

Componenti versatili con alto potere di tenuta

Tra i più semplici componenti nell'ambito della trasmissione di potenza, i collari per albero vengono spesso sottovalutati. Eppure, l'importanza dei collari per albero è dimostrata dal loro diffusissimo utilizzo. I collari per albero vengono impiegati pressoché in tutte le apparecchiature e il loro campo di utilizzo è molto più ampio di quanto si possa immaginare. Come elementi autonomi vengono utilizzati in diverse applicazioni, per esempio, come arresti meccanici, unità di posizionamento di componenti e superfici reggispinta di cuscinetti, ma sono spesso usati anche come accessori di altri componenti per creare gruppi meccanici rivolti a diversi tipi di dispositivi per la trasmissione di potenza come motori e scatole di riduzione.

» William Hewitson,
Direttore tecnico e di produzione,
Ruland Manufacturing Co., Inc.

I primi collari prodotti in serie furono principalmente utilizzati nelle trasmissioni ad albero delle prime fabbriche. Si trattava di collari ad anello rigidi con grani di fissaggio a testa quadra che sporgevano dal collare. Questo tipo di collare era considerato molto pericoloso poiché nelle applicazioni in cui il collare doveva ruotare, la testa della vite poteva impigliarsi nell'abbigliamento degli operai e trascinarli nella macchina. Non si registrarono molti miglioramenti fino ai primi del 1900 quando Howard T. Hallowell, fondatore della nota azienda produttrice di elementi di fissaggio SPS Technologies, ideò il primo collare con grani di fissaggio a testa incassata. Il suo "collare sicuro" fu assegnatario di un brevetto che divenne presto il punto di riferimento per il settore e, col tempo, fu copiato dalla concorrenza. L'invenzione spalancò le porte all'industria delle viti a testa incassata nella quale SPS Technologies è ancora ritenuta una delle aziende leader mondiali. I collari



con fissaggio a grani traggono tutto il loro potere di tenuta dalla vite che si blocca sull'albero. Il potere di tenuta sviluppato dipende principalmente dal materiale e dalle condizioni dell'albero su cui si monta il collare. Perché un collare con grani di fissaggio raggiunga il massimo potere di te-

nutta, l'albero deve essere di un materiale più soffice di quello della vite. Tale condizione consente alla punta della vite di segnare l'albero mantenendo vite e collare nella posizione di montaggio sotto carichi di coppia e carichi assiali, evitando lo scioglimento lungo l'albero. Sfortunatamen-

te, però, questa situazione provoca danni all'albero, controproducenti sia da un punto di vista funzionale sia estetico. L'impatto della vite provoca la fuoriuscita di materiale intorno alla sua estremità, producendo bavature sulla superficie dell'albero. Il materiale sollevato rende difficoltosa la rimozione del collare dall'albero in caso di sostituzioni o regolazioni. Anche le minime regolazioni angolari e laterali risultano impossibili, poiché la punta della vite viene costantemente riportata al centro dell'incisione iniziale.

Passaggio ai collari a morsetto

Gli originali collari con grani di fissaggio trovano un'alternativa nei collari a morsetto. Non vi è certezza su chi abbia inventato il collare a morsetto, ma Ruland Manufacturing forniva già questi componenti per i dispositivi di puntamento e gli strumenti di guida bellici durante la Seconda Guerra Mondiale. Questi strumenti squisitamente meccanici si componevano di riduttori di precisione, differenziali, giunti e collari, combinati a motori elettrici selsyn, trasduttori di posizione angolare, potenziometri di precisione e una matassa di componenti elettronici. A quei tempi, venivano considerati dispositivi altamente tecnologici, da tenere nella massima segretezza, e furono i precursori dei computer analogici. Se al giorno d'oggi sono considerati elementi di uso comune, a quell'epoca i collari a morsetto, insieme ad altri elementi, erano componenti di precisione all'avanguardia necessari per tali dispositivi avanzati.

I collari a morsetto risolvono molti dei problemi tipici dei vecchi collari ad anello rigido. Sono disponibili in due versioni: a uno o a due pezzi. Per entrambi i tipi vengono utilizzate viti a testa cilindrica a esagono incassato per esercitare la forza di compressione necessaria a chiudere il collare sull'albero. L'assenza di grani di fissaggio in questo tipo di collare produce il risultato di non

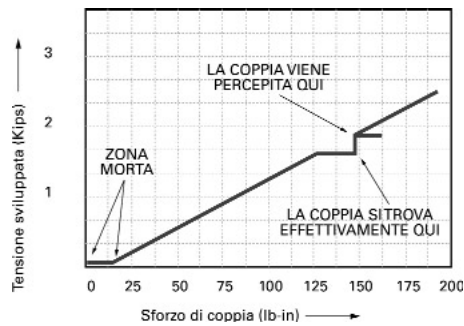


Grafico degli effetti dell'avanzamento a scatti.

danneggiare l'albero. I collari sono, quindi, più facili da rimuovere e infinitamente regolabili. Inoltre, le prestazioni dei collari sono migliori su tutti i tipi di albero. Poiché il potere di tenuta non è legato alla pressione della vite, il materiale dell'albero non ha più tanta influenza sulle prestazioni del collare. Quando si serra la vite del morsetto, il collare viene premuto contro l'albero con una distribuzione pressoché uniforme di forze sulla circonferenza dello stesso, anziché creare una concentrazione di forza solamente su due punti diametralmente opposti, come farebbero i collari con grani di fissaggio. Ciò produce una forza di tenuta pressoché doppia rispetto ai collari tradizionali, a seconda delle dimensioni e dello stato dell'albero. Benché i collari a morsetto abbiano una resa piuttosto uniforme a carichi relativamente costanti, i carichi d'urto possono far spostare la posizione del collare sull'albero. Ciò è do-

vuto alle energiche forze che pur una massa relativamente piccola è in grado di creare in caso di urto, come nel caso di un martello che batte su un chiodo, se confrontate con un carico applicato in modo statico o graduale. Opzionalmente, per applicazioni che devono sopportare questo tipo di carico, è possibile praticare sull'albero un sottosquadro e utilizzare un collare a morsetto a due pezzi per creare una battuta fissa più resistente ai carichi d'urto. Questo criterio dimostra i reali vantaggi di un design a due pezzi. Oltre ad avere un potere di tenuta leggermente superiore alla struttura a un pezzo (dovuto al fatto che parte della coppia di chiusura dei collari a un pezzo viene persa per avvolgere il collare intorno all'albero, mentre i collari a due pezzi sfruttano tutta la coppia di chiusura per applicare la presa intorno all'albero), i collari a due pezzi presentano un vantaggio unico in fase di installazione e montaggio. Se i collari con grani di fissaggio e i collari a morsetto a un pezzo devono essere fatti scorrere sull'albero, i collari a due pezzi possono essere smontati e rimontati senza dover necessariamente rimuovere altri componenti presenti sull'albero. Nel caso degli alberi con sottosquadro, i collari a un pezzo dovrebbero essere aperti a forza per essere inizialmente montati sull'albero e, a ogni modo, non sarebbe possibile montare correttamente un collare con grani di fissaggio.

Per garantire un posizionamento più sicuro in presenza di carichi d'urto è anche possibile accoppiare più collari oppure aggiungere un tampone o ammortizzatore. Il maggior numero di collari aumenta la capacità di sopportazione dei carichi grazie a una forza di chiusura superiore dovuta al numero di viti, nonché ai vantaggi sull'attrito legati a una superficie interessata dell'albero più ampia. I collari doppi o ad ampiezza maggiorata offrono gli stessi vantaggi dei gruppi di collari. Gli ammortizzatori assorbono parte del carico d'urto e possono contribuire a ridurre il rumore prodotto dall'impatto.

Collare a morsetto a un pezzo in acciaio con finitura brunita nera.

Collare filettato a due pezzi in acciaio inox.



Applicazioni ed elementi dei collari a morsetto ad alte prestazioni

Benché siano apparentemente componenti semplici, i collari a morsetto adempiono a funzioni fondamentali in qualsiasi apparecchiatura. Perché i collari per albero garantiscano buone prestazioni è necessaria la presenza di alcuni elementi. L'importanza di questi elementi aumenta a seconda della modalità applicativa del collare. Se in determinate applicazioni il potere di tenuta del collare è di primaria importanza, in altre possono ricoprire una rilevanza ancora maggiore fattori come precisione della superficie del collare sull'alesaggio, saldabilità, inerzia, conduttività e resistenza alla corrosione. Le sezioni seguenti illustrano le funzioni principali relativamente al potere di tenuta e all'allineamento, includendo caratteristiche e utilizzi dei collari filettati a morsetto.

Potere di tenuta per mozzi divisi e arresti meccanici

Il potere di tenuta è il primo requisito per i collari utilizzati su mozzi divisi o come arresti meccanici. I mozzi divisi sono utili interfacce per il collegamento di componenti come scatole di riduzione, rocchetti di trazione e giunti per alberi. I collari per albero possono essere utilizzati come morsetti piuttosto economici su un mozzo diviso, benché tali applicazioni siano particolarmente gravose considerando che parte della forza di chiusura deve

essere impiegata per avvolgere il mozzo, riducendo la potenza applicata all'albero. Tale effetto può essere ridotto mantenendo tolleranze molto simili tra albero, mozzo diviso e collare, nonché facendo in modo che lo spessore dei pettini del mozzo diviso sia minimo.

Il potere di tenuta dei collari a morsetto è influenzato da una serie di caratteristiche strutturali e di fabbricazione, quali le dimensioni dell'alesaggio e la concentricità. Ciononostante, molti dei fattori più importanti sono legati alla meccanica fondamentale del potere di tenuta, il quale è una funzione della quantità del momento torcente trasmesso indirettamente all'albero attraverso la forza di attrito con l'alesaggio. Anche le dimensioni e la qualità della vite sono caratteristiche critiche per le prestazioni e, se le dimensioni sono un elemento di facile definizione, le differenze di qualità vengono a volte trascurate in un'epoca in cui le specifiche tecniche delle viti la fanno da padrone. Alcuni degli attributi propri delle migliori viti sono la qualità della filettatura, il carico di rottura del materiale, la tolleranza della geometria e delle dimensioni della testa (perché non vi sia trascinamento da attrito sulla cavità del collare) e bussole forgiate anziché brocciate. Dovendo tenere in considerazione tanti fattori, l'idoneità definitiva delle viti viene determinata in modo empirico e i test presso i banchi di prova Ruland hanno dimostrato una variazione significativa della qualità della vite, così come delle prestazioni,

se utilizzate nei collari per albero. Resistenza del materiale e design del collare sono altri due fattori che influenzano il modo in cui il momento torcente viene tradotto in potere di tenuta del collare. Il materiale deve essere sufficientemente resistente da sopportare il momento torcente consigliato. I materiali di bassa qualità possono rompersi o deformarsi sotto la spinta, portando alla riduzione del potere di tenuta e, occasionalmente, a guasti che possono portare a gravissime conseguenze. Le filettature, la svasatura o le pareti dell'alesaggio possono deformarsi, provocando la generale riduzione delle prestazioni del collare.

Si pensa erroneamente che un diametro esterno più largo renda più resistente il collare. Benché un diametro esterno abbia degli indubbi vantaggi legati al fatto che le viti dei morsetti possono essere incassate nel diametro anziché fuoriuscire, sempre che ne venga incrementata anche la larghezza per consentire l'uso di una vite sporgente più grande, l'aumento del diametro esterno del collare rispetto alla grandezza dell'alesaggio non comporta alcun vantaggio in termini di prestazioni e può provocare la riduzione del potere di tenuta. Ciò è dovuto al fatto che parte del momento torcente viene sfruttato per avvolgere il collare intorno all'albero, prima che ad esso venga applicata la forza residua. Per generare una forza di chiusura aggiuntiva è necessario utilizzare una vite più grande oppure allontanare la vite dall'asse centrale dell'albero per creare un vantaggio meccanico superiore che si traduce in un maggiore potere di tenuta. L'aumento del diametro esterno del collare senza modificare in alcun modo le dimensioni della vite o la sua posizione porta esclusivamente all'instaurarsi di una situazione nella quale il materiale in eccesso deve essere deformato elasticamente prima che all'albero si applichi qualsiasi forza. Alcune forze vengono dissipate comunque, ma possono essere ridotte ed è possibile aumentare il potere di tenuta adottando un diametro esterno del collare non più grande del necessario. È possibile aumentare ulteriormente il potere di tenuta praticando un taglio posteriore opposto al taglio del morsetto nell'alesaggio del collare a morsetto a un

Ruland in breve

Ruland Manufacturing Co., Inc., con sede nel Massachusetts (Stati Uniti), produce componenti di precisione dal 1937 e da allora ha creato una vasta gamma di prodotti, compresa la valvola che ha pressurizzato il modulo della prima passeggiata spaziale degli Americani.

Negli ultimi 40 anni Ruland ha concentrato le sue attenzioni sulla produzione di collari per albero e giunti di elevatissima qualità.

La linea completa di prodotti comprende i collari per albero ed i giunti rigidi nonché una linea completa di giunti di trasmissione del movimento. I giunti e i collari per albero Ruland sono disponibili in Italia grazie alla distribuzione da parte di Getecno Srl di Genova (tel. 010 8356016).



Collari per albero Ruland in versioni, dimensioni e materiali diversi.

pezzo, riducendo così il materiale sul punto di snodo del collare. L'impiego di un collare a due pezzi consente di ridurre ulteriormente la quantità di materiale da piegare e presenta il vantaggio supplementare della presenza di una seconda vite per la trasmissione della coppia; ciononostante, il risultato è l'aumento di solo circa il 2% del potere di tenuta su un collare a morsetto a un pezzo dalla struttura adeguata. Tale ridotto incremento può non valere il costo aggiuntivo del modello a due pezzi, in particolare se vi sono implicazioni nella progettazione e nell'installazione, quali la necessità di accedere a entrambe le viti quando il collare si trova in una schermatura. Benché l'aumento del potere di tenuta non sia molto significativo e la versione a un pezzo sia spesso più comoda, i collari a due pezzi presentano il vantaggio di uno smontaggio e una rimozione sull'albero facilitate, senza la necessità di rimuovere altri componenti. I collari a due pezzi, inoltre, hanno la caratteristica di poter essere bilanciati più facilmente, grazie alle due viti opposte, rispetto ai collari a un pezzo. Il bilanciamento è un'operazione necessaria quando il collare deve ruotare con un alto indice di giri al minuto, come nelle applicazioni con mozzi divisi. Altro fattore cruciale per una buona tenuta del collare è il trattamento delle superfici di contatto del collare e delle viti. I comuni collari per albero sono in acciaio con finitura brunita nera. La finitura brunita nera migliora il serraggio delle viti, ma non riduce significativamente l'attrito dell'alesaggio che porterebbe a un netto aumento del potere di tenuta. Tale aumento può essere ottimizzato combinando la finitura brunita nera a un trattamento mirato della vite utilizzando olio leggero. Altri trattamenti superficiali come quello allo zinco offrono una migliore resistenza alla corrosione rispetto alla finitura brunita, ma tendono a ridurre sensibilmente il potere di tenuta.

La finitura brunita è efficace poiché, in parte, è un composto che previene l'avanzamento a scatti. Per avanzamento a scatti si intende l'erronea impressione che una vite sia stata serrata al corretto grado di sforzo. Anziché notare che la vite ruota uniformemente sotto la forza

di serraggio, vi è un punto, prima di raggiungere i valori conclusivi della coppia, in cui la rotazione uniforme si trasforma in momenti di arresto e avvio. Lo sforzo di trazione sulla vite viene assorbito sotto forma di attrito in eccesso tra le filettature o la parte inferiore della testa e le parti di combaciamento del corpo del morsetto, anziché andare a incrementare lo sforzo degli elementi di giunzione. Se gli sforzi sono ridotti, il collare non avrà una buona tenuta. La condizione di avanzamento a scatti può essere elusiva. Un funzionamento della vite del morsetto "liscio come la seta" durante il serraggio, è la migliore garanzia di assenza dell'avanzamento a scatti. Pertanto, la formulazione corretta della finitura brunita contribuisce a creare tale condizione. I composti antiavanzamento a scatti e altri trattamenti superficiali per le filettature della vite, come quelli allo zinco, al molibdeno o al nylon, alterano le caratteristiche di serraggio della vite. Se si applica alla vite la coppia normale, molto probabilmente si otterrà un serraggio eccessivo del sistema, con il rischio di danneggiare la vite o il sistema stesso, portando alla rottura. Inoltre, la mancata uniformità nell'applicazione di alcuni trattamenti superficiali per la filettatura della vite può rendere incostante la coppia, con la conseguente irregolarità e imprevedibilità del potere di tenuta.

Alta capacità di posizionamento e allineamento di componenti

Accanto al potere di tenuta, un'altra caratteristica fondamentale dei collari per albero è la loro capacità di posizionamento e allinea-



Collare filettato a morsetto a un pezzo in acciaio inox.



Collare diviso a due pezzi, acciaio con finitura brunita nera.



Collare filettato a morsetto a un pezzo, in acciaio con finitura brunita nera.

mento di altri componenti dell'albero con una superficie di reggispinga dei cuscinetti avente una buona lavorazione meccanica. Per garantire questo grado di precisione, i collari ad alte prestazioni sono interfacciati su un singolo punto al momento stesso che si conclude l'alesaggio. Ciò produce un'oscillazione radiale molto bassa quando si monta il collare sull'albero, il che è molto importante per l'interfacciamento con altri componenti di precisione. Ruland contrassegna con una scanalatura circolare la superficie garantita come perpendicolare. Tale scanalatura rappresenta anche un punto di orientamento basilare per il corretto montaggio dei collari a due pezzi. I collari a morsetto, in entrambe le versioni a uno e a due pezzi, consentono un'installazione e una regolazione semplificate e vengono normalmente utilizzati per il posizionamento di componenti di un albero, quali rocchetti di trazione, ingranaggi, pulegge e unità con cuscinetti a sfera. In questi casi, la capacità di sopportare i carichi assiali è molto importante, ma la perpendicolarità della superficie di spinta del collare sull'albero è addirittura critica. Un preciso accoppiamento della superficie all'alesaggio garantisce l'ortogonalità del componente rispetto all'albero, scongiurando lo scorrimento o l'inclinazione del componente rispetto all'asse dell'albero stesso. Tale situazione può provocare un'usura prematura e, in alcuni casi, influenzare negativamente la re-

ELEMENTI DI TRASMISSIONE

L'IMPORTANZA DEI COLLARI PER ALBERO

Controdado per cuscinetti a morsetto a un pezzo, acciaio con finitura brunita nera.

sa del gruppo meccanico. Nelle applicazioni in cui si impiegano rocchetti di trazione o pulegge con catene o cinghie di trasmissione, l'allineamento del componente gioca un ruolo fondamentale per un corretto funzionamento. Il mancato allineamento dei componenti può essere causa di prestazioni inaccettabili che, a seconda dell'applicazione, possono andare dal rumore eccessivo, lo scorrimento, le vibrazioni, la rapida usura, fino a un guasto vero e proprio. La perpendicolarità della superficie di spinta garantisce, inoltre, una pressione uniforme sull'interfaccia con il componente montato, eliminando quindi il caricamento su un unico punto che porta a ridurre la vita utile dei componenti. Nelle applicazioni in cui si impiegano collari a contatto con i cuscinetti, questa è una caratteristica estremamente importante, poiché un caricamento non uniforme dei cuscinetti è deleterio per la vita utile e le prestazioni dei componenti. Tale caratteristica è anche vantaggiosa per applicazioni in cui vi sia un carico d'urto assiale moderato, come negli attuatori lineari. In applicazioni di questo tipo, nelle quali il collare funge da arresto meccanico, l'ortogonalità della superficie di spinta è importante per garantire una distribuzione uniforme della forza su tutta la superficie del collare, al fine di ridurre al minimo la pressione dinamica e garantire che il collare non scivoli sull'albero.

Collari filettati e controdadi

Una variante conosciuta dei collari per albero è il collare filettato. Normalmente, i collari filettati sono disponibili negli stessi modelli dei collari con foro liscio, ma vengono più comunemente utilizzati nelle versioni a morsetto a uno o a due pezzi. Ciò è dovuto al fatto che le versioni con



Collare a morsetto a un pezzo in acciaio inox.

grani di fissaggio, a causa della pressione della vite sulle filettature, provocherebbero un danno vistoso e permanente all'albero filettato su cui è montato il collare. I collari a morsetto filettati si prestano per diverse applicazioni in cui siano impiegati alberi filettati, ma sono principalmente apprezzati in due settori: applicazioni con forti carichi assiali e applicazioni che richiedono un posizionamento preciso o regolazioni del precarico.

Nelle applicazioni con alti carichi assiali i collari filettati presentano un vantaggio concreto rispetto ai collari con foro liscio. Per resistere ai carichi assiali, questi ultimi sfruttano esclusivamente l'attrito e sono pertanto soggetti a spostarsi sotto gli urti. I collari filettati offrono una battuta di arresto fissa rappresentata dall'interfaccia

delle filettature sul collare e l'albero, il che rende impossibile uno spostamento in senso assiale del collare, a meno che non si rompa l'albero stesso. I collari a morsetto filettati presentano anche il vantaggio di trasformare in un compito relativamente facile le regolazioni di precisione e/o il precaricamento dei componenti come i cuscinetti. Infatti, è sufficiente avvitare il collare nella posizione desiderata e fermarlo serrando la vite.

I controdadi per cuscinetti sono collari filettati progettati esclusivamente per l'accoppiamento con i cuscinetti. Questi controdadi presentano una tolleranza controllata con maggiore precisione per l'oscillazione radiale sulle filettature, in modo che vi sia una pressione uniforme sull'intera superficie di reggispinga del cuscinetto e un controllo preciso del precarico.

Normalmente il diametro esterno del collare viene lavorato con una fessura per l'inserimento delle chiavi, per consentire una accesso facilitato e una regolazione di altissima precisione del precarico.

Similmente ad altri collari filettati, dopo aver definito il precarico, il controdado può essere fissato serrando la relativa vite. I collari per albero sono componenti molto versatili che si sono evoluti dal modello con grano di fissaggio a versioni a morsetto caratterizzate da alte prestazioni ed estrema versatilità.

Vengono prodotti in svariati materiali e un'ampia serie di dimensioni, caratteristiche che li ha trasformati in una comoda soluzione per innumerevoli problemi di carattere tecnico.

Poiché molte applicazioni di impiego dei collari per albero presentano forti limitazioni, la selezione dei collari aventi il design e le caratteristiche costruttive richieste per una buona resa operativa è di vitale importanza per il funzionamento delle apparecchiature.



I collari per albero Ruland sono a faccia con punto singolo per garantire un alto livello di perpendicolarità tra superficie reggispinga e alesaggio.