



Sviluppo processi meccanochimici

La sfida del recupero dei trucioli di titanio: un caso di economia circolare

Contesto

Riconosciuto come materia prima critica e strategica dal Critical Raw Materials Act dell'UE, il titanio è essenziale per settori chiave quali l'aviazione, la difesa, lo spazio e la produzione avanzata, grazie all'eccellente rapporto resistenza-peso e alla resistenza alla corrosione. Tuttavia, la catena di approvvigionamento affronta sfide significative a causa di tensioni geopolitiche, dipendenza dalle importazioni e richieste di sostenibilità, con un divario crescente tra offerta globale e domanda prevista in crescita fino al 2030.

Il rapporto [JRC](#) analizza la dipendenza dell'UE e la necessità di diversificazione e circolarità, ipotizzando interventi politici per rafforzare la filiera. Per la lega Ti6Al4V, che rappresenta il 90% del titanio per strutture aeronautiche, il tradizionale processo produttivo presenta un'efficienza estremamente bassa (buy-to-fly ratio fino a 9:1), generando 8 tonnellate di scarti per ogni tonnellata di componente finito. Il nostro laboratorio, in linea con le politiche europee e nazionali sulle materie prime strategiche e con gli obiettivi della [Piattaforma Italiana per l'Economia Circolare \(ICESP\)](#), ha sviluppato un processo di recupero che si configura come una buona pratica di economia circolare.

MAIA - Sviluppo processi meccanochimici

Il laboratorio è equipaggiato con una serie di mulini per il trattamento meccanochimico di materiali metallici. I sistemi in dotazione sono mulini a biglie e a dischi equipaggiati con giare di diverso volume per il trattamento di batch di dimensioni da pochi grammi, a qualche centinaio di grammi ai chilogrammi.

Il processo sviluppato trasforma i trucioli di Ti6Al4V in polveri idonee per la manifattura additiva attraverso tre fasi principali. La macinazione in mulino a dischi vibranti, condotta a secco in aria, riduce i trucioli da alcuni millimetri a particelle fini. Il successivo frazionamento tramite vibrovaglio consente di selezionare le granulometrie idonee (diametro < 74 µm), con una resa della frazione utile di circa il 58%, consentendo la produzione di batch dell'ordine del chilogrammo. Le polveri così ottenute, seppur di dimensioni adeguate, presentano morfologia irregolare e vengono quindi sottoposte a trattamento di sferoidizzazione in un impianto a plasma termico DC presente presso il Centro Enea di Portici. Le particelle, raggiungendo temperature superiori a 10.000 °C in atmosfera riducente (argon/idrogeno), fondono e si solidificano in gocce sferiche con grado di sferoidizzazione superiore all'80%, riducendo inoltre significativamente il contenuto di ossigeno.

Applicazioni e potenzialità

Il processo dimostra la fattibilità del recupero diretto dei trucioli di Ti6Al4V per la produzione di feedstock di alta qualità destinato alla manifattura additiva. Le polveri sferiche ottenute sono idonee per tecnologie di stampa 3D a letto di polvere come la Laser Powder Bed Fusion (LPBF), consentendo la realizzazione di componenti per applicazioni aerospaziali, biomedicali e industriali. Questo approccio riduce la dipendenza dalle importazioni, abbassa l'impatto ambientale della filiera e

promuove un modello produttivo più sostenibile, ponendo le basi per un futuro scale-up industriale. La metodologia rappresenta un esempio concreto di buona pratica di economia circolare applicata a una materia prima strategica, contribuendo alla transizione verso un'industria più efficiente e responsabile.

Bibliografia

- Pentimalli M, Barbieri G, Bergamini F, Fava A, Stifani C. Metodologie per la preparazione di feedstock per la manifattura additiva a partire da trucioli di leghe di titanio, La Metallurgia Italiana 2025, doi: 10.36146/2025_05_07.
- Iovane P, Borriello C, Pandolfi G, Portofino S, Rametta G, Tammaro L, Fedele N, S. Galvagno S, Plasma Technology. 2024;7(1),76-90.
- Iovane P, Borriello C, Pandolfi G, Portofino S, De Girolamo Del Mauro A, Sico G, Tammaro L, Fedele N, Galvagno S. Spheroidization of Alumina Powders for Additive Manufacturing Applications by DC Plasma Technology. Molecules 2025;30:453.
- Fava A, Pentimalli M, Stifani C, Iovane P, Fedele N, De Girolamo Del Mauro A, Galvagno S. Riciclo sostenibile di trucioli Ti6Al4V mediante macinazione, setacciatura e plasma termico. La Metallurgia Italiana 2026 – sottomesso, in revisione.

