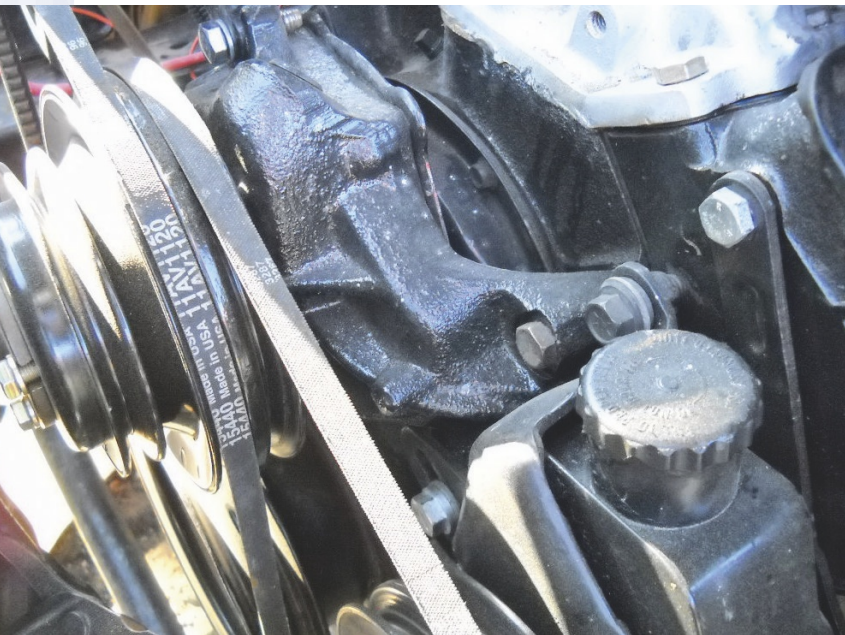


INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE DELLE CINGHIE DI TRASMISSIONE

L'installazione e la manutenzione preventiva e la sorveglianza delle cinghie trapezoidali inserite negli organi di trasmissione dei sistemi HVAC necessitano dei giusti accorgimenti per un corretto funzionamento.



La trasmissione di potenza con cinghie trapezoidali offre un ottimo rapporto prezzo/prestazioni e per questo è di norma preferita a quella a catena o ingranaggi in quasi tutte le macchine HVAC. Considerata a ragione un meccanismo sicuro e in genere poco problematico, diventa a sua volta critica quando gli operatori tendono a trascurare le operazioni di sorveglianza e controllo. Difatti come per tutte le apparecchiature di movimento, anche la trasmissione con cinghie trapezoidali è comunque soggetta a problematiche e criticità, che se sottovalutate possono addirittura diventare un punto debole dell'intero impianto HVAC.

Tra i diversi problemi riscontrabili, ve ne sono alcuni facilmente evitabili sia in sede di installazione che di manutenzione. Tra questi va indicato il sovratensionamento che riduce non solo la vita delle cinghie trapezoidali, ma anche quella delle pulegge, del motore elettrico e dei cuscinetti dell'apparecchiatura movimentata.

In casi estremi, potrebbe persino arrivare a piegare o a causare la rottura dell'albero motore. Purtroppo, in occasione di (eventuali) guasti prematuri causati da un eccessivo carico radiale attribuito ad un eccesso di tensionamento delle cinghie, agli operatori spesso suggeriscono di sostituire i cuscinetti a sfere con cuscinetti a rulli, anziché a pensare di reimpostare la tensione delle cinghie al valore corretto.

L'articolo vuole fornire di seguito una serie di suggerimenti e procedure al fine di assicurare un funzionamento affidabile di tutti i componenti del sistema di azionamento, fornendo dei suggerimenti per l'installazione, il tensionamento e la risoluzione dei problemi derivati da un uso non corretto delle cinghie trapezoidali.

Installazione e tensionamento

Uno dei principali timori causati dalla trasmissione con le cinghie trapezoidali è la possibilità di incorrere in scivolamenti e rumori stridenti, modo per cui gli installatori spesso aumentano eccessivamente già durante l'installazione la tensione di funzionamento della cinghia. In questo modo, si è sicuri di eliminare da subito l'eventuale rumore provocato dalle cinghie e soprattutto si evitano i probabili viaggi di controllo e verifica dell'unità (sopralluoghi che di norma comprendono lo spegnimento dell'unità, la rimozione dei coperchi di protezione, l'allentamento dei supporti del motore, il probabile ritensionamento delle cinghie, e il successivo e finale riassetto). Questo modo di procedere può comportare tuttavia un aumento dei costi di servizio, sia per la probabile riduzione di vita dei componenti della trasmissione (compresi in alcuni casi possibili disastrosi guasti), sia per l'inattività non programmata dell'apparecchiatura e le conseguenti, e certe, perdite di produzione.

Va detto inoltre che la tensione della cinghia al montaggio o l'allungamento iniziale non rimangono costanti durante il servizio. Le cinghie si rodano e presentano un allungamento variabile durante la loro vita utile.

In generale dunque, il modo corretto per regolare la trasmissione delle cinghie trapezoidali è quello di impostare un primo step di sovratensionamento e quindi "aggiustare" nuovamente la tensione dopo un breve periodo di funzionamento.

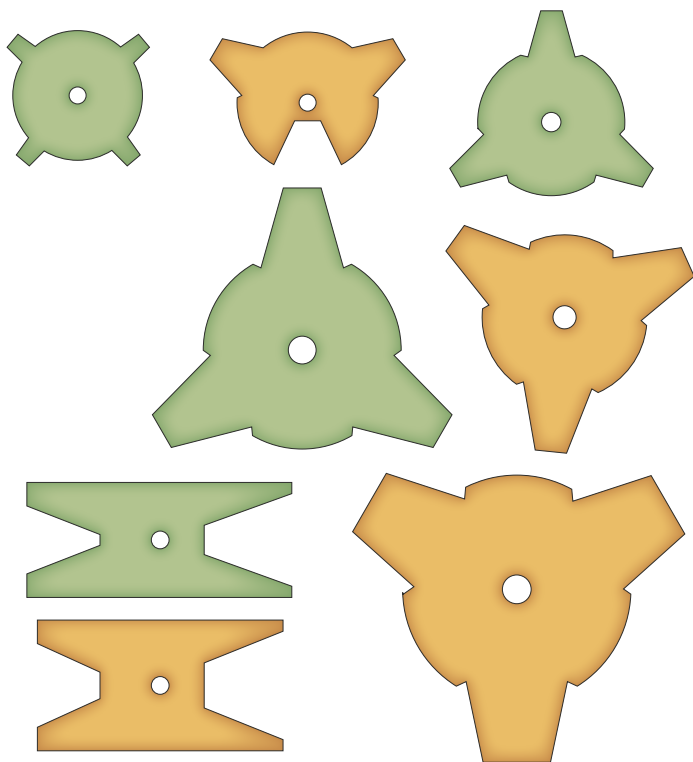


Fig. 1 - Tipologia di calibri per cinghie e pulegge.

L'installazione corretta

In primis bisogna assicurarsi di mettere fuori servizio gli organi di trasmissione, fermando innanzitutto il motore in modo poi che tutte le operazioni manutentive aderiscano strettamente alle procedure di manutenzione lockout-tagout (LOTO) ed alle altre normative sulla sicurezza sui posti di lavoro. Va inoltre controllato che la trasmissione a cinghia non possa ruotare (ad esempio, evitando tramite una serranda di non ritorno che il flusso dell'aria azioni la rotazione inversa del ventilatore), così come per i volani, gli ingranaggi e le frizioni, elementi di moto questi che possano trovarsi a muovere accidentalmente.

Durante l'ispezione di una trasmissione in movimento è ovviamente tassativo non toccare mai né la cinghia né le pulegge.

Di seguito deve essere rimossa la protezione (carter) della puleggia, diminuita la tensione della cinghia, allentato il motore dai supporti di sostegno, operazioni solo dopo le quali diviene possibile rimuovere la cinghia (bisogna comunque stare attenti di non fare leva con la cinghia, in quanto questa operazione potrebbe danneggiare la puleggia). Si dovrà inoltre controllare che il carter sia integro e ben fissato alla macchina, che le griglie di ventilazione non siano ostruite o viceversa ripulirlo dalla sporcizia accumulata. L'accumulo di materiali sul carter farebbe da isolante e potrebbe provocare il surriscaldamento della trasmissione.

Controllare poi sempre la protezione dal fenomeno di usura o di danni, e prendere evidenza di qualsiasi prova di contatto della cinghia nel suo interno. Pulire e riparare la protezione, se necessario, in preparazione del riposizionamento.

Controllare che le pulegge e le cinghie siano prive di sporcizia e di segni di usura e/o danneggiamento (es. l'usura può essere provocata

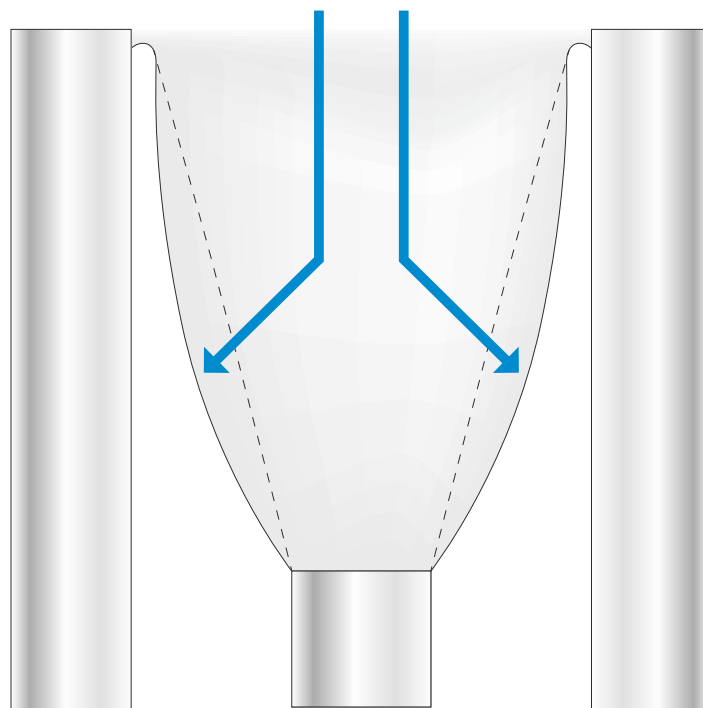


Fig. 2 - Puleggia usurata: deformazione della forma concava della scanalatura.

dai materiali abrasivi, eventuali crepe o fratture della puleggia, e tagli nelle cinghie). Conviene così inoltre marcare la cinghia (oppure una delle cinghie su una trasmissione multipla) e girare la trasmissione. Ispezionare le cinghie sull'intera lunghezza e cercare incrinature, rotture o altri segni di usura insolita. Se necessario, pulire da olio, grasso, ruggine o altre contaminazioni le scanalature della puleggia. Perdite significative di oli o grassi che vanno a diretto contatto con la gomma, possono causarne il rigonfiamento, se le quantità di lubrificante sono tali da impregnarla completamente e costantemente. Questo porta inevitabilmente ad una prematura rottura della cinghia. Misurare l'usura della puleggia e della cinghia usando i calibri per puleggia e cinghia messi a disposizione dai produttori (figura 1). Sostituire sempre insieme tutte le cinghie consumate della trasmissione e non singolarmente. Cambiare le pulegge che risultano consumate per più di 1,5 mm lungo un lato della loro scanalatura interna. Le scanalature della puleggia che risultano deformate dalla naturale forma concava (figura 2) perdono la presa di potenza, causando lo slittamento e lo stridio delle cinghie.

Assicurarsi che le cinghie trapezoidali da utilizzare siano composte da un unico set fornito dallo stesso costruttore, e che siano state conservate in un ambiente pulito, fresco (inferiore ai 30 °C), con valori di umidità relativa non troppo elevati (minore del 70%). Controllare sia che il motore e il driver, oltre alle pulegge, siano stati classificati in funzione della sezione trasversale della cinghia (ad esempio, B, C, 5V, 8V). Confrontare i profili di sezione della cinghia con l'apposito calibro per confermare le dimensioni, in particolare per le sezioni 5L e B, che hanno la stessa altezza e larghezza.

Allentare i supporti del motore e la regolazione della tensione della cinghia, lasciando scivolare le nuove cinghie sulle pulegge, inseren-

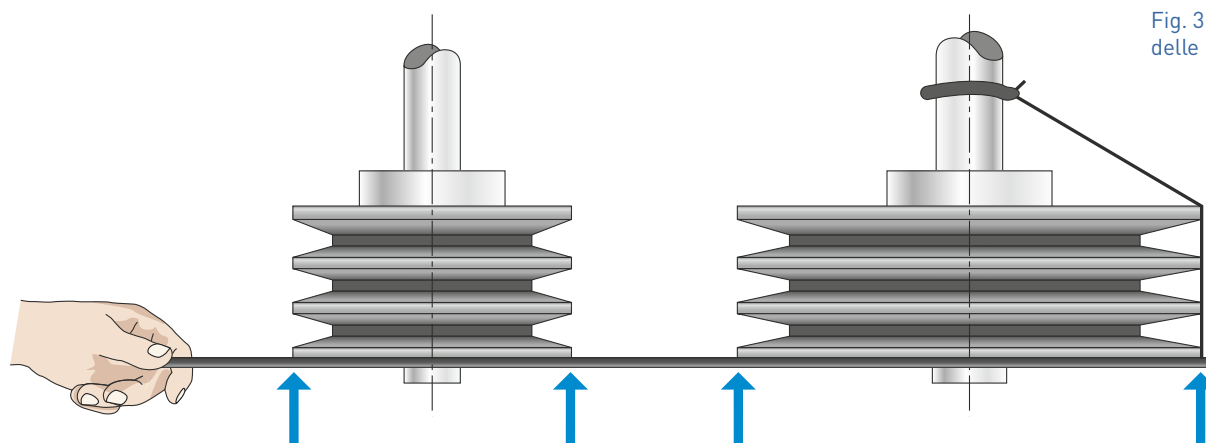


Fig. 3 - Allineamento delle pulegge con filo.

dole nelle scanalature senza forzature. Come detto utilizzare utensili leva come dispositivi per inserire le cinghie potrebbe danneggiare le pulegge e le cinghie.

Regolare la tensione della puleggia del motore spostando il motore sulla sua base fino a quando le cinghie risultino ben aderenti.

Controllare l'allineamento delle pulegge del motore con le pulegge condotte con l'apposito regolo, filo o attraverso un allineamento laser.

Se si utilizza un regolo o filo, appoggiare la riga o il filo contro il lato liscio della prima puleggia e della seconda. L'eventuale disallineamento sarà indicato da uno spazio fra il lato della puleggia e la riga.

Verificare che la distanza fra il fianco della gola ed il bordo esterno, sia uguale per le due pulegge. È possibile controllare con una livella se le pulegge non sono inclinate ed assicurarsi che siano in contatto con le facce esterne delle due pulegge senza fessure tra il regolo o stringa e la faccia puleggia (figura 3).

Un disallineamento con un'angolarità superiore a 0,5° può ridurre la durata della cinghia trapezoidale. Assicurarsi inoltre che lo spessore dei bordi delle pulegge siano identici. Cioè, misurare per ogni puleggia la distanza esterna della parte superiore (diametro esterno) della scanalatura.

Se le distanze non sono uguali, ripetere il controllo sulla parte interna della puleggia. Allinearle dunque il lato che ha i bordi di uguale spessore.

Un allineatore laser può essere utilizzato anche per correggere con precisione il disallineamento della puleggia. L'unità di base laser (trasmettitore) proietta un fascio laser sottile di luce su il riflettore della puleggia opposta, indicando l'offset e l'angolo verticale di disalli-

neamento. Il fascio viene quindi riflesso verso l'unità base, indicando l'angolo orizzontale di disallineamento.

Alcuni allineatori utilizzano più riflettori, fornendo un'indicazione precisa (i fasci di ritorno sovrapposti si concentrano in un unico punto di luce sul lato trasmettitore) quando l'allineamento è raggiunto.

Impostare la tensione della cinghia. La tensione corretta è la tensione più bassa che impedisce alla cinghia trapezoidale di scivolare sotto la massima condizione di carico. Come detto un'eccessiva sovratensione accorcia la vita media della cinghia, della puleggia, e dei cuscinetti e può anche piegare o provocare la rottura dell'albero.

Una procedura corretta per ottenere la giusta tensione della cinghia trapezoidale viene di seguito indicata:

- misurare la lunghezza tra gli interassi degli alberi (cioè, l'asse delle pulegge), del motore e dell'unità movimentata (LS) e dividere per 64 in modo da poter ottenere la corretta deflessione (DA) come mostrato nella figura 4;

- determinare la forza di deflessione della cinghia dalla tabella indicata nel catalogo del produttore. Queste tabelle elencano una serie di carichi di deflessione i quali il valore minimo, quello di una nuova cinghia, e quello di tensionamento, tutti per sezioni delle cinghie differenti (tabella 1);

- collocare un tester di tensione della cinghia (figura 5) sulla parte superiore della cinghia e al centro della campata e premere per ottenere il valore desiderato DA. Confrontare la forza di deflessione misurata con il valore appropriato ("minimo", "nuova cinghia," o

TAB.1 FORZA DI DEFLESSIONE DELLA CINGHIA IN FUNZIONE DEL TIPO SEZIONE.

TIPO DI CINGHIA	TIPO SEZIONE DELLA CINGHIA	MINIMO DIAMETRO DELLA PULEGGIA (cm)	FORZA DI DEFLESSIONE RACCOMANDATA (N)		
			MINIMO	NUOVA CINGHIA	RITENSIONE
CINGHIA CONVENZIONALE E CINGHIA A FASCI	A	- 7,6	10,6	16	13,8
		7.9 - 10,1	12,4	18,7	16
		10,4 - 12,7	15,6	23,1	20,5
		12.9 -	18,2	27,1	23,6
	B	- 11,7	21,8	32,5	28,5
		11,9 - 14,2	25,8	38,7	33,4
		14,5 - 17,8	27,6	41,4	36
		18	30,2	44,5	39,1

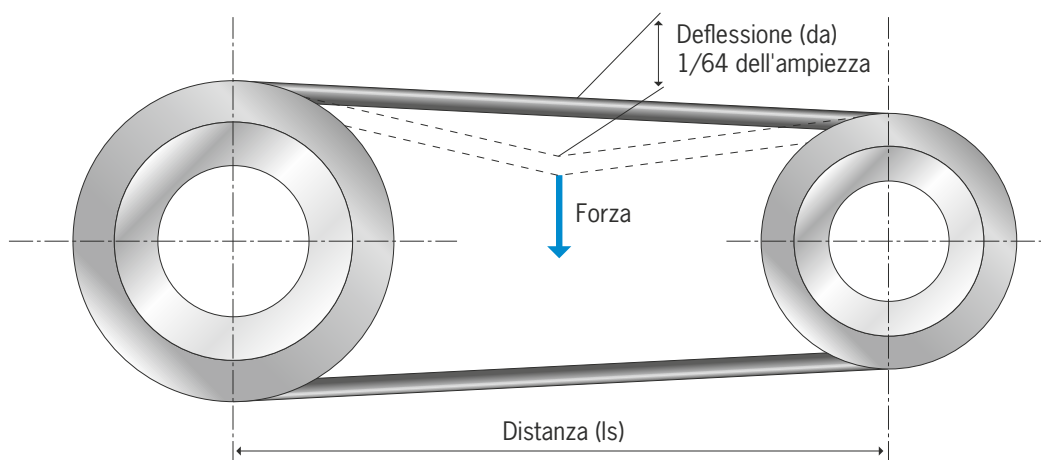


Fig. 4 - Distanza tra gli assi delle pulegge LS e la deflessione DA della cinghia.

“di tensionamento”) indicato nella tabella del fornitore. Regolare e testare nuovamente la tensione della cinghia trapezoidale come necessario per ottenere una nuova forza deflessione corrispondente. Un semplice esempio dimostra come determinare una nuova sezione A della cinghia che verrà utilizzata con una puleggia un piccolo diametro di 12 cm circa ed ha una lunghezza misurata di campata (LS) di 61 cm:

- il grado di deflessione della cinghia risulta pari a $(DA) = LS / 64$ o $61/64 = 9,5$ mm;

- dalla tabella 1 si estrapola il valore di forza di flessione consigliato per la nuova cinghia e si ottiene il valore di 23 N;

- il tester di tensione deve così indicare circa 23 N quando la parte superiore di ciascuna cinghia viene compressa di 9,5 mm.

La formula per determinare la deflessione della cinghia è adimensionale, quindi la quantità della deflessione della cinghia nelle unità metriche rimane $AD = LS / 64$.

Sul mercato sono presenti nuove tecnologie per l'impostazione della tensione della cinghia che includono tensiometri sonici e la termografia a infrarossi. I tensiometri sonici analizzano le onde sonore prodotte dalle vibrazioni di una cinghia. Dato che una cinghia vibra ad una determinata frequenza, dipendente dalla tensione, dalla massa e dalla lunghezza libera (fra le pulegge) della cinghia, il tensiometro traduce questa frequenza in un valore di tensione.

La tensione corretta provoca la vibrazione della cinghia con relativo emissione di un suono ad una frequenza specifica.

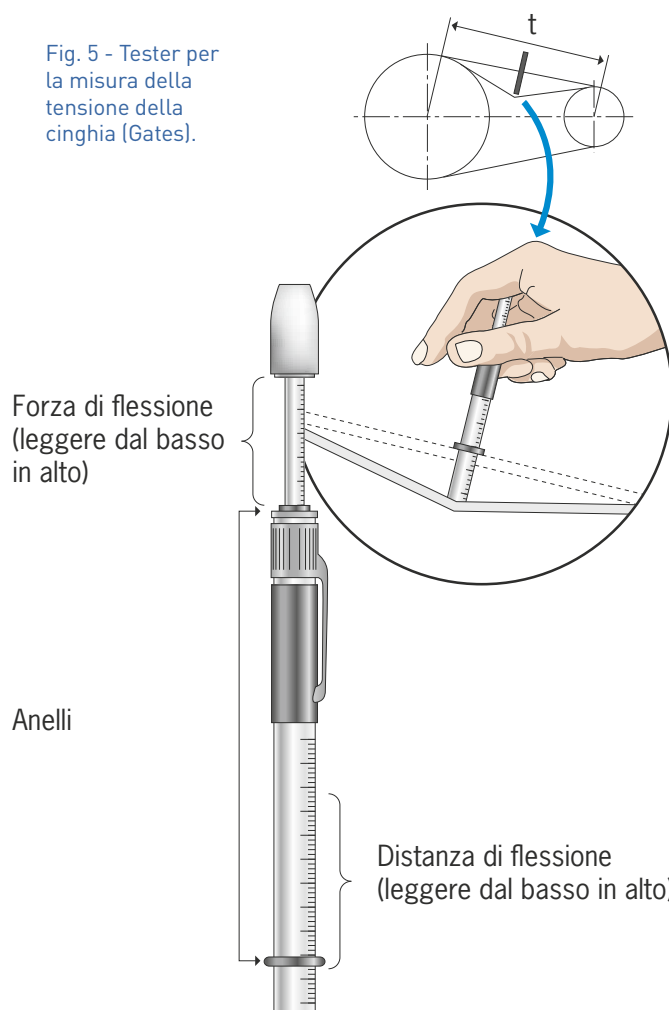
Quando il nastro viene sfruttato anche manualmente, il misuratore rileva la frequenza di vibrazione e visualizza la forza associata a tale frequenza. La tensione viene quindi regolata per ottenere il valore della forza corretto.

A differenza dei tensiometri sonici, i tensiometri convenzionali misurano la forza di flessione. Un tensiometro singolo misura fino a ± 120 N, mentre un tensiometro doppio fino a ± 300 N. Entrambi i tensiometri dispongono di una molla calibrata con due scale: una per misurare la flessione e l'altra per misurare la forza applicata.

La termografia ad infrarossi può essere anch'essa utile per regolare la tensione della cinghia. Dal momento che le cinghie risultano surriscaldate se stanno scivolando o troppo in tensione, questa tecnologia può essere utilizzata per “ottimizzare” la tensione della cinghia ricercando una temperatura minore.

Stringere di nuovo i bulloni dei supporti del motore e quindi verificare

Fig. 5 - Tester per la misura della tensione della cinghia (Gates).



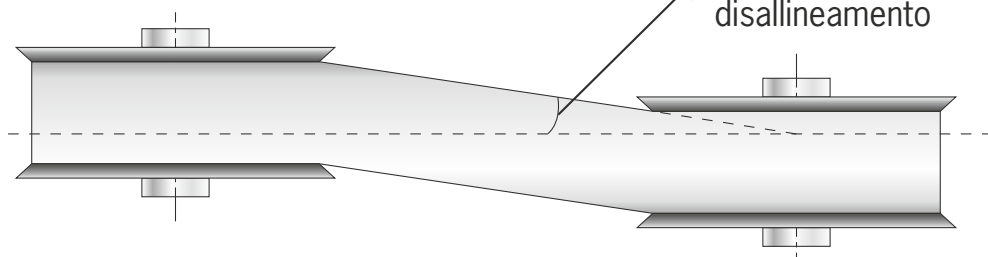
Leggere la misura al di sotto dell'anello.
Rimettere l'anello sulla posizione zero per un nuovo utilizzo.

nuovamente la tensione; questa infatti può modificarsi quando i bulloni vengono riavvitati.

Riposizionare le protezioni della cinghia e verificare che il motore sia sicuro nella propria sede.

Avviare il motore, osservare il funzionamento della trasmissione, e ascoltare eventuali rumori anomali; se possibile, controllare le eventuali vibrazioni e la temperatura dei cuscinetti del motore e dell'unità azionata. L'elasticità delle nuove cinghie, e di conseguenza la tensione

Disallineamento parallelo



Disallineamento angolare

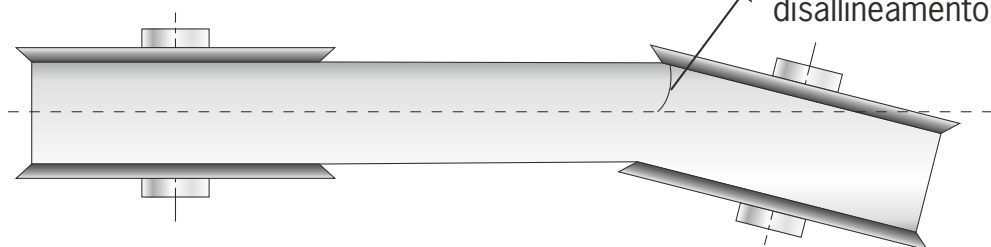


Fig. 6 - Angolo di disallineamento delle pulegge.

diminuirà dopo l'installazione iniziale. Pertanto, bisogna regolare nuovamente la tensione dopo circa 24 ore dall'inizio del funzionamento, utilizzando come forza di tensionamento quella indicata dalle tabelle fornite dai produttori. Periodicamente (almeno ogni sei/dodici mesi) controllare la forza di deflessione e regolare la tensione della cinghia se risulta inferiore al minimo o superiore al valore di tensionamento. Per le cinghie con sezioni A riportate nell'esempio, se le misure con il tensiometro della forza di deflessione risulta minore del minimo di 16 N dopo 24 ore di funzionamento, il valore della tensione deve essere ripristinato al valore tensionamento di 21 N come indicato nella tabella 1. (si noti che questo valore è inferiore al nuovo grado di tensione della cinghia di 24 N).

Problemi e soluzioni

Di norma i guasti prematuri nei cuscinetti del motore e dell'unità azionata, e su questa le conseguenti rotture degli alberi in prossimità dei cuscinetti di spalla, sono comunemente associati con il sovratensionamento delle cinghie di trasmissione, ma viceversa molti altri tipi di guasti possono portare al medesimo risultato. Tuttavia il focus dell'articolo rimane quello di valutare i problemi di azionamento della cinghia trapezoidale e le relative soluzioni associate all'uso di cinghie sovratensionate.

Pulegge usurate o danneggiate

Queste condizioni possono provocare lo slittamento della cinghia, una rapida usura della cinghia, e innescare eventualmente delle vibrazioni. Pulegge molto usurate costringono spesso al sovratensionamento della cinghia al fine di evitarne lo slittamento. La stessa puleggia in queste condizioni può surriscaldarsi, sovraccaricando il motore e i cuscinetti dell'unità. Quando alcune scanalature della puleggia risultano più consumate di altre, le cinghie possono apparire inoltre non corrispondenti. Questo può anche generare una "trasmissione differenziale", dove non tutte le cinghie "portano" lo stesso carico (stress).

Pulegge disallineate

Questo problema può causare vibrazioni, un'usura rapida e irregolare dei fianchi della cinghia trapezoidale e delle pareti della scanalatura della puleggia, accorciando sensibilmente la durata di cinghie e pulegge.

Il disallineamento può anche condurre alla separazione di bandelle e sfilamenti della cinghia, o un'apparente differenziazione delle singole cinghie nella trasmissione con più cinghie. L'allineamento tra le pulegge e la cinghia trapezoidale dovrebbe rimanere all'interno di una tolleranza di 5 mm per metro dall'asse di azionamento in qualsiasi direzione o per tutti le angolazioni orizzontali, verticali, o parallele (figura 6).

Tensione della cinghia insufficiente

Questa condizione è la principale causa dello slittamento della cinghia trapezoidale.

Lo stridire della cinghia sotto carico indica spesso una tensione insufficiente, anche se il fenomeno all'avvio può essere normale. In entrambi i casi, la procedura è di controllare la tensione della cinghia come spiegato al punto 8.

Le cinghie trapezoidali non sempre generano stridii quando stanno slittando, e quindi a volte il problema passa inosservato. Oltre allo stridire delle cinghie, un'altra elemento utile per confermare lo slittamento della cinghia è l'accumulo di una cintura di "polvere" nella parte inferiore del carter della cinghia. Lo slittamento della cinghia può essere altresì confermata mediante la scansione delle scanalature della puleggia con una termocamera a raggi infrarossi. (Questo può essere fatto quando la macchina è in funzione, se le scanalature sono visibili all'interno del carter contenete la cinghia.) Se si verifica lo slittamento, la temperatura del solco sarà maggiore di almeno 20 °C la temperatura ambiente.

Per quanto riguarda la temperatura della cinghia, ci sono due fattori da considerare. Il primo è che i test hanno scoperto che ogni aumen-

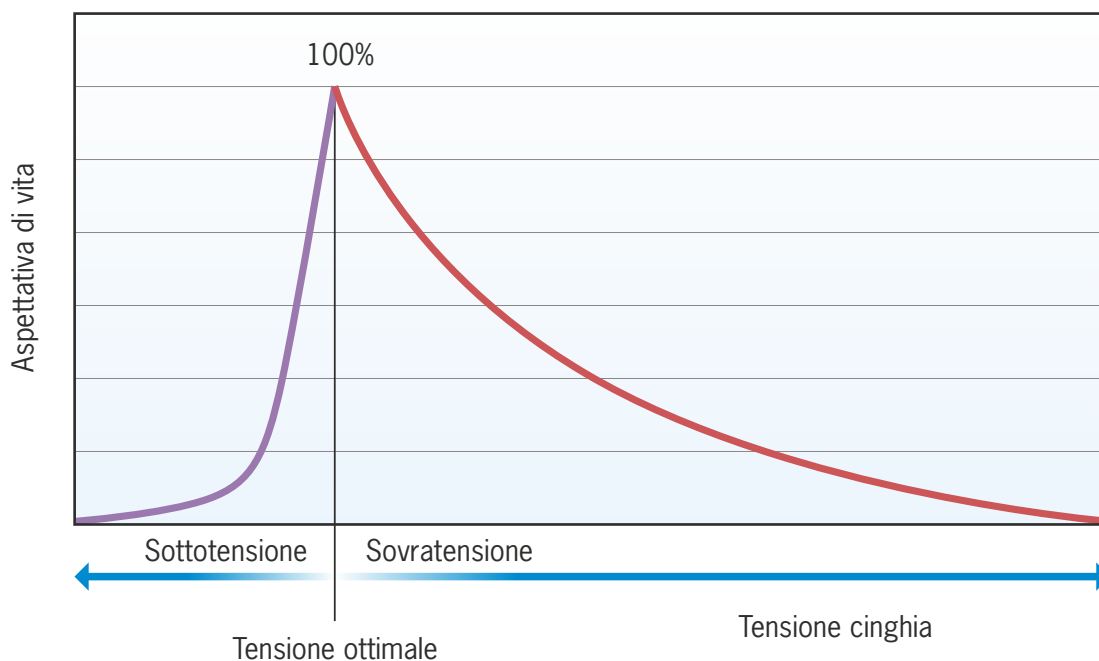


Fig. 7 - Effetti di una tensione insufficiente e di sovratensione sulla durata della cinghia.

to della temperatura di 10 °C fa corrispondere un dimezzamento della vita di servizio della cinghia trapezoidale. Il secondo fattore è che la vita della cinghia trapezoidale diminuisce poi rapidamente quando la temperatura supera i 60 °C o gli 85 °C per le cinghie sincrone. Le cinghie costrette a lavorare con temperature di questo valore tendono ad indurirsi e a sviluppare crepe dal fondo della cinghia verso l'alto.

Non utilizzare sostanze "belt dressing" (ricondizionatori ed antislittanti) per ridurre o eliminare lo stridio delle cinghie. Tali composti trattano il sintomo e non la causa del problema, inoltre sono di solito costituiti da derivati del petrolio che possono deteriorare i materiali con cui è realizzata la cinghia.

Eccessiva tensione della cinghia

Questa situazione può risultare ancora più critica di una tensione insufficiente, in quanto danneggia non solo cinghie trapezoidali, ma anche cuscinetti ed alberi (figura 7). In pratica è sempre consigliabile impostare la tensione della cinghia alla forza di deflessione prescritta dal produttore. Possibili indicazioni di una tensione della cinghia eccessiva si riscontrano in:

- ripetute rotture della cinghia;
- eccessivo riscaldamento del motore e dei cuscinetti dell'apparecchiatura azionata;
- eccessive vibrazioni;
- inclinazioni, piegature o addirittura rotture dell'albero.

Cinghie non corrispondenti

Pare banale dirlo ma le cinghie utilizzate dovrebbero essere dello stesso tipo e soprattutto fornite dallo stesso produttore.

Lo stesso discorso vale per cinghie non corrispondenti, che sono per loro natura intrinsecamente diverse.

Sebbene tutti i produttori di cinghie utilizzano sistemi di numerazione simili, marche diverse con lo stesso numero avranno dimensioni

leggermente diverse e pertanto non devono essere combinati in un set. A causa di queste (anche piccole) differenze costruttive, l'elasticità e lo scorrimento nelle scanalature della puleggia risultano differenti. I produttori delle cinghie trapezoidali confermano che la maggior parte delle lamentele derivate dall'uso di cinghie non corrispondenti, in realtà sono provocate da altre cause, come il disallineamento e pulegge usurate.

Quindi prima di prendere in considerazione questi fattori, conviene approfondire per bene questi aspetti.

Trasmissione rumorosa

Quando in genere una trasmissione di potenza a cinghia risulta eccessivamente rumorosa, le cinghie trapezoidali diventano il sospettato principale. Per determinare se le cinghie sono realmente la fonte della rumorosità, conviene spargere dell'acqua saponata sulle cinghie con l'unità in funzione. Se il rumore scompare o diminuisce, le cinghie sono indicate di essere almeno una parte del problema. Se lo stesso rumore rimane invece invariato dopo questa operazione, il problema deve essere probabilmente associato con altri componenti di azionamento.

Conclusioni

La procedura di tensionamento e di risoluzione dei problemi per trasmissioni a cinghia trapezoidale indicate consentono un funzionamento più affidabile e longevo delle cinghie e apparecchiature collegate, compresi i motori. Inoltre le stesse procedure assicurano un minor numero di guasti e dei relativi tempi di inattività delle macchine osservate. ■

© RIPRODUZIONE RISERVATA

Bibliografia

Reliable V-Belt Drive Operation – Thomas Bishop, Engineered System - Giugno 2017, USA