostrato un rapporto liquido di raffreddamento / acqua di 50:50. Molti produttori di liquido di raffreddamento forniscono liquido di raffreddamento pronto all'uso che elimina la miscelazione.



ATTENZIONE

In nessun caso si deve utilizzare acqua nell'impianto di raffreddamento senza additivi di raffreddamento.

L'acqua utilizzata deve avere una qualità dell'acqua potabile e non essere troppo dura. Il grado di durezza non deve superare 3,56 mmol/l (20 °DH). Non utilizzare acqua potabile proveniente da impianti di desalinizzazione dell'acqua di mare. Il contenuto residuo di sali disciolti in esso provoca la corrosione nel circuito di raffreddamento in breve tempo. In assenza di acqua potabile idonea (senza acido carbonico), è possibile utilizzare anche acqua distillata*. Non utilizzare acqua piovana, acqua dell'oceano o acqua morta.

La miscelazione di acqua e liquido di raffreddamento deve essere sempre eseguita all'esterno dell'impianto di raffreddamento. Evitare di aggiungere liquido di raffreddamento puro all'impianto di raffreddamento, quindi aggiungere acqua alla quantità rimanente. I silicati contenuti nei liquidi di raffreddamento formano un rivestimento protettivo nel sistema di raffreddamento. Quando il sistema di raffreddamento viene riempito per la prima volta con liquido di raffreddamento puro, uno strato protettivo è troppo spesso a causa dell'elevata concentrazione sulle superfici inferiori del sistema di raffreddamento. L'additivo silicato non è quindi più sufficiente a fornire il rivestimento protettivo sull'intera superficie del sistema di raffreddamento.

La calcificazione nei sistemi di raffreddamento si verifica quando, ad esempio, un sistema di raffreddamento che perde viene riempito continuamente solo con acqua. Quando l'acqua viene ricaricata, vengono aggiunti indurenti al sistema di raffreddamento ad ogni riempimento, che si accumulano sotto forma di pietra caldaia (carbonato di calcio e magnesio) e impediscono lo scambio di calore. Le particelle di pietra caldaia allentate causano l'usura abrasiva della guarnizione meccanica e il guasto della pompa dell'acqua.



Suggerimento: Se è disponibile solo acqua molto calcarea per miscelare il liquido di raffreddamento, una parte delle sostanze indurenti può essere rimossa dall'acqua bollendo. La durezza del carbonato precipita sotto forma di pietra caldaia e non può più depositarsi nel sistema di raffreddamento.

* L'acqua distillata è molto bassa nei minerali. Di conseguenza, anche gli esperti hanno spesso dubbi sull'utilizzo di quest'acqua per miscelare il liquido di raffreddamento. A causa del forte effetto anticorrosivo del liquido di raffreddamento puro, l'uso di acqua distillata non ha alcun effetto negativo.

2.11 LE REGOLE PIÙ IMPORTANTI PER LA GESTIONE DELLE POMPE DELL'ACQUA E DEL LIQUIDO DI RAFFREDDAMENTO



- Utilizzare solo il liquido di raffreddamento specificato.
- Mantenere gli intervalli di sostituzione del liquido di raffreddamento.
- I giunti viscosi o le pale della ventola difettosi o danneggiati devono essere sostituiti.
- Utilizzare sigillanti liquidi per alloggiamenti solo se prescritti.
- È essenziale osservare la tensione della cinghia specificata.
- È essenziale sostituire e regolare le pulegge tendicinghia e i tendicinghia automatici secondo le istruzioni del costruttore.
- Accertarsi che l'impianto di raffreddamento sia spurgato.



- Non ruotare mai manualmente gli alberi delle pompe dell'acqua nuove.
- Non utilizzare ruote del nastro usurate, danneggiate o piegate.
- Non aggiungere additivi di tenuta del radiatore al liquido di raffreddamento.
- Non pompare mai acqua senza liquido di raffreddamento.

3. DANNI E CAUSE DEL GUASTO

3.1 DANNI AI CUSCINETTI

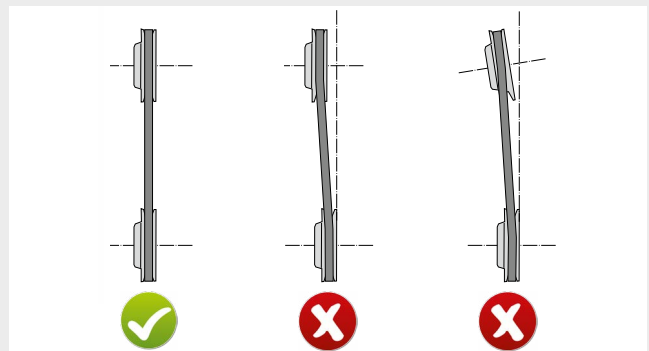
I danni prematuri ai cuscinetti si verificano sempre quando viene superato il carico radiale o assiale massimo consentito. Se fuoriesce una quantità eccessiva di liquido di raffreddamento a causa di danni alle guarnizioni meccaniche, può entrare nella sede del cuscinetto e causare guasti ai cuscinetti (perdita di lubrificazione, corrosione).

Le cause del guasto sono:

- Cinghie di trasmissione troppo tese (sovraccarico cuscinetto).
- Le cinghie di trasmissione con tensione troppo bassa causano un aumento del carico del cuscinetto dovuto al battito del nastro e alle vibrazioni rotazionali.
- Ruote del nastro usurate, errate o piegate a causa di errori di allineamento del nastro, carico unilaterale, vibrazioni (vedere la figura).
- Dispositivi di bloccaggio automatici difettosi o montati in modo errato.
- Giunti viscosi difettosi della ventola di raffreddamento (vibrazioni).
- Pale della ventola difettose, piegate o errate (vibrazioni).
- Smorzatori di vibrazioni dell'albero motore difettosi (vibrazioni, errori di allineamento della cinghia).
- Cinghie di trasmissione errate e danneggiate.
- L'acqua entra nei cuscinetti della pompa attraverso:
 - Navigare attraverso l'acqua.
 - Pulizia del motore con attrezzature di pulizia ad alta pressione.
 - Tenuta meccanica che perde (ignorando la perdita di acqua dalla pompa dell'acqua e il rifornimento continuo di liquido di raffreddamento).
- Raggiungimento della normale vita utile dovuta all'usura.
- Installazione di una pompa dell'acqua non corretta per l'applicazione.



Danni ai cuscinetti dovuti a problemi del nastro (abrasione della gomma, particelle sull'alloggiamento)



Errore di allineamento del nastro



Danni al cuscinetto dovuti a tensione eccessiva della cinghia



Ruota motrice danneggiata da sporcizia e usura (danni ai cuscinetti)

3.2 PERDITE

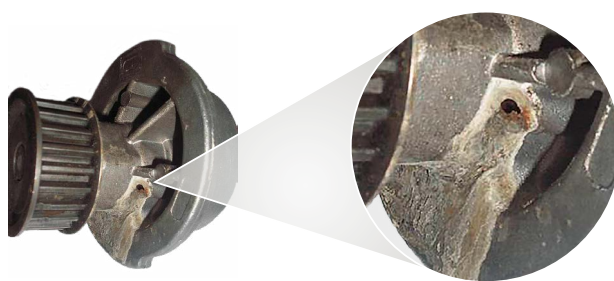
I danni alla guarnizione meccanica sono solitamente causati dal funzionamento a secco della pompa dell'acqua (mancanza di liquido di raffreddamento) e dal liquido di raffreddamento contaminato. Entrambe le condizioni causano l'usura della guarnizione abrasiva e il guasto prematuro della pompa dell'acqua.

Cause delle perdite:

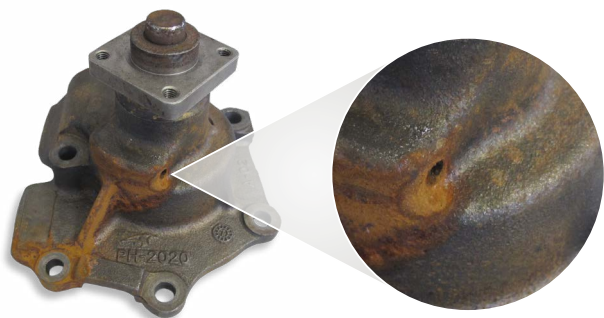
- Funzionamento della pompa dell'acqua senza liquido di raffreddamento.
- Liquido di raffreddamento sporco (ruggine, prodotti corrosivi, calce, sigillante liquido, olio, sabbia, ecc.).
- Ruotare manualmente la nuova pompa dell'acqua (la guarnizione meccanica risulterà danneggiata). La guarnizione meccanica ancora asciutta inizia a cigolio. Più lungo è l'albero della pompa ruotato avanti e indietro, più forte sarà il cigolio.
- Liquido di raffreddamento errato, corrosivo o non idoneo.
- Impatti sull'albero della pompa (rottura della guarnizione meccanica dovuta a un incidente del veicolo o installazione non corretta).
- Stoccaggio pompa eliminato.
- Uso di additivi per guarnizioni radiatore nel liquido di raffreddamento (incollaggio di guarnizioni meccaniche).



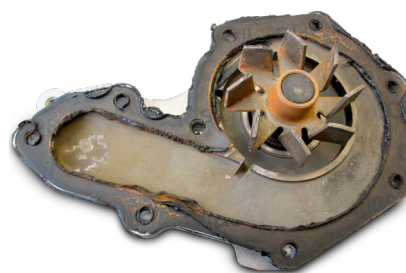
Perdite dalla pompa dell'acqua dovute al sigillante liquido (perdite dalla pompa durante il riscaldamento)



Perdite dalla pompa dell'acqua dovute all'acqua calcarea



Perdite dalla pompa dell'acqua dovute a liquido di raffreddamento arrugginito (mancanza di protezione anticorrosione del liquido di raffreddamento)



Uso eccessivo di sigillanti liquidi (qui silicone)

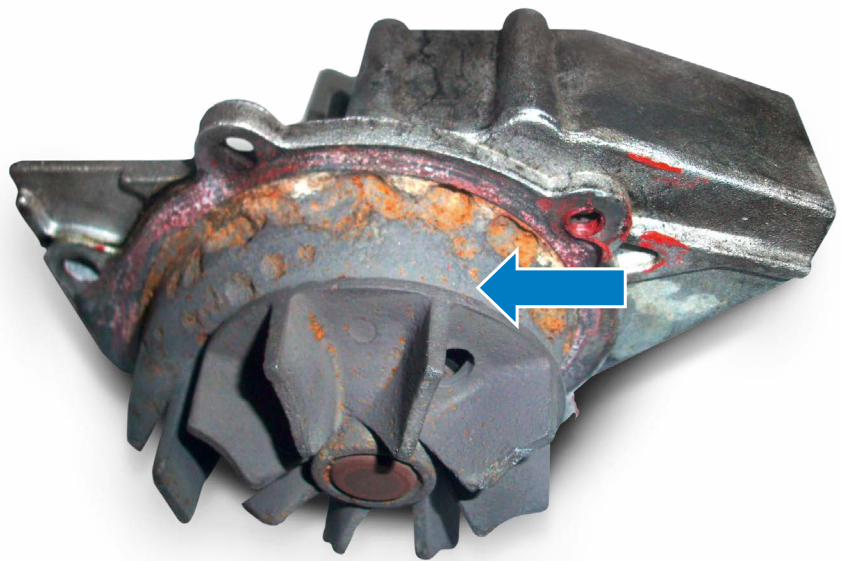
3.3 CAVITAZIONE

Le pompe dell'acqua possono avere dei fori nell'alloggiamento per cavitazione, causando perdite. Le giranti metalliche possono essere indebolite dalla cavitazione fino al punto in cui si rompono. Spesso è solo dopo la costruzione della pompa dell'acqua che si è verificata la cavitazione.

La cavitazione può anche indicare che la pompa dell'acqua non è stata installata con la dovuta cautela.

La cavitazione è il risultato di:

- Errori di manutenzione
- Condizioni di esercizio sfavorevoli
- Malfunzionamento dell'impianto di raffreddamento
- Liquido di raffreddamento non corretto

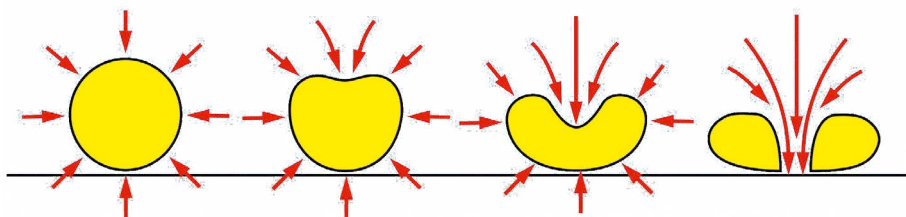


Alloggiamento della pompa danneggiato dalla cavitazione

Formazione di cavitazione

Quando i liquidi raggiungono il punto di ebollizione, si formano piccole bolle di vapore che improvvisamente crollano nuovamente (implodono). Durante la disintegrazione della vescica, si forma un micronozzolo al centro della vescica. Il liquido viene accelerato eccessivamente nel micro ugello. Picchi di pressione fino a 10.000 bar e velocità fino a 400 km / h agiscono selettivamente sulla superficie del componente.

Le particelle metalliche più piccole vengono quindi estratte dalla superficie del componente per mezzo di mezzi meccanici. Se la cavitazione si verifica sempre nello stesso punto, nel corso del tempo si formano fori o cavità più profondi.



Vesciche e vesciche

Le bolle di vapore si formano quando un liquido raggiunge il punto di ebollizione. Questo dipende da tre parametri:

1. Il punto di ebollizione del fluido stesso.
2. La pressione nel liquido.
3. La temperatura del liquido.

Questi tre parametri si influenzano a vicenda. Di seguito sono riportati i motivi per cui è possibile raggiungere il punto di ebollizione in un impianto di raffreddamento del motore. Spesso, diversi motivi portano al raggiungimento del punto di ebollizione e alla cavitazione.

Raggiungere il punto di ebollizione con una bassa prepressione nell'impianto di raffreddamento

- Perdite nell'impianto di raffreddamento.
- Tappo del radiatore difettoso o errato - pressione di apertura della valvola di sfiato non corretta.
- Temperatura di esercizio del motore troppo bassa – funzionamento del motore senza termostato o termostato con temperatura di apertura troppo bassa.
- Funzionamento del motore in alta montagna - la pressione ambiente più bassa influisce anche sulla prepressione nell'impianto di raffreddamento.

Raggiungere il punto di ebollizione mediante rapidi movimenti di liquidi e oggetti

- Zone di vuoto locali sui componenti causate dalle vibrazioni dei componenti.
- Zone di vuoto locali a causa dei rapidi movimenti dei componenti nei liquidi, in particolare nelle ruote della pompa e nelle eliche.
- Elevate velocità di flusso dei liquidi, associate a forti variazioni nella direzione del flusso o all'inversione del flusso. Se la velocità del flusso diventa così alta che la pressione statica scende al di sotto della pressione di evaporazione del liquido, si formano bolle di vapore.

Il punto di ebollizione del liquido di raffreddamento è troppo basso

- Uso di acqua normale senza additivi di raffreddamento.
- Liquido di raffreddamento non idoneo (concentrazione troppo bassa, liquido di raffreddamento obsoleto). Vedere anche la sezione “1.9 Liquido di raffreddamento”.

Raggiungimento del punto di ebollizione a causa della temperatura del componente troppo elevata

Il sovraccarico del motore o i guasti nel processo di combustione generano più calore del previsto.

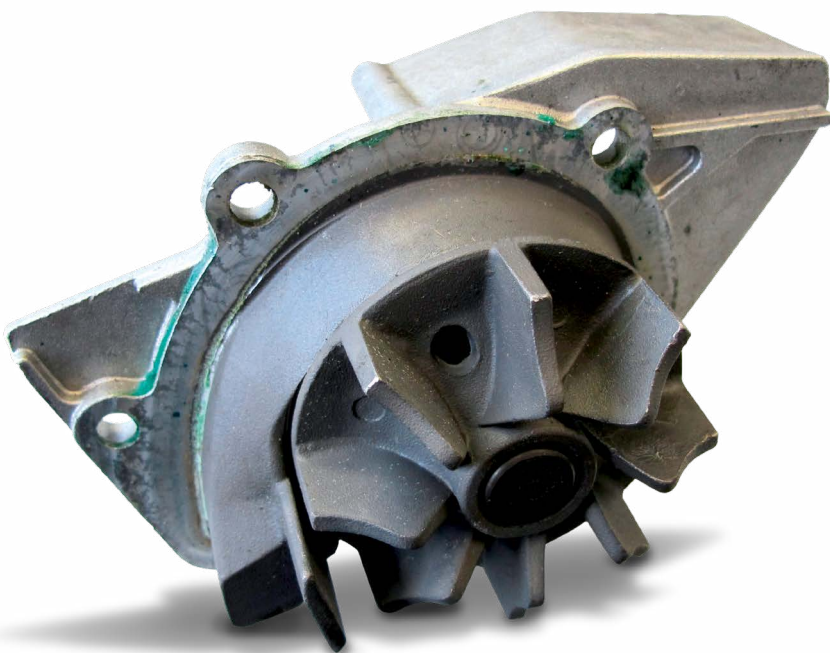
Guasto nell'impianto di raffreddamento, ad esempio mancanza di liquido di raffreddamento, radiatori ostruiti, radiatori sporchi all'esterno, giunti viscosi difettosi, cinghie di trasmissione usurate, guasto della ventola di raffreddamento elettrica, ecc.

3.4 CORROSIONE

La corrosione rilascia particelle solide dalle superfici del sistema di raffreddamento. Le particelle passano tra la tenuta meccanica della pompa dell'acqua. La tenuta meccanica perde a causa dell'usura abrasiva. La corrosione sulle superfici interne della pompa dell'acqua indica che il liquido di raffreddamento utilizzato non è adeguatamente protetto dalla corrosione.

Cause della corrosione:

- Liquido di raffreddamento errato, corrosivo, obsoleto o inappropriato.
- Uso di acqua come liquido di raffreddamento (senza additivo di raffreddamento).
- Perdite dalla guarnizione della testata: Gas di combustione aggressivi quali anidride carbonica (CO_2) e composti di zolfo (H_2SO_3) entrare nell'impianto di raffreddamento e portare all'acidificazione del liquido di raffreddamento e alla degradazione delle sostanze anticorrosione.
- Riduzione dell'effetto di protezione anticorrosione del liquido di raffreddamento mescolando liquidi di raffreddamento di diversa composizione (vedere la sezione "1.9 Liquido di raffreddamento").



Il liquido di raffreddamento inadeguato ha causato corrosione e perdite



La reazione alcalina del liquido di raffreddamento provoca un normale scolorimento grigio delle parti in alluminio. Tuttavia, le superfici grigie non devono presentare depositi allentati (fango o polvere in condizioni asciutte) (campione di dita). In questo caso, ciò indica che non si tratta della reazione alcalina del liquido di raffreddamento, ma di una corrosione del materiale. I solidi staccati che ne risultano contaminano il liquido di raffreddamento e causano l'usura abrasiva della guarnizione meccanica.



TRASFERIMENTO DI KNOW-HOW CONSULENZA DI ESPERTI

FORMAZIONE A LIVELLO GLOBALE

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

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

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

 **YouTube**

PRODOTTI IN DETTAGLIO ONLINE

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

ONLINESHOP

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

NOTIZIE

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

INFORMAZIONI PERSONALIZZATE

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

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

MOTORSERVICE APP

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

www.rheinmetall.com

© MS Motorservice International GmbH – 50003 701-05 – IT – 05/15 (082023)

