

Con la stampa 3D si sfrutta appieno il potenziale del riscaldamento a induzione

(Articolo tecnico del 2024, autore: Max Wissing, Technology Manager, Protiq GmbH, Blomberg)

La tecnologia di manifattura additiva, nota anche come stampa 3D, è già integrata nei processi produttivi di numerosi settori. Grazie ai progressi degli ultimi anni, il portafoglio di processi e materiali della stampa 3D offre molteplici possibilità. Oltre ai classici prototipi, oggi è possibile anche la produzione diretta di componenti funzionali e persino la produzione in serie. Con i processi industriali di stampa 3D è possibile realizzare con tecnologia additiva, ad esempio, componenti in acciaio ad alta resistenza o componenti in rame puro. La capacità di lavorare con tecnologia additiva tipi di rame ad elevata conducibilità elettrica o rame puro ha aperto nuovi potenziali in particolare nella produzione di sistemi di riscaldamento a induzione.



▼ 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.

Tutti i processi di stampa 3D si caratterizzano per il fatto che i componenti vengono costruiti strato dopo strato, senza che siano necessari stampi o semilavorati. Ciò distingue radicalmente la tecnologia dai metodi di produzione industriale tradizionali come la fresatura CNC, la tornitura CNC, la formatura e la giunzione. La costruzione strato per strato consente di realizzare i componenti in un unico pezzo direttamente dai dati CAD 3D e offre inoltre un'elevata libertà di progettazione nella produzione di geometrie complesse. Allo stesso tempo, la manifattura additiva in qualità industriale richiede una profonda comprensione del processo e molto know-how, soprattutto nella lavorazione di materiali metallici innovativi. Il rame in particolare è considerato difficile da lavorare con tecnologia additiva e ha realmente conquistato il mercato solo negli ultimi anni. In particolare la Protiq GmbH si è fatta un nome da oltre 10 anni nel campo della lavorazione additiva del rame. Già nel 2013 Protiq è riuscita, come primo fornitore al mondo, a lavorare in modo affidabile una lega di

rame ad alta conducibilità elettrica con il 99% di rame mediante il processo additivo di fusione laser (SLM). Questo successo si è basato su un pluriennale lavoro di sviluppo interno. Da allora il processo è stato costantemente migliorato e ulteriormente sviluppato da Protiq, tanto che nel 2019 l'azienda è riuscita, prima al mondo, a offrire anche il rame puro.

Il materiale non contiene ulteriori elementi di lega e corrisponde allo standard di materiale Cu-ETP, con una conducibilità elettrica di 58 megasiemens per metro (MS/m) – ovvero il 100 percento IACS.

La Protiq GmbH si presenta sul mercato come fornitore di servizi di produzione industriale affidabile ed è il centro di competenza per la manifattura additiva all'interno del gruppo Phoenix Contact. Avendo iniziato con la manifattura additiva nel 2010 e con oltre 10 anni di esperienza nella lavorazione additiva di materiali in rame, Protiq si considera con convinzione uno dei leader di mercato in questo campo. Protiq fornisce i componenti stampati in 3D a tutti i settori, ad es. alla costruzione di macchine o a rinomati produttori di sistemi di riscaldamento a induzione in rame.



▼ Il processo sviluppato da ProtIQ per la lavorazione del rame puro ad alta conducibilità mediante fusione laser selettiva (SLM) consente la realizzazione di nuovi design di induttori e di sezioni di bobina innovative, qui mostrate in sezione.

Soprattutto per la produzione di questi utensili di riscaldamento, gli sviluppi di ProtIQ hanno rappresentato una vera e propria rivoluzione.

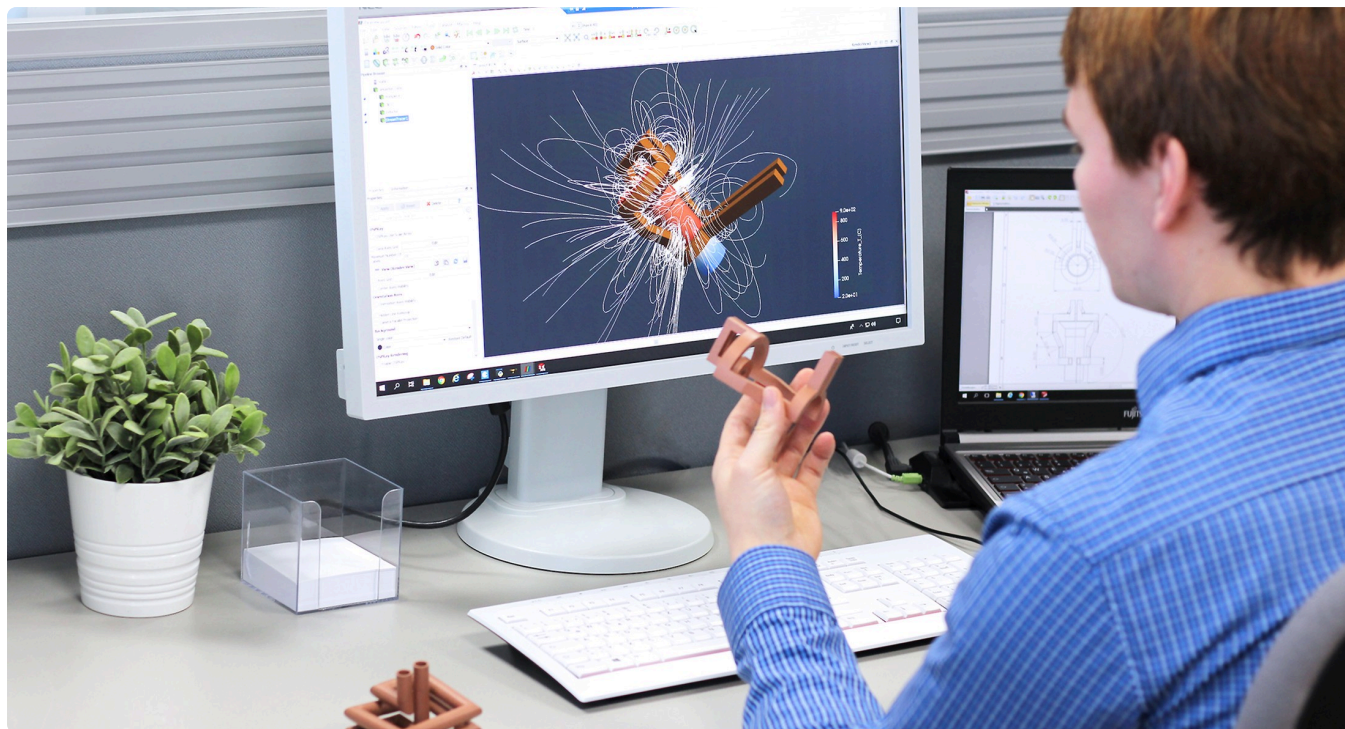
Gli induttori vengono utilizzati in molti settori industriali per il riscaldamento efficiente e preciso di componenti metallici. La geometria della bobina ha un'influenza determinante sul profilo di riscaldamento ed è essenziale in particolare nella tempra superficiale. Requisiti di tempra complessi e precisi si traducono allo stesso modo in requisiti crescenti per le bobine a induzione impiegate. Questi requisiti aumentano ulteriormente con il crescente impiego di simulazioni FEM e di componenti ottimizzati numericamente. Tradizionalmente le bobine utilizzate vengono spesso realizzate a mano, mediante piegatura, taglio e brasatura di semilavorati cavi in rame. Ciò pone limiti evidenti alla complessità possibile della bobina, a causa dei raggi di curvatura minimi, e alla necessaria riproducibilità. In alternativa, le bobine vengono realizzate a partire da singoli componenti fresati CNC e successivamente saldati o brasati. Tutti questi processi sono onerosi, ad alta intensità di manodopera e rendono le bobine impiegate molto costose. Inoltre il processo comporta lunghi tempi di consegna di diverse settimane.

I vantaggi della manifattura additiva consentono di superare questi svantaggi, tanto che la stampa 3D di

bobine a induzione rappresenta un miglioramento sotto ogni aspetto.

Da un lato, le bobine prodotte con tecnologia additiva possono essere realizzate con un impegno manuale nettamente inferiore. Ciò si traduce sia in costi di produzione delle bobine più bassi sia in tempi di consegna notevolmente ridotti. Presso ProtIQ questi si attestano in media tra 5 e 8 giorni lavorativi, anche per bobine molto complesse.

Dall'altro, le bobine beneficiano della maggiore libertà geometrica nel processo di progettazione e produzione. Grazie alla costruzione additiva strato per strato, le bobine possono essere realizzate in un unico pezzo. Ciò elimina l'onere manuale della giunzione e rappresenta inoltre un miglioramento nel funzionamento effettivo di riscaldamento. I punti di saldatura e brasatura nella produzione classica degli induttori costituiscono un evidente punto debole rispetto alle sollecitazioni meccaniche e termiche cicliche. Inoltre, nei punti di brasatura non eseguiti in modo ideale, il flusso di corrente e di acqua di raffreddamento può essere disturbato, con conseguenti surriscaldamenti locali e un ulteriore indebolimento della brasatura. Con il tempo in questi punti si formano cricche che portano a perdite o al guasto completo della bobina. Con la manifattura additiva tali punti deboli non sono più necessari, e la durata utile delle bobine impiegate può così essere prolungata di molte volte.



▼ Le bobine ottimizzate mediante simulazione FEM consentono un riscaldamento più preciso e tempi ciclo ridotti. Le bobine progettate in questo modo sono spesso realizzabili ormai solo con la manifattura additiva.

La maggiore libertà di progettazione della manifattura additiva apre inoltre ulteriori potenziali. Grazie alla produzione direttamente dai dati CAD, le bobine stampate in 3D presentano una ripetibilità nettamente superiore rispetto alle bobine piegate a mano. Inoltre è ora possibile realizzare nuove forme di bobina che finora non erano producibili a causa dei vincoli tecnologici di piegatura o fresatura. In questo modo è possibile ottenere, ad es., processi con tempi ciclo ridotti, una migliore omogeneità in compiti di riscaldamento complessi o un aumento generale dell'efficienza.

Con simulazioni FEM del processo di riscaldamento a induzione sempre più affidabili, è possibile individuare in digitale potenziali di miglioramento nel design delle bobine e nel processo di riscaldamento. Sfruttare appieno questi potenziali presuppone tuttavia spesso geometrie di bobina realizzabili ormai solo con la manifattura additiva.

L'esperienza ha dimostrato che gli induttori prodotti con tecnologia additiva da Protiq possono essere integrati uno a uno nella produzione per sostituire una bobina finora prodotta in modo tradizionale. Allo stesso tempo, la stampa 3D delle bobine presuppone una profonda comprensione della tecnologia di manifattura additiva e della gestione dei parametri. In particolare la preparazione dei dati dei componenti per la produzione, l'orien-

tamento delle bobine nel layout del job di produzione e la successiva rimozione delle strutture di supporto dopo la manifattura additiva richiedono molta esperienza. Poiché i corpi delle bobine devono essere realizzati cavi per garantire il necessario flusso di acqua di raffreddamento, questo aspetto acquista ulteriore peso. Sebbene la necessaria tecnologia impiantistica industriale sia ormai disponibile presso rinomati costruttori di impianti, essa è però molto costosa.

Tutto ciò rende difficile per le singole aziende garantire una produzione interna economica con la necessaria qualità produttiva e il necessario grado di utilizzo degli impianti.

In questo contesto, l'esperienza pluriennale e le capacità concentrate di fornitori di servizi di produzione come Protiq rappresentano un'alternativa sensata alla produzione interna, in particolare nella realizzazione di induttori in rame prodotti con tecnologia additiva.

Oltre alla diffusa lega CuCr1Zr, Protiq offre anche i materiali sviluppati internamente rame RS (RS-Cu) e rame puro non legato. Il rame puro corrisponde alla specifica Cu-ETP e raggiunge in esercizio una conducibilità elettrica di 58 megasiemens per metro (MS/m) – ovvero il 100 per cento IACS (International Annealed Copper Standard). Le bobine prodotte con tecnologia additiva in

questo materiale convincono, grazie alla loro elevata conducibilità, per un comportamento di processo particolarmente efficiente. Il materiale RS-Cu, sviluppato appositamente per gli induttori prodotti con tecnologia additiva, è una lega con il 99% di rame che raggiunge una conducibilità elettrica fino a 50 MS/m. Il materiale offre una maggiore resistenza meccanica pur mantenendo una buona conducibilità elettrica ed è apprezzato da molti clienti in particolare per geometrie di induttori molto complesse. Il materiale, ottimizzato per il processo di manifattura additiva, consente, rispetto ad altri tipi di rame per la manifattura additiva, la massima riproduzione dei dettagli e la migliore qualità superficiale.

Nell'ambito del controllo qualità, le bobine prodotte per via additiva possono essere verificate in termini di conducibilità e tenuta. ProtIQ produce le bobine a tenuta a pressioni dell'acqua fino a 20 bar a partire da uno spessore di parete di 1 mm. Con il materiale RS-Cu, tuttavia, ProtIQ è in grado di realizzare con successo anche bobine con uno spessore di parete fino a 0,5 mm. Ciò presuppone però una valutazione caso per caso, in accordo con il cliente.

Oltre alla propria produzione, l'omonima ProtIQ GmbH gestisce il ProtIQ Marketplace, una piattaforma online per servizi di produzione additiva e classica. Il marketplace mette a disposizione di utenti e fornitori di servizi di produzione un'interfaccia nel campo della stampa 3D industriale e riunisce gli attori in un unico luogo. La piattaforma è orientata specificamente ai requisiti di qualità e alle esigenze degli utenti industriali. A differenza di piattaforme simili, l'attenzione è rivolta in particolare alla trasparenza e alla sicurezza dei dati. Oltre a ProtIQ, sulla piattaforma operano più di 40 fornitori industriali selezionati di servizi di produzione. Il portafoglio del marketplace comprende oltre 12 diversi processi di produzione, con oltre 160 materiali in plastica, metallo o ceramica.

La piattaforma ProtIQ offre ai propri clienti una catena di processo completamente digitale, affinché l'efficienza del processo di manifattura additiva non venga compromessa da processi di ordinazione tradizionali. Dopo il caricamento dei dati 3D dei componenti, gli utenti rice-

vono immediatamente un'indicazione di prezzo automatica e vincolante nonché un tempo di consegna previsto. Ciò consente loro di confrontare diversi processi, materiali e fornitori di servizi di produzione. Un confronto immediato dei processi produttivi in funzione del numero di pezzi supporta l'assegnazione definitiva dell'ordine.

In pochi minuti è possibile generare un'offerta ufficiale e inoltrare l'ordine online.

Per soddisfare i requisiti dei grandi utenti industriali con processi di acquisto consolidati, ProtIQ offre inoltre la possibilità di un'interfaccia API programmata su misura oppure l'ordinazione tramite fornitori di e-procurement collaudati come Meplato o SAP-Ariba.

Per i componenti ricorrenti, la piattaforma ProtIQ offre all'utente un ulteriore valore aggiunto senza costi aggiuntivi grazie a configuratori di prodotto sviluppati internamente. Merita una menzione particolare il configuratore per bobine a induzione semplici. Gli utenti possono creare autonomamente le bobine sulla piattaforma con l'ausilio di cursori e parametri interattivi e adattare individualmente ai rispettivi requisiti. Non è richiesta alcuna esperienza nell'uso di sistemi CAD o nella progettazione. Un controllo di plausibilità garantisce che ogni configurazione sia anche realizzabile.

Per componenti più complessi, che non possono essere rappresentati tramite i configuratori di prodotto e per i quali il cliente non dispone di dati 3D, ProtIQ offre supporto con un servizio di engineering competente. I dati 3D necessari per la manifattura additiva possono essere creati da ProtIQ tramite un servizio di progettazione affidato a un progettista CAD, sulla base di un disegno tecnico 2D oppure mediante reverse engineering tramite scansione TC.

L'azienda convince inoltre con una consulenza personale competente, grazie alla quale è possibile chiarire anche requisiti e condizioni quadro specifici per una potenziale produzione dei rispettivi componenti.

Ulteriori informazioni:

www.protiq.com