PROTIQ
A Phoenix Contact Company

PRODUZIONE DI BOBINE A INDUZIONE CON LA STAMPA 3D

Più rapide, più economiche e progettate in modo ottimale

(Articolo tecnico del 2021, autore: Max Wissing, Technology Manager, Protiq GmbH, Blomberg)

Lo sviluppo convenzionale di processi complessi di riscaldamento a induzione richiede non solo molto tempo, ma anche costose prove sperimentali. Protiq GmbH dimostra che esiste un'alternativa. Grazie alla produzione di bobine a induzione con la stampa 3D, l'onere di sviluppo si riduce in modo significativo. Anche le simulazioni al computer contribuiscono a questo risultato.

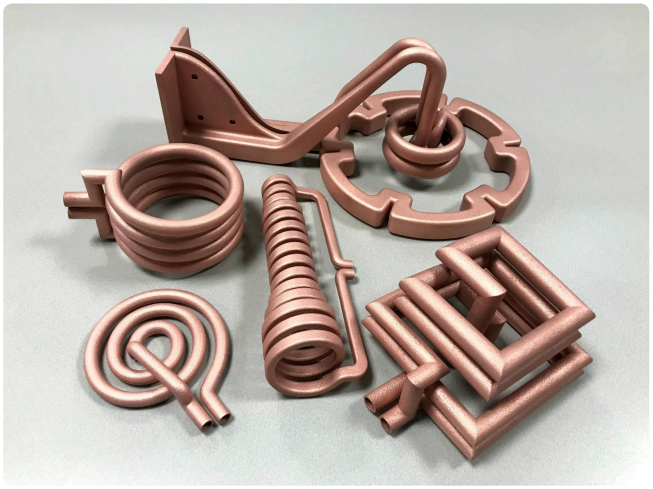
La manifattura additiva di bobine a induzione in materiali di rame ad alta conducibilità offre nuove possibilità per realizzare anche geometrie di bobina più complesse; gli induttori ottimizzati possono essere determinati con metodi di simulazione numerica

La stampa 3D – chiamata anche manifattura additiva – da anni porta innovazioni di vario genere in numerosi settori della produzione industriale. Grazie a una fabbricazione rapida basata sui dati CAD disponibili, i componenti possono essere prodotti nell'arco di alcune ore o di pochi giorni. Non è quindi necessario realizzare con grande dispendio utensili costosi né affrontare lunghi processi di produzione manuali. L'utente beneficia così dei vantaggi della stampa 3D soprattutto nella fase di sviluppo di un nuovo prodotto. I prototipi realizzati per via additiva nel corso di una notte consentono test precoci e permettono in questo modo di risparmiare tempo e denaro.

Protiq GmbH sfrutta le possibilità che ne derivano, tra l'altro, per la produzione di bobine nuove e innovative, impiegate nel riscaldamento a induzione. Se nello sviluppo del prodotto si ricorre inoltre a processi di simulazione al computer, i componenti possono essere progettati nel miglior modo possibile e, allo stesso tempo, si riduce il numero di costose prove preliminari necessarie.

Requisiti elevati di precisione di forma

Nel riscaldamento a induzione, il cosiddetto induttore genera un campo magnetico alternato che induce una corrente elettrica nel componente e riscalda il materiale per effetto Joule. Questo procedimento efficace e ben riproducibile si è affermato come standard industriale soprattutto per la tempra superficiale di componenti soggetti a elevate sollecitazioni meccaniche, come ingranaggi o componenti di trasmissione. A causa delle elevate correnti che vi scorrono, le bobine sono realizzate in rame, che offre una buona conducibilità elettrica. Al



La manifattura additiva di bobine a induzione in materiali di rame ad alta conducibilità offre nuove possibilità per realizzare anche geometrie di bobina molto complesse.

tempo stesso, l'induttore deve soddisfare requisiti elevati di precisione di forma, perché la geometria della bobina influisce direttamente sulla qualità del riscaldamento.

Tradizionalmente gli induttori vengono prodotti mediante piegatura e brasatura manuali di profilati cavi. Per progettare la forma corretta della bobina e i parametri di processo occorre procedere per tentativi iterativi ed eseguire prove di riscaldamento reali. Ciò comporta costi elevati e lunghi tempi di sviluppo, poiché il processo di progettazione presuppone la produzione di diverse varianti di induttore e modifiche iterative della forma della bobina. Inoltre, i raggi di piegatura minimi e la forma del profilato scelto limitano la libertà progettuale, per cui spesso non è possibile sfruttare appieno il potenziale dell'induttore.

Manifattura additiva in rame RS e rame puro

Producendo gli induttori per via additiva, Protiq consente di superare gli svantaggi della fabbricazione manuale. In qualità di pioniere nel campo delle bobine stampate in 3D, l'azienda offre già da alcuni anni la manifattura additiva, tra l'altro, nei materiali rame RS e rame puro. Il rame RS è una lega con un contenuto di rame del 99 percento, che raggiunge una conducibilità elettrica di 52 MS/m. Il rame puro lavorato non contiene altri elementi di lega e corrisponde al materiale standard industriale Cu-ETP, caratterizzato da una conducibilità elettrica di 58 MS/m, ovvero del 100 percento IACS (International Annealed Copper Standard).

Rispetto al procedimento di piegatura manuale, il processo produttivo automatizzato si distingue per una migliore ripetibilità e una maggiore precisione. Inoltre, Protiq mette a disposizione dell'utente gli induttori stampati in 3D non solo in tempi nettamente più brevi, ma anche a costi inferiori.

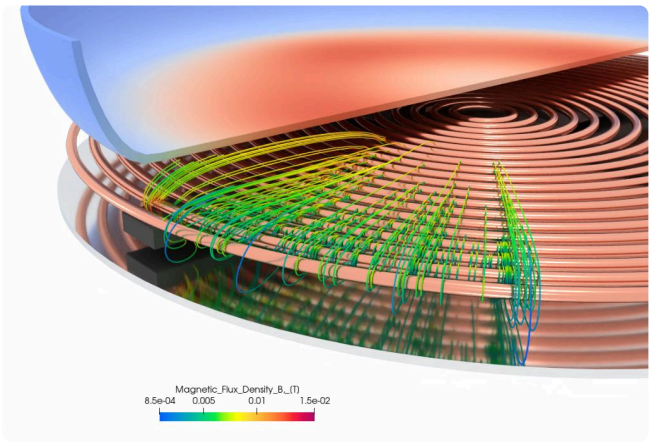
Il tempo di consegna di una geometria di bobina complessa, finora di diverse settimane, si riduce a pochi giorni.

Analisi più approfondita del comportamento di processo

Grazie all'impiego di una simulazione numerica al computer è possibile ridurre il numero di test costosi e il prezioso tempo di sviluppo. A tale scopo è possibile utilizzare il programma CENOS Induction Heating. In CENOS il processo di riscaldamento a induzione viene rappresentato in un modello di simulazione che comprende sia la geometria dell'induttore e del componente da riscaldare, sia le informazioni sulle condizioni al contorno e sui parametri di processo. Su questa base è possibile studiare il comportamento termico del componente durante il riscaldamento e le proprietà elettromagnetiche della bobina.

Le modifiche dei parametri di processo o della geometria della bobina e del componente possono così essere analizzate in modo semplice e rapido. In questo modo le prove di riscaldamento reali finora necessarie e la produzione di diverse bobine sperimentali possono essere ridotte al minimo. Ciò fa risparmiare tempo e denaro.

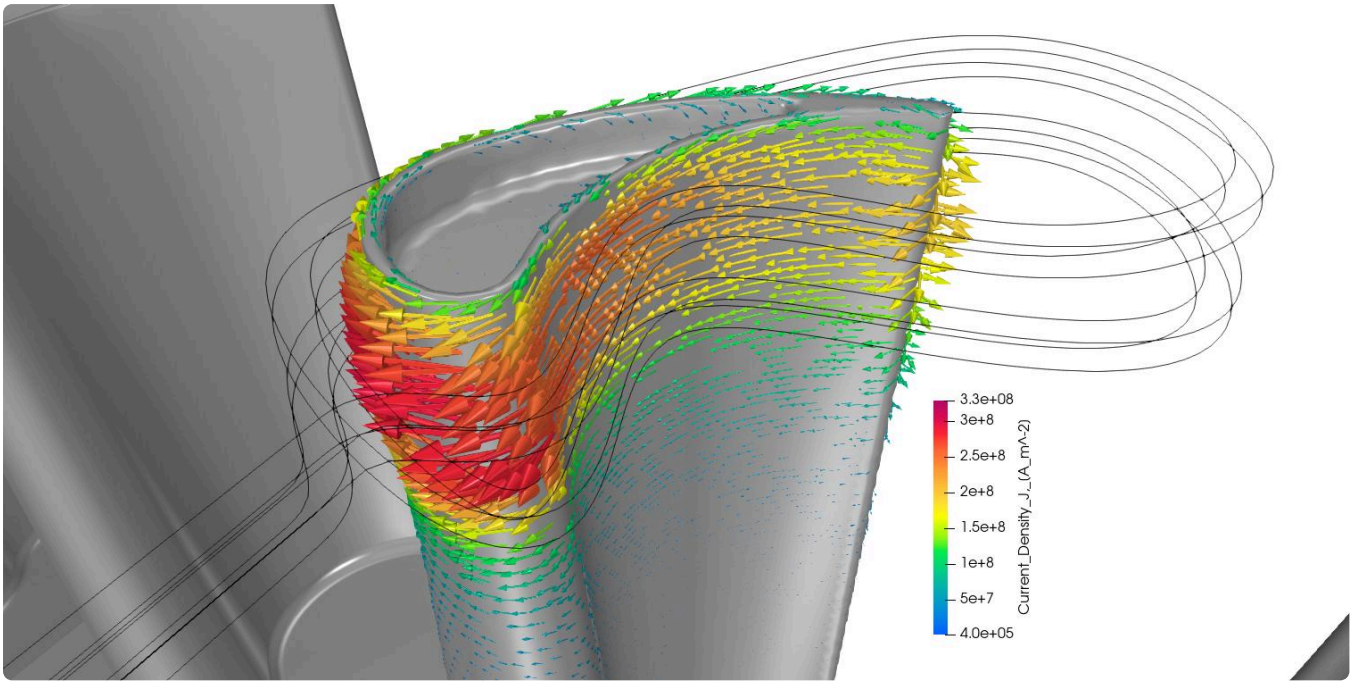
I risultati di simulazione ottenuti consentono inoltre un'indagine del comportamento di processo molto più approfondita di quanto possano offrire le prove di riscaldamento reali. È possibile, ad esempio, osservare il riscaldamento anche all'interno del componente oppure visualizzare il campo magnetico che si genera. Ciò permette di valutare e migliorare induttori nuovi ed esistenti, nonché di definire i parametri per nuovi compiti di riscaldamento. Inoltre, la stampa 3D offre una libertà progettuale molto maggiore, perché non occorre tenere conto di raggi di piegatura minimi o di sezioni predefinite. È così possibile sviluppare geometrie di induttore nuove e innovative, con una guida del campo magnetico ottimizzata e caratteristiche di processo migliorate.



Progettazione di un piano cottura a induzione: le bobine ottimizzate tramite simulazione consentono un riscaldamento più preciso e tempi ciclo ridotti. (Fonte: CENOS)

Riscaldamento più rapido e preciso

Gli induttori progettati con CENOS nel modo descritto e realizzati in rame per via additiva convincono in esercizio grazie a un riscaldamento più rapido e preciso. Ciò consente di ottenere profili di tempra più accurati sul

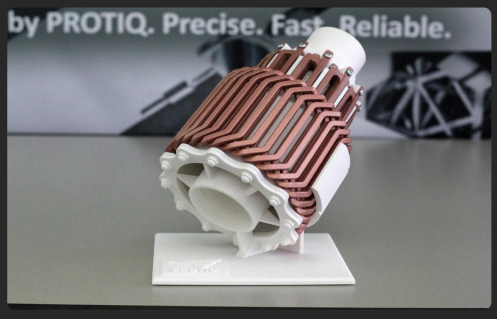


Riscaldamento di una pala di turbina: la simulazione numerica del processo di riscaldamento a induzione e del campo magnetico consente di evitare costose prove sperimentali; i risultati della simulazione permettono un'analisi dettagliata del comportamento elettromagnetico. (Fonte: CENOS)

componente e persino di ridurre i tempi ciclo nella produzione in serie.

Ulteriori informazioni:
www.protiq.com

Impiego innovativo nei motori elettrici

Il procedimento sviluppato da Protiq per la lavorazione del rame puro mediante fusione laser selettiva apre nuove possibilità anche in altri ambiti tecnici. Le buone conducibilità elettriche, fino a 58 MS/m ovvero 100 percento IACS, ne consentono l'impiego in motori innovativi. Grazie alla manifattura additiva è possibile, ad esempio, produrre in pochi giorni prototipi di complessi avvolgimenti hairpin, così da poter eseguire rapidamente test funzionali. Inoltre, i gradi di libertà della stampa 3D permettono di realizzare densità di impaccamento più elevate e potenze di azionamento maggiori in spazi ridotti.

Un esempio in tal senso è l'impiego di pacchi lamellari di nuova concezione, che possono essere prelevati direttamente dalla stampante 3D.