

SVILUPPO DI METODOLOGIE INNOVATIVE PER L'INDURIMENTO SUPERFICIALE DI STAMPI IMPIEGATI NELLA LAVORAZIONE DI MATERIALI TERMOPLASTICI

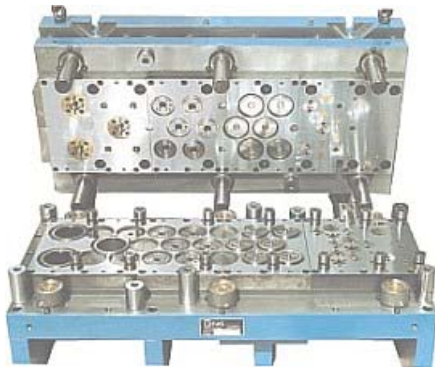
Studio di fattibilità finanziato dal Parco Scientifico e tecnologico della Liguria
Docup Obiettivo 2 (2000-2006), Misura 3.7, Sottomisura D
Diffusione e Trasferimento dell'Innovazione

PREMESSA

L'industria manifatturiera dei prodotti plastici deve far fronte all'evoluzione dei mercati che, dagli anni '70, ha determinato un forte aumento del numero di varianti dei prodotti e del loro grado di complessità, unito ad un minore ciclo di vita ed a tempi più rapidi di consegna.

Per tali motivi, risulta sempre più necessario individuare un materiale che permetta di realizzare stampi in tempi brevi e con lavorazioni economiche.

Da questi punti di vista, materiali particolarmente interessanti sono sicuramente le leghe di alluminio.



I materiali utilizzati per realizzare gli stampi devono tuttavia possedere specifiche caratteristiche, determinate da condizioni di lavoro particolarmente gravose. Il processo di stampaggio è infatti caratterizzato da elevate pressioni e da tempi ciclo estremamente brevi. Queste condizioni operative determinano fenomeni, quali l'usura, la corrosione, il ciclaggio termico e le sollecitazioni dinamiche, che tendono a deteriorare lo stampo.

Le parti degli stampi che subiscono maggiori sollecitazioni, e di conseguenza un maggiore degrado, sono le superfici di contatto dei semi-stampi. Queste parti sono soggette sia a sollecitazioni meccaniche, dovute alla velocità di accostamento dei semistampi ed alla pressione che agisce sulle pareti dell'impronta, sia a sollecitazioni termiche, dovute alla temperatura del materiale che viene iniettato nello stampo, alla geometria delle cavità ed al tipo di sistema di refrigerazione realizzato. Tali sollecitazioni possono

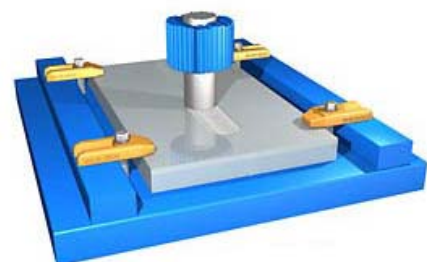
provocare deformazioni plastiche, formazione di cricche e rotture dello stampo stesso.

Le leghe d'alluminio presentano una buona lavorabilità alle macchine utensili, una eccellente conducibilità termica ed elettrica ed un basso peso specifico, tutti elementi che candidano questi materiali a sostituire gli acciai nella costruzione di stampi per materiali termoplastici.

Le principali controindicazioni delle leghe di alluminio sono la duttilità e la bassa resistenza all'usura, elementi che ne hanno sempre pregiudicato l'utilizzo in passato, nel campo della realizzazione di stampi.

OBIETTIVO

L'obiettivo dello studio è stato quello di studiare una nuova tecnologia di indurimento superficiale, denominata Friction Stir Surfacing (FSS), che rende possibile un incremento delle caratteristiche meccaniche di queste leghe, proponendo gli alluminio come materiale adatto alla realizzazione di attrezzature per lo stampaggio dei materiali termoplastici.



RISULTATI DELLA RICERCA

A differenza di altri metodi di indurimento superficiale, che donano alle leghe elevatissime caratteristiche di durezza e resistenza ad usura a scapito della conduttività termica e della tenacità, la tecnologia FSS eleva la durezza del materiale e ne aumenta notevolmente la tenacità conservandone comunque tutti i pregi.

L'aumento della durezza delle superfici e l'incremento della tenacità evitano problemi quali le fessurazioni da usura ed accrescono notevolmente la resistenza al ciclaggio termico.

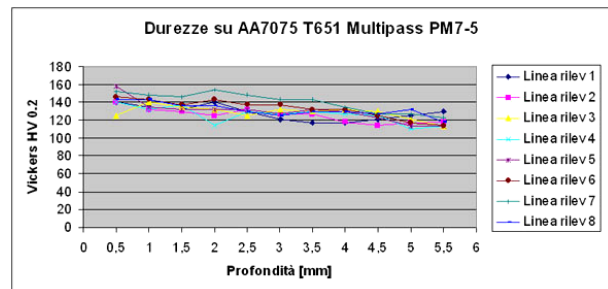
Il processo FSS è un processo che deriva direttamente dalla Friction Stir Welding (FSW), moderna tecnologia di saldatura. La FSW, inventata e sviluppata nel 1991 dal The Welding Institute (TWI), sfrutta il concetto di riscaldamento per generazione di attrito ed il rimescolamento meccanico del materiale portato allo stato plastico. Il processo, che può essere applicato a leghe ferrose e non ferrose, si adatta con successo all'unione di pezzi in lega leggera (leghe di alluminio e magnesio) e compositi a matrice metallica. La macchina, utile alla realizzazione delle giunzioni FSW ed al processo di indurimento FSS, è una macchina utensile, di concezione analoga ad una fresatrice, che deve garantire una sufficiente rigidità e deve essere in grado di applicare al mandrino la forza necessaria alla corretta realizzazione del processo.

La tecnologia FSS è stata applicata su tre leghe di alluminio, possibili candidate per la realizzazione degli stampi, una AA5083 H111, una AA6082 T6 ed una AA7075 T651. Sulle leghe utilizzate sono state eseguite delle prove preliminari per il settaggio dei parametri di lavorazione. Essendo la FSS una tecnologia ancora nuova ed in fase di sviluppo, infatti, si è sentita l'esigenza di provare diversi parametri operativi, al fine di produrre un trattamento omogeneo e privo di difettosità. Le piastre di prova sono state analizzate mediante esami visivi, radiografici, prove di microdurezza e analisi macro e micrografiche.

Trovati i parametri ottimali, sono stati eseguiti i trattamenti superficiali su piastre di dimensioni 100x300x25. L'aumento della durezza delle superfici è stato valutato mediante prove Vickers HV 0,2: sulla lega da trattamento termico AA7075 T651 sono stati registrati incrementi dell'ordine del 30%.

Individuato, quindi, il materiale che meglio rispondeva all'azione di indurimento mediante tecnologia FSS, si è provveduto a trattare, fino ad una profondità di 5 mm, un blocco di dimensioni 360x105x115 mm, da cui sono stati successivamente ricavati due tasselli, di dimensioni 80x80x50 mm, da inserire nei porta-stampi per i test finali. Le prove di stampaggio sono state realizzate con una macchina Arburg 470C e sono state effettuate sia su provini trattati sia su provini non trattati, al fine di valutare una oggettiva differenza. I parametri utilizzati nella prova sono:

- numero di colpi: 4000;
- frequenza: 4 aperture/min;
- forza di chiusura: 5000 kg.



danneggiamento dei tasselli.

CONCLUSIONI

Il processo FSS può essere realizzato attrezzando, con un adeguato utensile, una comune fresatrice, che non deve necessariamente essere dedicata a questa lavorazione. L'investimento dedicato al processo FSS si può quindi considerare limitato all'utensile, che presenta costi molto variabili ma comunque esigui.

Un vantaggio significativo dato dalla FSS, rispetto a tutti gli altri processi, è quello di assicurare un trattamento non solo superficiale ma che interessa una certa profondità (4-10 mm), per cui, in caso di danneggiamento della superficie di contatto, questa può venire ripristinata con una lavorazione meccanica, senza dover procedere ad un nuovo trattamento superficiale.

Incrementi di durezza superficiale pari al 30% sono purtroppo da ritenersi non validi a giustificare un significativo investimento nello sviluppo tecnologico di questa applicazione nel mondo dello stampaggio di materiale termoplastico.