

Caratterizzazione sperimentale di leghe di ottone per lo stampaggio a caldo in DEFORM

Dati materiali sperimentali per simulazioni predittive ad alta affidabilità · Edizione 2026

1. Premessa

Ecotre Valente Srl, in collaborazione con ALMAG Spa, ha condotto un programma di caratterizzazione sperimentale delle proprietà plastiche di tre leghe di ottone destinate allo stampaggio a caldo. L'obiettivo è quello di fornire agli utilizzatori del software di simulazione DEFORM dati materiali di elevata qualità, ottenuti con le più recenti metodologie di prova, per incrementare significativamente l'affidabilità e la predittività delle simulazioni numeriche del processo di formatura.

Il presente documento descrive le leghe caratterizzate, la metodologia adottata, i campi di applicazione industriale e i benefici attesi dall'impiego di questi dati nelle simulazioni con DEFORM.

2. Contesto industriale

La simulazione digitale del processo di stampaggio a caldo è uno strumento ormai consolidato per la progettazione e l'ottimizzazione degli stampi, la previsione del flusso di materiale e la riduzione dei tempi di messa a punto in reparto. Tuttavia, l'accuratezza di una simulazione dipende in modo critico dalla qualità dei dati del materiale impiegati nel modello.

In assenza di dati sperimentali affidabili, le simulazioni si basano su curve di flusso generiche, spesso derivate da letteratura datata o da leghe non perfettamente corrispondenti a quelle effettivamente lavorate. Questo limite si traduce in una discrepanza tra il comportamento previsto dalla simulazione e quello reale osservato in produzione, con conseguenze dirette su:

- Necessità di un maggior numero di prove fisiche sullo stampo
- Aumento degli scarti in fase di avviamento e produzione
- Imprecisioni nella stima del tonnellaggio richiesto e nella selezione della pressa
- Allungamento dei tempi di industrializzazione del componente

La caratterizzazione sperimentale condotta da Ecotre e ALMAG interviene esattamente su questa criticità, fornendo dati materiali misurati in condizioni rappresentative del processo reale.

3. Leghe caratterizzate

Le prove sperimentali hanno interessato tre leghe di ottone di largo impiego industriale nello stampaggio a caldo, selezionate per la loro rilevanza nei principali settori applicativi:

Designazione	Tipologia	Caratteristiche principali
CW617N	CuZn40Pb2	Lega standard per stampaggio a caldo. Eccellente lavorabilità e buona resistenza meccanica. Ampio utilizzo in rubinetteria e valvolame.
CW724R	CuZn21Si3P	Lega ad alte prestazioni con elevata resistenza alla dezincificazione e alla corrosione. Impiegata in componenti per acqua potabile e ambienti aggressivi.
CW510L Pb<0,1%	CuZn42 low lead	Lega a basso contenuto di piombo, conforme alle normative europee più restrittive sul contatto con acqua potabile. Crescente adozione in sostituzione delle leghe tradizionali.

Tabella 1 — Leghe di ottone oggetto della caratterizzazione sperimentale.

I campioni utilizzati per le prove sono stati prelevati da barra di produzione ALMAG, garantendo la piena rappresentatività del materiale rispetto a quello effettivamente impiegato nei processi di stampaggio industriale.



4. Metodologia di caratterizzazione

La caratterizzazione sperimentale è stata condotta attraverso prove di compressione a caldo su provini cilindrici, secondo le più recenti metodologie riconosciute dalla comunità scientifica e industriale per la determinazione delle curve di flusso plastico dei metalli.

4.1 Parametri di prova

Le prove sono state eseguite coprendo gli intervalli di temperatura e di velocità di deformazione tipici delle principali tipologie di presse impiegate nello stampaggio a caldo dell'ottone:

Parametro	Intervallo coperto	Rilevanza industriale
Temperatura	Campo di temperature tipiche dello stampaggio a caldo dell'ottone	Rappresentativo delle condizioni operative reali di formatura
Velocità di deformazione	Ampio intervallo coprente diverse tipologie di pressa	Presse a vite, meccaniche, idrauliche e a movimenti indipendenti (elettriche)

Tabella 2 — Parametri di prova e corrispondenza con le condizioni industriali.



4.2 Risultato della caratterizzazione

Per ciascuna lega è stato generato un set completo di curve di flusso plastico (stress-strain) in funzione della temperatura e della velocità di deformazione.

Questi dati sono stati processati e formattati per l'inserimento diretto nella libreria materiali di DEFORM, dove sono selezionabili dall'utente nella sezione dedicata agli ottoni.

5. Settori di applicazione e contesto d'uso

I dati materiali ottenuti dalla caratterizzazione sperimentale trovano applicazione diretta nella simulazione digitale dei processi di stampaggio a caldo nei seguenti settori industriali:

Settore	Componenti tipici	Leghe più utilizzate
Rubinerteria e valvolame	Corpi rubinetto, saracinesche, sedi valvola, raccordi	CW617N, CW724R, CW510L
Impiantistica idro-sanitaria	Fitting, raccordi a pressione, collettori, derivazioni	CW617N, CW510L
Componentistica automotive	Raccordi, innesti rapidi, componenti per circuiti fluidi	CW617N, CW724R
Gas e distribuzione fluidi	Valvole a sfera, riduttori di pressione, regolatori	CW617N, CW724R
Componenti elettrici e meccanici	Morsetti, connettori, boccole, perni, ingranaggi	CW617N

Tabella 3 — Principali settori applicativi e componenti interessati dalla caratterizzazione.

5.1 Tipologie di presse coperte

L'intervallo di velocità di deformazione esplorato copre le condizioni operative delle principali tipologie di macchine impiegate nello stampaggio a caldo dell'ottone:

- **Presse a vite** — caratterizzate da elevate velocità di deformazione nella fase di impatto
- **Presse meccaniche** — con profilo di velocità legato alla cinematica della biella-manovella
- **Presse idrauliche** — con velocità di deformazione controllabile e generalmente più contenuta
- **Presse a movimenti indipendenti dei carri (idrauliche ed elettriche)** — sistemi di ultima generazione con controllo indipendente dei movimenti

6. Benefici attesi dall'impiego dei dati sperimentali

L'adozione di dati materiali ottenuti da caratterizzazione sperimentale in sostituzione di dati generici o di letteratura comporta benefici misurabili su diversi aspetti del processo di industrializzazione:

6.1 Affidabilità della simulazione

Le curve di flusso sperimentali, specifiche per ciascuna lega e validate su barra di produzione, riducono la distanza tra il modello numerico e il comportamento reale del materiale durante lo stampaggio. Le simulazioni con DEFORM diventano significativamente più precise in termini di riempimento dello stampo, distribuzione delle deformazioni e stima dei carichi sulla pressa.

6.2 Riduzione delle prove fisiche

Una simulazione più accurata consente di ridurre il numero di prove stampo necessarie in fase di messa a punto, con un risparmio diretto in termini di tempo macchina, materiale e risorse operative impegnate.

6.3 Riduzione degli scarti

La migliore previsione del flusso di materiale e dei difetti potenziali (ripiegamenti, mancati riempimenti, cricche) permette di intervenire sulla geometria dello stampo e sui parametri di processo prima della produzione, riducendo gli scarti sia in avviamento che a regime.

6.4 Supporto alla selezione della macchina

La stima accurata del tonnellaggio richiesto per la formatura, ottenuta dalla simulazione con dati sperimentali, supporta la corretta selezione della pressa in fase di preventivo e pianificazione, evitando sovra- o sotto-dimensionamenti.

6.5 Ottimizzazione del preventivo

La possibilità di determinare con maggiore precisione il processo produttivo necessario (macchina, numero di colpi, ciclo termico) si traduce in preventivi più accurati e in una maggiore competitività dell'offerta commerciale.

7. Integrazione nella libreria DEFORM

Per coloro che vorranno utilizzare i dati sperimentali delle tre leghe caratterizzate, le informazioni verranno rese disponibili all'interno della libreria materiali di DEFORM, nella sezione dedicata alle leghe di ottone. L'utente potrà selezionare direttamente la lega di interesse e associarla al proprio modello di simulazione, senza necessità di operazioni manuali di importazione o formattazione dei dati.

L'integrazione nativa nella libreria garantisce la piena compatibilità con tutti i moduli di DEFORM dedicati allo stampaggio a caldo, inclusi i modelli termomeccanici accoppiati.

8. Sintesi

Ecotre Valente e ALMAG hanno completato la caratterizzazione sperimentale delle leghe di ottone CW617N, CW724R e CW510L ($Pb < 0,1\%$) per lo stampaggio a caldo. I dati materiali risultanti, ottenuti con le più recenti metodologie di prova e validati su barra di produzione, sono integrati nella libreria DEFORM e verranno resi disponibili ai clienti del software che desiderano usufruirne.

L'impiego di questi dati consente di elevare significativamente il livello di affidabilità delle simulazioni numeriche, con ricadute concrete sulla riduzione delle prove fisiche, degli scarti e dei tempi di industrializzazione.