



Relazione Tecnica Allegato 1

Affidamento della fornitura di un impianto destinato alla fabbricazione additiva di provini e componenti in materiale metallico

Nell'ambito del laboratorio interdipartimentale IAM@POLITO Center (Integrated Additive Manufacturing @ POLItecnico di Torino) si vogliono sviluppare nuovi materiali metallici e nuovi prodotti additivi con prestazioni ottimizzate. Vi è pertanto l'esigenza di acquisire un'attrezzatura per la realizzazione di provini e componenti in materiale metallico che abbia i requisiti descritti di seguito.

- Tale attrezzatura deve garantire di poter partire da **polveri metalliche** come materiale di partenza per la crescita dei provini/componenti. La taglia massima delle polveri deve poter raggiungere i 180 μm .
- Tale attrezzatura deve portare alla crescita dei provini/componenti apportando il materiale sottoforma di polvere **strato per strato**. L'attrezzatura deve avere la possibilità di depositare strati di spessore fino a 200 μm . Solo in questo modo si può arrivare a processare le polveri come richieste al punto precedente.
- Tale attrezzatura deve essere in grado di dare immediatamente il componente finale. E' eventualmente ammessa solo una minima lavorazione superficiale per ridurre la rugosità superficiale ma non deve richiedere una consistente lavorazione all'utensile. Pertanto è richiesto che l'attrezzatura appartenga alla categoria "**a letto di polvere**" che si differenzia dalla categoria "a polvere spruzzata".
- L'esigenza di eventuali strutture di supporto deve essere minima per limitare successive lavorazioni di rimozione dei supporti e per non alterare le superfici del provino/componente.
- Si richiede che la polvere deposta per generare il letto di polvere, ma che non subisce la fusione selettiva, possa essere recuperata e riciclata per poter essere reinserita in macchina ed utilizzata nei cicli successivi. Pertanto si richiede che venga fornito un **sistema di recupero e riciclo delle polveri**. Tale sistema deve evitare contaminazioni del materiale.
- Per evitare che la polvere in macchina presenti degli aggregati che possono andare a rendere problematico il ciclo successivo, si richiede un **sistema di setacciatura** automatico per eliminare gli aggregati di polvere.
- Si richiede che tale attrezzatura sia dotata di un sistema confinato per l'estrazione del gruppo piattaforma/componenti prodotti/polvere (che può raggiungere pesi anche superiori ai 50 kg) e per la sua movimentazione verso le aree adibite al recupero e riciclo polveri, senza il rischio di perdita di materiale.
- Si richiede che l'attrezzatura sia dotata di un sistema che permetta la visione e il monitoraggio dell'area di costruzione durante il processo di fabbricazione
- I primi materiali con cui si vuole iniziare a lavorare sono gli alluminuri di titanio (o altrimenti detti leghe gamma TiAl). In particolare ci sono numerose composizioni chimiche di alluminuri di titanio ma si ritiene di voler iniziare con la lega ritenuta più standard :**Ti-48Al-2Cr-2Nb** (percentuali atomiche).

Pertanto si richiede che con l'attrezzatura venga fornito un quantitativo di 100 Kg di tali polveri per poter fare l'addestramento delle persone con questo materiale. Il materiale non sarà fornito subito con la macchina, ma sarà richiesto a lotti, sulla base delle necessità legate alle attività di ricerca, fino a esaurire la richiesta iniziale di 100kg

- Non essendo questo un materiale standard, si richiede la fornitura di un quantitativo di 50 Kg Ti64 per fare l'installazione dell'attrezzatura, le verifiche di buon funzionamento e l'accettazione..

- Si richiede che sia immediatamente incluso uno **starter kit con i consumabili** necessari per poter iniziare subito a lavorare (parti di isolamento e protezione termica, catodi, termocoppie, filtri, piattaforme di costruzione.....)

- gli alluminuri di titanio sono fragili e quindi richiedono che l'attrezzatura consenta di limitare gli shock termici per evitare l'insorgere di cricche e limitare le distorsioni. Per questo motivo è necessario che l'attrezzatura possa operare un **preriscaldamento** fino a circa 1000°C e che possa garantire l'uniformità della temperatura della polvere ad ogni strato di polvere deposta. Tale preriscaldamento non deve pertanto essere effettuato riscaldando la piattaforma di lavoro su cui cresce l'oggetto, ma deve essere eseguito ad ogni strato di polvere stesa. Deve inoltre avvenire in tempi molto rapidi, e comunque inferiori a 40 secondi, subito dopo la deposizione della polvere. Solo in questo modo si riesce a garantire l'alta temperatura di preriscaldamento per tutta la durata della crescita (quando il preriscaldamento è fatto agendo sulla piattaforma di crescita, man mano che essa si abbassa si allontana dai nuovi strati depositati e pertanto il preriscaldamento progressivamente diminuisce e risulta diverso tra i primi strati depositati e gli ultimi).

- E' richiesta **un'alta densità di potenza** per portare a fusione anche materiali altofondenti. Di conseguenza si richiede che l'attrezzatura sia ben isolata termicamente.

- E' richiesta **un'elevata velocità di movimentazione della sorgente energetica** (anche superiore a 5000 mm/s) che determina la fusione selettiva della polvere per poter generare il preriscaldamento descritto al punto precedente nonché un'elevata velocità di variazione dei parametri di controllo della sorgente energetica.

- Si richiede di poter lavorare in modalità **multibeam** cioè determinare più di una pozza di fusione della polvere per poter garantire velocità di produzione ma soprattutto contribuire in questo modo a mantenere un'uniformità di temperatura del componente che si sta crescendo per limitare gli shock termici e quindi le distorsioni e garantire uniformità microstrutturale.

- Per soddisfare i punti precedenti tale attrezzatura deve utilizzare un **fascio di elettroni** e non una sorgente laser per generare il preriscaldamento e la fusione selettiva della polvere.

- Tali materiali sono dei materiali molto sensibili alle contaminazioni (es. ossigeno, azoto ecc ecc) pertanto si richiede che l'attrezzatura lavori in **vuoto** (almeno 10^{-4} mbar) , non essendo sufficiente lavorare in atmosfera inerte. Il vuoto è richiesto anche per avere un processo ad alta efficienza, in quanto l'urto degli elettroni con molecole di gas causerebbe una perdita energetica.

- E' richiesto di poter costruire provini/componenti sfruttando tutto il volume di lavoro dell'attrezzatura, pertanto deve essere possibile costruire parti che non richiedano di essere ancorate alla piattaforma tramite strutture di supporto.

- Più in generale, è richiesto che siano limitati i tensionamenti residui nei provini/componenti, che potrebbero essere causa di deformazioni e/o fratture, nonché generare la necessità di aggiungere strutture di supporto. Il preriscaldamento di cui ai punti precedenti è pertanto necessario in via più generale per evitare gradienti termici che sono causa di tensioni residue nei componenti.

- Insieme all'attrezzatura deve essere fornito il software per la verifica dei file STL e per il posizionamento e l'orientamento all'interno del volume di lavoro, al fine di minimizzare l'impiego di supporti, ammettendo anche il nesting 3D.
- **Altri materiali** con cui si vuole lavorare sono: leghe di titanio come Ti6Al4V Ti6Al4V ELI; titanio commercialmente puro; leghe Cobalto-Cromo; superleghe di nichel come Inconel 718, Inconel 625, Renè 80, CMSX 4; rame e sue leghe, acciai inossidabili e acciai da utensili; metalli duri come NiWC; materiali altofondenti come il niobio.
- Si vuole avere la possibilità di realizzare provini di piccole dimensioni ma anche componenti per cui si ritiene che un volume idoneo possa essere del tipo $200 \times 200 \times 350 \text{ mm}^3$ o superiore. Tuttavia si richiede anche che il sistema sia versatile e consenta di restringere l'area di lavoro (indicativamente a $100 \times 100 \text{ mm}^2$) quando si producono provini di piccole dimensioni per la ricerca su nuovi materiali. Questa richiesta ci consente di poter partire con quantitativi minimi di polvere di nuovi materiali, per verificarne l'effettivo interesse e potenzialità prima di procedere ad acquisire maggiori quantitativi di polvere, se confidenti del risultato. Analogamente questa flessibilità permette di confrontare composizioni chimiche di polveri leggermente diverse per scegliere la più prestazionale e con quella partire con un lavoro più ampio.
- Il **sistema deve essere aperto** ossia contenere pacchetti di parametri suggeriti dalla casa madre ma anche offrire la possibilità di editare nuovi parametri in seguito alle ricerche sperimentali di ottimizzazione di parametri che il centro si prefigge così come la possibilità di mettere in macchina nuovi materiali per cui sarà il centro stesso a sviluppare i parametri di produzione.
- Si richiede che il fornitore dell'attrezzatura fornisca **un training** completo sulle modalità di utilizzo della stessa a 4 persone (strutturati del Politecnico di Torino individuati dal Comitato di Indirizzo Scientifico del centro). Tali persone al termine del training devono essere in grado di utilizzare a pieno lo strumento, poter modificare i pacchetti dei parametri standard per poter portare avanti le ricerche di ottimizzazione parametri e poter mettere in macchina nuovi materiali per sviluppare nuove combinazioni di parametri per poter processare componenti con i nuovi materiali. Inoltre è richiesto che tali persone al termine della loro formazione possano a loro volta fare da formatori per altri utenti base.
- Si richiede che il **sistema sia garantito** per 2 anni e che sia incluso un **servizio di manutenzione** per 3 anni che comprenda le parti di ricambio. Per quanto sopra si richiede che l'attrezzatura sia fornita nuova di fabbrica e non usata.
- Dato che si lavora con polveri metalliche si richiedono **due aspiratori certificati ATEX**: uno per effettuare la pulizia della zona di lavoro e il secondo aspiratore è richiesto per la pulizia della macchina, in modo da recuperare le polveri non processate ed evitare eventuali contaminazioni.

Si richiede che l'attrezzatura sia spedita, installata presso il centro e che sempre presso il centro sia verificato il suo buon funzionamento.

Il Gruppo di Ricerca
IAM POLITO