

Fare la scelta giusta in fase di progettazione

White Paper

Fare la scelta giusta in fase di progettazione

di Joe Tee

Engineering Manager
Bossard Asia Pacific

www.bossard.com

Tutti i diritti riservati © 2024 Bossard

Le raccomandazioni e i consigli descritti devono essere adeguatamente verificati dal lettore nell'utilizzo pratico ed essere approvati come idonei alle proprie applicazioni. Con riserva di modifiche.



ASSEMBLY
TECHNOLOGY
EXPERT

MAKING THE RIGHT CHOICE AT DESIGN STAGE

Preface

The following discussion on “Making the right choice at the design stage” is primarily tailored to industrial design engineers who have a mechanical engineering background and have been tasked with making hardware decisions. The purpose is to provide valuable insights and guidance that may benefit engineers, ranging from recent graduates to seasoned professionals, across diverse industries.

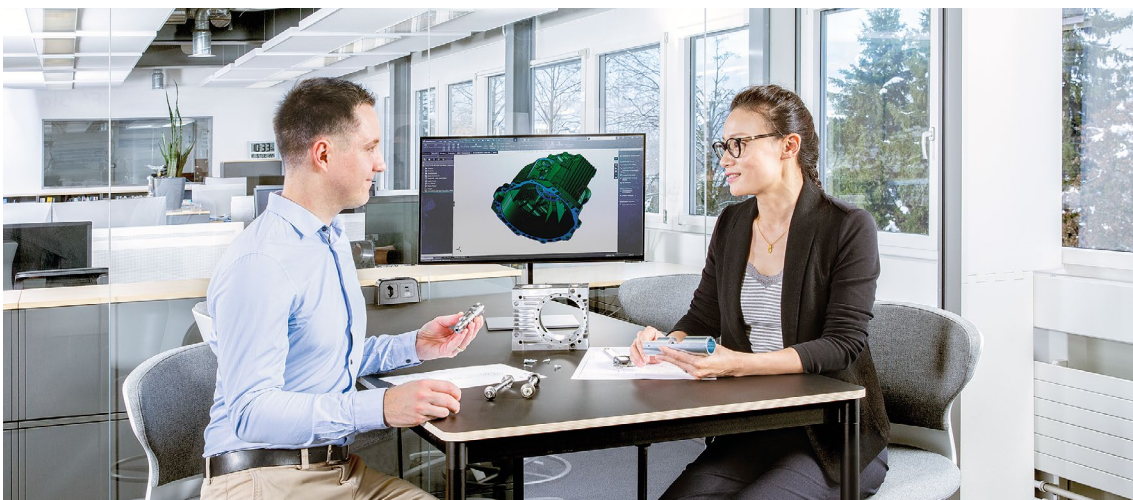
Va sottolineato innanzitutto che ogni argomento discusso, ogni requisito, ogni caratteristica dell'elemento di collegamento potrebbe costituire un capitolo a sé stante. Questo articolo intende solo fornire una breve panoramica al riguardo.

Gli ingegneri progettisti che si occupano della scelta degli elementi di collegamento e dei metodi di assemblaggio basano spesso le proprie decisioni su progetti precedenti o su altri prodotti. Tuttavia, se il prodotto è stato sottoposto a molteplici modifiche e aggiornamenti, il metodo di assemblaggio scelto originariamente potrebbe non essere più adeguato. Sarebbe quindi opportuno effettuare una revisione dei requisiti del progetto. Affidandosi esclusivamente a decisioni basate su altri prodotti simili si corre il

rischio di trascurare fattori del progetto rilevanti che magari non sono stati presi in considerazione in fase iniziale.

La funzione primaria degli elementi di collegamento, come ben sappiamo, è facilitare l'assemblaggio e la manutenzione. In caso contrario, potrebbero rivelarsi sufficienti altre soluzioni, quali l'incollaggio, la brasatura o la saldatura.

In questo articolo, l'autore proverà a esaminare il tutto, cercando di trovare una strada che consolidi le pratiche di progettazione del prodotto con la selezione dell'elemento di collegamento attraverso tutti i vari processi, ai fini di migliorare la produttività e minimizzare i rischi.



FARE LA SCELTA GIUSTA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Obiettivi

La scelta degli elementi di collegamento adeguati è strettamente correlata a una strategia ben definita e può dimostrarsi vantaggiosa a lungo termine sotto molti aspetti. Prendere decisioni intelligenti sin dall'inizio assicura non solo la qualità e l'efficienza del progetto, ma permette di ridurre i costi di produzione e processo.

I prodotti utilizzati al giorno d'oggi variano da quelli di tipo "usa e getta" a quelli che richiedono una manutenzione giornaliera. Un giocattolo, per esempio, può essere usato e gettato senza alcun problema, se non di natura sentimentale. Un aeroplano, utilizzato come mezzo di trasporto da migliaia di passeggeri, richiede invece senza dubbio un attento controllo da parte dello staff di terra e dei piloti prima di ogni decollo.

È una tendenza comune quella di trascurare gli elementi di collegamento una volta stabilite le caratteristiche principali del progetto. Di conseguenza, ciò può comportare vincoli in termini di spazio disponibile, costringendo all'impiego di un elemento di collegamento non realizzato secondo le norme, comunemente definito "particolare speciale" nel settore industriale. Inoltre, la scarsa considerazione delle specifiche degli elementi di collegamento può sfociare in benefici inferiori con costose richieste di modifiche dopo che un prodotto è stato approvato per la produzione.

Garantire le funzioni primarie del prodotto

Un ingegnere progettista deve assicurarsi che il prodotto sia in grado di soddisfare le funzioni primarie e, lavorando in stretta collaborazione con il team di Product Management, garantire che sia inoltre in linea con i requisiti del mercato. Nei casi in cui l'assemblaggio richieda l'utilizzo di elementi di collegamento, è essenziale tenere in considerazione le caratteristiche base degli stessi e, di norma, le informazioni seguenti sono sicuramente una buona base di partenza:

- tipo di materiale (per es. acciaio, alluminio, compositi, ecc.)
- struttura del materiale (per es. nido d'ape, sandwich, ecc.)
- dimensioni

Durante la fase successiva, è fondamentale migliorare le informazioni relative all'elemento di collegamento, considerando l'uso finale del prodotto e tenendo conto dei criteri seguenti, quali i requisiti di rivestimento o la criticità della giunzione, che portano a:

- resistenza dell'elemento di collegamento
- tipologia dell'elemento di collegamento
- gestione del materiale e della corrosione

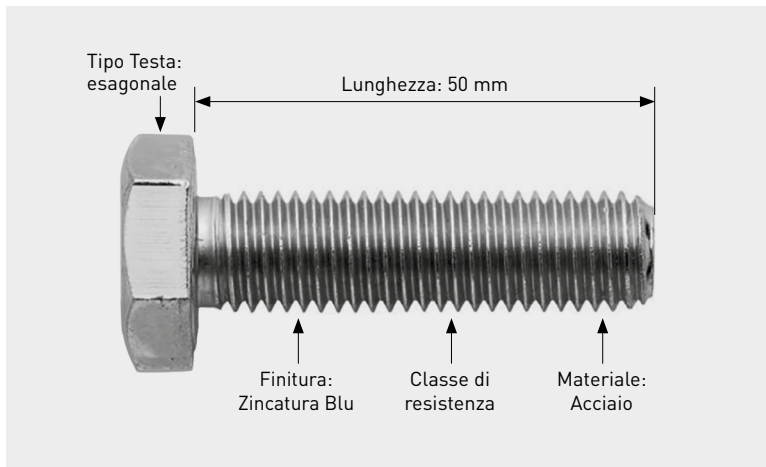


Fig. 1: Vite a testa esagonale (DIN 933 M10 x 50 mm), classe di resistenza 8.8, zincata blu

La figura 1 riporta l'esempio della descrizione di un elemento di collegamento sufficientemente dettagliata con la quale un fornitore dovrebbe essere in grado di capire la richiesta e il personale acquisti di un acquirente potrebbe utilizzare per l'approvvigionamento. Il diagramma con le "caratteristiche dell'elemento di collegamento" fornisce la descrizione completa di una vite a testa esagonale. Uno dei malintesi più comuni quando si fa riferimento agli standard industriali, come la norma DIN 933, è quello di non fornire una descrizione completa dei requisiti dell'elemento di collegamento. La DIN 933, per esempio, descrive l'aspetto generale dell'elemento di collegamento, ma non definisce la classe di resistenza o il rivestimento superficiale.

Considerazioni successive

Potrebbe essere necessario tenere in considerazione ulteriori puntualizzazioni in relazione a:

- rivestimento
- classi/livelli delle proprietà
- legislazione come le direttive RoHS, REACH e RAEE
- produzione in serie
- facilità di manutenzione
- sicurezza e rischi (per es. diserraggio)
- sostenibilità

Tool di supporto – Libreria CAD Bossard e sezione tecnica

Le informazioni standard e i disegni dei prodotti sono disponibili nei cataloghi. Inoltre, Bossard fornisce dati tecnici dettagliati e gli elementi di collegamento sono chiaramente codificati con informazioni tecniche particolareggiate. Nella sezione tecnica del catalogo vengono evidenziate le informazioni relative agli standard industriali, ai requisiti e alle applicazioni.

La libreria CAD è un tool online che offre funzionalità complete. Le immagini seguenti mostrano una vite a testa cilindrica con esagono incassato BN 1392 M8 x 30 mm, con flangia in acciaio nero da 12.9.

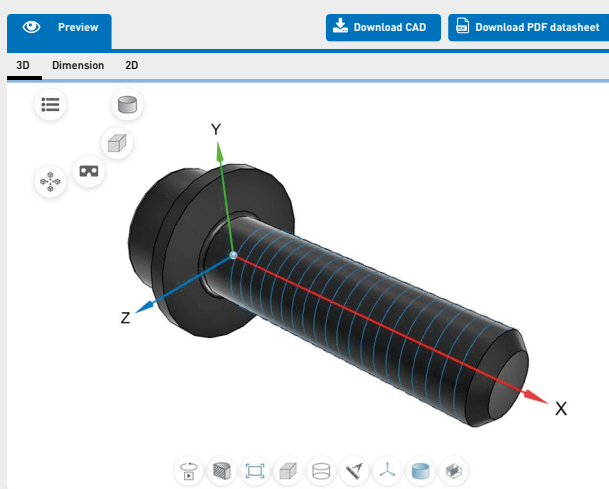


Fig. 2: L'anteprima può essere ingrandita

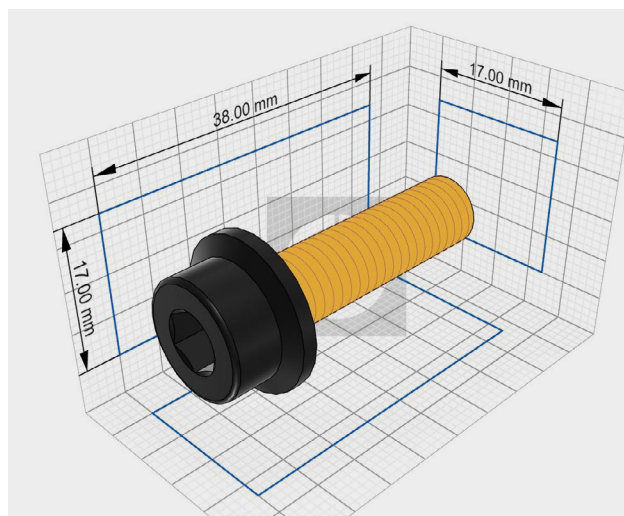


Fig. 3: Funzioni di misurazione

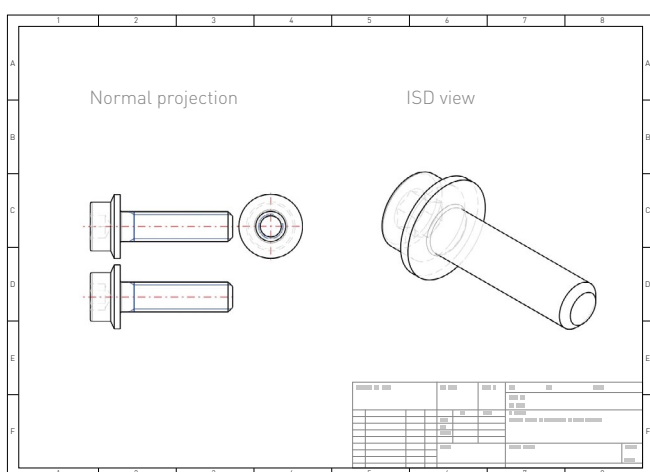


Fig. 4: Disegno 2D, per es. tre viste con disegno isometrico in riquadro (DIN)

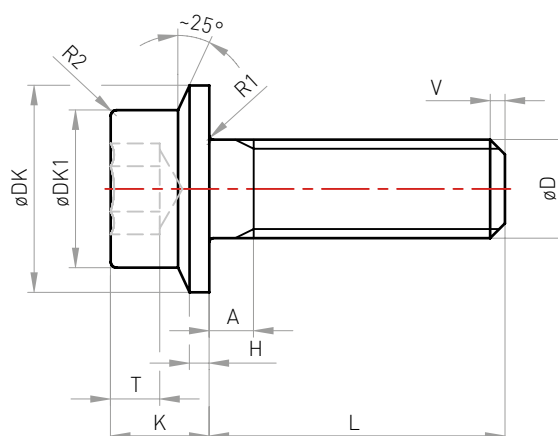


Fig. 5: Dimensionamento (per es. vista frontale)

La sezione tecnica è disponibile online e offre dettagli sulla tecnologia di serraggio, sull'ingegneria elettrotecnica, sugli elementi operativi e di controllo, oltre che sulla tecnologia di sigillatura e controllo del flusso.

Fig. 7: Gruppi di acciai con designazione ISO e relative spiegazioni, elementi di collegamento in acciaio inox

Fig. 6: Proprietà meccaniche e fisiche delle viti



Provate i nostri utili calcolatori online e la sezione tecnica.

Fig. 8: Prearico e coppia di serraggio, come descritto nella VDI 2230

La selezione degli elementi di collegamento è spesso un processo decisionale in divenire. È importante che le decisioni su come realizzare l'assemblaggio siano prese in fase di progettazione e non rinviate a quella finale, quando potrebbe diventare problematico trovare lo spazio necessario. La conoscenza dell'eventuale ambiente di produzione è di aiuto durante la fase decisionale e include, per esempio, fattori quali la disponibilità degli utensili, i limiti di capacità e i metodi di taratura.

Alcuni elementi di collegamento utilizzati, per esempio, nelle apparecchiature elettriche, sono progettati per essere versatili e soddisfare sia le esigenze della produzione in serie che quella della manutenzione. La figura 9 illustra un elemento di collegamento di questo tipo. Si può notare come l'impronta di manovra sia realizzata in modo tale da rendere efficiente l'assemblaggio nella produzione in serie e da facilitare l'accessibilità durante gli interventi di manutenzione o assistenza laddove non siano facilmente disponibili attrezzature adatte. In questo caso è sufficiente una moneta.

Regole di serraggio fondamentali

- Gli elementi di collegamento devono sempre soddisfare, se non superare, la qualità e le specifiche dei particolari assemblati.
- I collegamenti filettati non dovrebbero mai diventare l'anello debole dell'assemblaggio e devono mantenere la propria integrità strutturale.
- Gli elementi di collegamento assemblati devono sempre essere ispezionabili e, all'occorrenza, facilmente sostituibili.

Gli elementi di collegamento sono progettati principalmente per assemblare due particolari e, se necessario, semplificare la manutenzione senza aggiungere complessità o maggiori responsabilità. È consigliabile evitare di "sovraccaricare" gli elementi di collegamento semplici con operazioni aggiuntive, come la gestione di sollecitazioni di taglio elevate, il riferimento di posizione o la funzione di orifizio per liquidi. Esistono diverse soluzioni progettate allo scopo di soddisfare queste esigenze specifiche e dovrebbero essere utilizzate come componenti o entità separate.



Fig. 9: Vite a testa cilindrica bombata «Freedriv» con intaglio ed impronta a croce Phillips forma H

Trascurare o ignorare i requisiti di assemblaggio degli elementi di collegamento, o non prestarvi sufficiente attenzione durante la fase di progettazione, può portare a vantaggi minimi e a costose richieste di sostituzione una volta che il nuovo prodotto è in produzione o già sul mercato, come mostrato nel diagramma costi e benefici. Attribuire fin dall'inizio la giusta priorità ai requisiti generali di progettazione, soluzioni di collegamento comprese, può contribuire a ridurre inutili modifiche e spese a lungo termine.

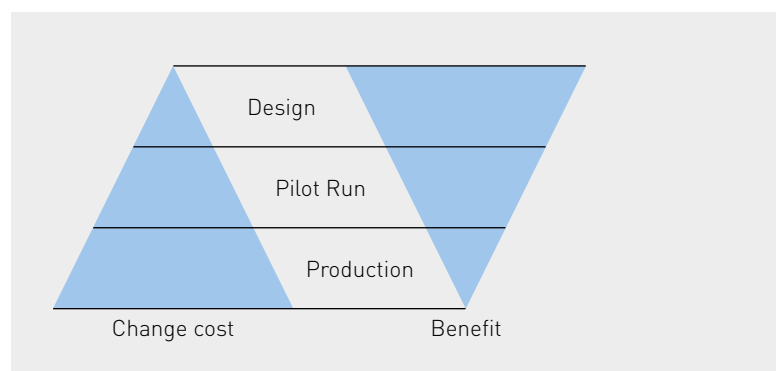


Fig. 10: Aumento dei costi di sostituzione e riduzione dei benefici nel corso dell'avanzamento del processo

FARE LA SCELTA GIUSTA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Disponibilità

L'impiego degli elementi di collegamento quale soluzione ingegneristica si applica ormai da decenni nell'industria. Un aspetto importante nella scelta degli elementi di collegamento è la disponibilità, che può influire in modo significativo sulla redditività e sulla qualità generale dei prodotti.

In pratica, quando possibile, dovrebbero essere scelti innanzitutto elementi di collegamento standardizzati. I vantaggi offerti da questo approccio sono numerosi: caratteristiche ben documentate, disponibilità, varietà di fornitori, tempi di consegna efficienti e interscambiabilità, solo per citarne alcuni. Ovviamente, esistono casi in cui è meglio optare per particolari speciali. Tuttavia, la pratica e l'esperienza hanno dimostrato che, utilizzando particolari standardizzati, generalmente formati a freddo, rispetto agli articoli speciali, spesso lavorati meccanicamente, è possibile ridurre gli scarti fino al 70%. In particolare, questa cifra non tiene conto dei costi ambientali sostenuti.

Un'altra buona ragione per utilizzare elementi di collegamento standardizzati, spesso trascurata o dimenticata, è l'Avviso di Modifica Tecnica (ECN). Non è raro sentire gli ingegneri minimizzare sulla necessità di Avvisi di Modifica Tecnica quando si tratta di elementi di collegamento, liquidandoli come una procedura inutile e costosa per un articolo a basso costo. Tuttavia, è importante riconoscere che i processi e i costi associati a un Avviso di Modifica Tecnica non dipendono dal costo complessivo del prodotto, e qui sta il problema. I progettisti potrebbero infatti sottovalutare l'impatto che l'Avviso di Modifica Tecnica ha sui propri progetti, in particolare quando si tratta di componenti apparentemente poco importanti come gli elementi di collegamento.

Vagliare le sfide dell'approvvigionamento di elementi di collegamento

L'approvvigionamento di elementi di collegamento da una fonte poco affidabile può rappresentare un fattore cruciale. Fare affidamento unicamente sul costo come parametro di valutazione non è sempre la soluzione migliore. Sebbene possa andare bene per acquisti una tantum, è invece essenziale disporre di una fonte di approvvigionamento stabile e attendibile per le forniture periodiche.

Gli ingegneri progettisti devono essere consapevoli anche del fatto che i prototipi possono differire dagli articoli prodotti in serie. Le tempistiche di approvvigionamento possono dare luogo a discrepanze e a costi legati alle attrezzature.

La responsabilità principale degli ingegneri progettisti consiste nella progettazione di un prodotto funzionale, di buona qualità e che soddisfi i requisiti del mercato. È importante fare una distinzione fra un buon progetto, un prodotto finale efficace e la qualità dei singoli componenti. Anche se il prodotto finale non soddisfa appieno le aspettative, ma la qualità dei componenti è ottima, vi è ancora una certa probabilità di successo. Tuttavia, se il prodotto finale è convincente ma i componenti sono di scarsa qualità, le possibilità di successo si riducono in maniera esponenziale. Un prodotto valido non dovrebbe mai essere compromesso utilizzando componentistica di qualità scadente.

Un altro importante fattore che gli ingegneri progettisti devono tenere in considerazione è che il prodotto o la soluzione disponibile sul luogo della progettazione potrebbe non essere necessariamente disponibile nel sito di produzione in serie. Occorre tenere conto dei costi di approvvigionamento associati alla disponibilità del prodotto.

Il seguente grafico "Produzione per asportazione di truciolo o per stampaggio a freddo" mette a confronto i costi di un elemento di collegamento stampato a freddo con quelli di un elemento di collegamento tornito. A volte, ciò che sembra ovvio potrebbe non esserlo quando non vi si presta la debita attenzione. È sicuramente un buon investimento il tempo necessario agli ingegneri progettisti per valutare se utilizzare particolari stampati a freddo rispetto a particolari torniti.

Particolari realizzati per asportazione di truciolo	Particolari stampati a freddo
Piccoli lotti produttivi	Lotti minimi da 100.000 a 300.000 pezzi
Spigoli vivi	Alto tasso di produzione
Forme complesse	Sfrido quasi nullo
Impronta a croce non possibile	Nessuno spigolo vivo
Sfrido 20 - 70 %	Forme meno complesse

L'esame dei costi rivela un quadro che si applica a quasi tutti i settori. Il diagramma della Figura 11 rappresenta con precisione i costi di approvvigionamento di un prodotto. Un'analisi ABC eseguita lato approvvigionamento mostra che il 5% dei costi può essere attribuito agli articoli C, mentre i costi di approvvigionamento possono rappresentare fino al 50% del totale. Se il 5% viene convertito in un calcolo del costo totale di proprietà (total cost of ownership, TCO) per l'intero processo degli articoli C, è chiaro che il 15% dei costi è attribuibile al prezzo dell'elemento di collegamento stesso, mentre l'85% dei costi totali comprende tutte le altre attività, quali sviluppo, approvvigionamento, test, stoccaggio, assemblaggio e logistica.

Non sempre gli ingegneri progettisti ritengono che gli aspetti citati rientrino nella loro sfera di competenza principale. Tuttavia, se le descrizioni degli elementi di collegamento fossero chiare e la selezione fosse basata sugli standard industriali, si potrebbe migliorare notevolmente il processo e contenere i costi. Questo approccio rende la reperibilità dei particolari più gestibile, aumenta l'efficienza e crea minori dipendenze.

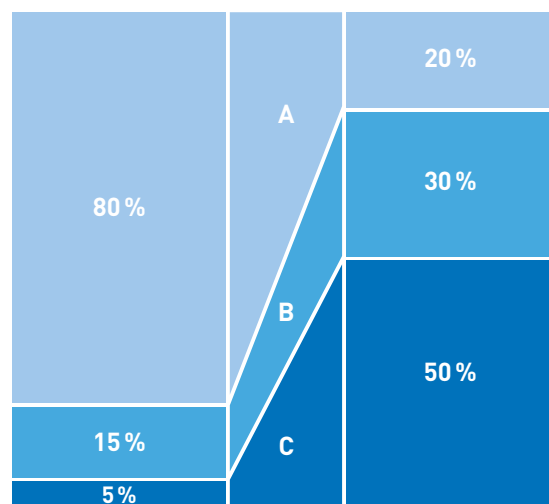


Fig. 11: Articoli A: valore unitario elevato, quantità ridotte, bassi costi di gestione; Articoli C: basso valore unitario, quantità elevate, alti costi di gestione

FARE LA SCELTA GIUSTA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Decisione

Dopo aver selezionato gli elementi di collegamento adatti all'applicazione, nel rispetto delle regole di collegamento e delle considerazioni su costi e disponibilità, la maggior parte dei prodotti viene sottoposta a una serie completa di test approfonditi prima dell'immissione sul mercato al fine di convalidare la scelta effettuata e prendere la decisione finale.

Un processo affidabile, indipendente e conforme agli standard costituisce la base per la scelta degli elementi di collegamento corretti e garantisce una qualità dei prodotti costantemente elevata. Grazie al progresso dei software e all'aumento della capacità di calcolo, le attuali procedure di collaudo possono essere ridotte al minimo. Tuttavia, a volte la pressione imposta dal lancio rapido dei prodotti sul mercato compromette le procedure di collaudo.



Fig. 12: Area di test

Selecting useful tests

Alcuni elementi di collegamento necessitano di test per determinare i parametri di assemblaggio ottimali. Questo vale, per esempio, per le viti autofilettanti. Poiché i vari materiali, i tipi di viti, le profondità di avvitamento, le geometrie dei fori e altri parametri non forniscono informazioni universalmente valide sulle coppie di serraggio, è fondamentale analizzare le coppie per realizzare collegamenti a vite affidabili.



Fig. 14: Analisi della coppia

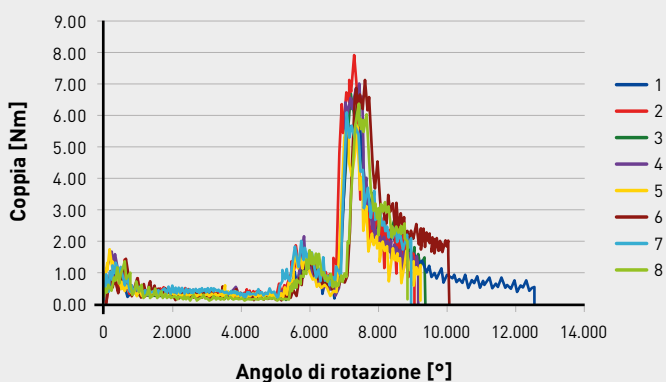


Fig. 13: Curve di coppia/dell'angolo di rotazione ottimali dal punto di vista tecnico

Un'altra simulazione a scopo di test durante la produzione del prodotto può essere svolta utilizzando la macchina per il test delle vibrazioni Junker. Questo test di simulazione consente di confrontare i diversi elementi di collegamento e determinare la loro capacità di mantenere il carico di serraggio in condizioni estreme in soli 30 secondi. Il test viene eseguito utilizzando un carico dinamico trasversale. I risultati forniscono agli ingegneri progettisti informazioni sulla sicurezza di progettazione delle giunzioni e sull'efficacia effettiva degli elementi di collegamento scelti.

Il compito attualmente più impegnativo per un progettista è quello di determinare la durata di un prodotto in termini di gestione della corrosione. In altre parole, quanto tempo potrà funzionare il prodotto assemblato prima che la corrosione provochi un malfunzionamento. Sebbene l'acciaio inossidabile rappresenti una soluzione semplice e immediata, le considerazioni sui costi nell'attuale contesto economico ne mettono spesso in discussione l'impiego. La ricerca di componenti in acciaio al carbonio, dotati di una soluzione ottimale per la gestione della corrosione, a volte rappresenta una vera e propria sfida. Il rischio di fragilimento da idrogeno, che può verificarsi in caso di acciaio al carbonio a elevata resistenza meccanica con alcune tipologie di trattamenti anticorrosione, deve essere attentamente monitorato e gestito.

Inoltre, affrontare problemi di tolleranza come il sottodimensionamento dei bulloni o il sovradimensionamento dei dadi per adattarsi alle soluzioni di gestione della corrosione può compromettere la resistenza dei dispositivi di fissaggio. Trovare un equilibrio tra tutti questi fattori è fondamentale.

Il feedback dei clienti è una fonte preziosa di informazioni per identificare i punti deboli e implementare i prodotti.

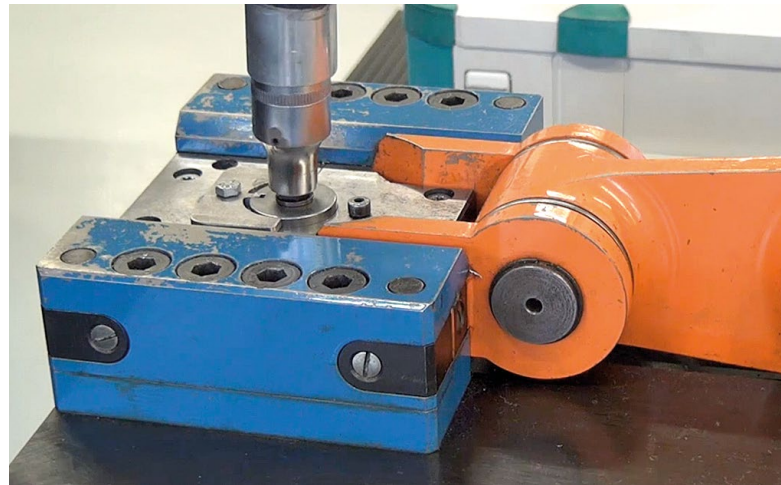


Fig. 15: Macchina per il test delle vibrazioni Junker

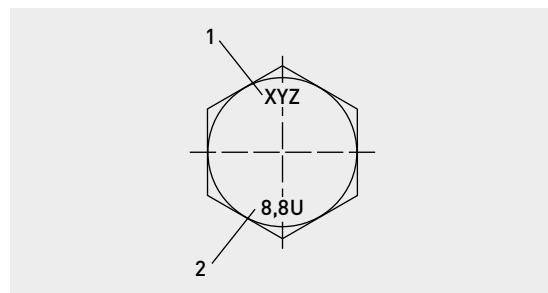


Fig. 16: Esempio di marcatura per viti e bulloni zincati a caldo con filettatura minorata tolleranza 6az prima del rivestimento

- 1) marchio di identificazione del fabbricante
- 2) classe di resistenza e sigla supplementare

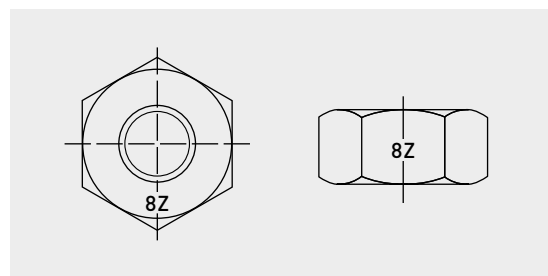


Fig. 17: Esempio di marcatura per dadi zincati a caldo con filettatura maggiorata tolleranza 6AZ dopo il rivestimento

FARE LA SCELTA GIUSTA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Riassunto

Per essere certi di poter utilizzare articoli standardizzati, la definizione e la selezione degli elementi di collegamento non dovrebbero essere prese in considerazione solamente al termine della fase di progettazione. Occorre prestare la dovuta attenzione al processo di assemblaggio per massimizzare i benefici prima di completare la progettazione e avviare la produzione in serie.

La scelta di un elemento di collegamento per un'applicazione concreta potrebbe non essere così semplice come si potrebbe pensare inizialmente. La selezione della corretta soluzione è un processo ripetitivo. Prendendo in considerazione gli articoli C, si potrebbe presumere che il fattore chiave sia il prezzo dell'elemento di collegamento. Non basare mai la propria scelta sul prezzo del singolo elemento ma considerare sempre tutti gli aspetti economici associati all'approvvigionamento, allo stoccaggio, all'assemblaggio e così via. È necessario prestare attenzione al notevole impatto che la scelta dell'elemento di collegamento ha sulla qualità del prodotto a lungo termine, sull'efficienza dell'assemblaggio e sulla redditività. Perseguire obiettivi chiari e stabilire criteri e caratteristiche di serraggio aiuteranno a definire linee guida precise per decisioni di progettazione più rapide, e potrebbero eventualmente ridurre i tempi di commercializzazione.

La scelta di un progetto che consenta l'uso di elementi di collegamento standardizzati semplifica la reperibilità, l'intercambiabilità e l'ottimizzazione dei costi a lungo termine. In particolare nei casi in cui si richiedono particolari speciali, è consigliabile

scegliere un fornitore di elementi di collegamento in grado di fornire assistenza non solo nella progettazione degli elementi o dei raccordi, ma anche nella realizzazione di prototipi e nella fase di test per garantire un livello di qualità sempre uniforme.

Informazioni sui servizi di engineering Bossard

1. Non esistono elementi di collegamento o trattamenti superficiali economici o costosi
2. Esistono solo progetti, soluzioni e metodi efficaci sotto il profilo dei costi
3. L'elemento di collegamento più economico può rivelarsi quello più costoso!

Informazioni sui servizi di engineering Bossard

Bossard offre supporto e numerosi servizi di engineering per i progettisti. Aiutiamo i nostri clienti a prendere decisioni migliori durante la progettazione dei propri prodotti di fissaggio.

- Individuare la tecnologia di fissaggio ideale.
- Definire una strategia di fissaggio per la propria applicazione così da velocizzare il processo di progettazione.
- Selezionare o progettare e verificare elementi di collegamento e giunti di fissaggio per garantire qualità e sicurezza nella propria applicazione.
- Ridurre la varietà di elementi di collegamento nel proprio prodotto per ottimizzare i costi unitari.

Tool Bossard

Provate i nostri utili calcolatori online e la sezione tecnica.





Se avete bisogno di ulteriore supporto nella scelta degli elementi di collegamento o nel processo di progettazione, visitate la nostra pagina dei contatti all'indirizzo www.bossard.com e rivolgetevi al referente dell'assistenza clienti Bossard dedicato.