



FORGE 2009 Release Notes

Nel mese di dicembre 2009 è stato rilasciato da Transvalor il nuovo pacchetto di simulazione Forge 2009®, lo strumento ideale per la simulazione dell'intero processo di stampaggio a caldo o a freddo dei più svariati componenti (alberi, giunti, ingranaggi, flange, raccordi, cuscinetti, bulloni, viti, fasteners, ...). È possibile simulare la sequenza completa di un processo di forgiatura multistadio con una cinematica degli stampi anche molto complessa (stampi flottanti o pre-caricati), seguita da raffreddamenti, tranciatura bave e/o trattamenti termici.

Forge 2009® è la logica evoluzione di Forge2008® ed è un software di simulazione FEM dedicato alla simulazione di processi assialsimmetrici (2D) e di qualsivoglia geometria (3D), che è stato sviluppato seguendo le indicazioni degli utilizzatori.

Forge 2009 - ottimizzazione dei processi di forgiatura

La principale novità introdotta nella nuova release è la possibilità di effettuare una procedura automatica di ottimizzazione per un determinato progetto in una o più operazioni. Già nelle versioni precedenti era stato introdotto il concetto di "chaining", che consentiva di impostare una intera sequenza di stampaggio e concatenare le singole operazioni in un unico calcolo, trasferendo in automatico i risultati tra le stazioni. Oggi

è possibile definire delle variabili in ingresso sulla prima operazione, come ad esempio le dimensioni caratteristiche della billetta o altri parametri quali per esempio la corsa della pressa, chiedendo al software di ricavare i migliori risultati per degli obiettivi definiti dall'utente, come per esempio il migliore riempimento delle impronte nell'ultima operazione o la richiesta di un pezzo privo di ripieghe o ancora la minimizzazione del carico pressa. Il modulo di ottimizzazione

effettua una serie di "run", valutandone i risultati e modificando le variabili in ingresso, in modo da ottenere i migliori risultati possibili. Le varie configurazioni sono classificate in funzione della combinazione di obiettivi raggiunti, consentendo di individuare le configurazioni migliori.

Il progettista, che in precedenza testava con Forge solo un numero limitato di ipotesi, può limitarsi ora a definire, mediante una interfaccia user-friendly, le variabili, i vincoli del processo e gli obiettivi da raggiungere, lasciando a Forge il compito di esplorare un numero decisamente maggiore di configurazioni: le migliori possono essere magari ipotesi che

il progettista non avrebbe considerato. Grazie all'esperienza maturata utilizzando questo strumento, Transvalor, l'azienda che sviluppa il software, intende aggiungere altre variabili ed obiettivi che possono essere gestiti dall'utente nelle versioni successive.

In caso fosse necessario utilizzare uno strumento più flessibile ed in grado di consentire un'analisi più accurata dei risultati, è



possibile interfacciare il software con il software modeFRONTIER prodotto da ESTECO e distribuito da Enginsoft; è possibile in questo caso sfruttare i nodi diretti verso i principali CAD e modificare le geometrie di pezzo o stampi, importandole quindi in Forge, per lanciare poi il calcolo ed utilizzare gli strumenti avanzati del programma per l'analisi degli obiettivi.

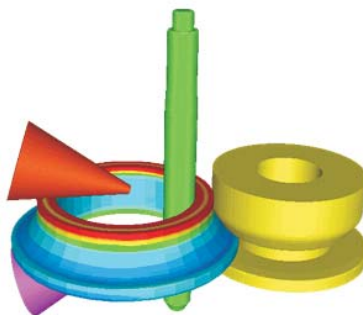
Il processo di laminazione circolare - ring rolling

L'esperienza accumulata grazie ai diversi utilizzatori del software per il processo di ring-rolling ha consentito a Transvalor di introdurre una serie di migliorie al modello utilizzato, che hanno portato ad un deciso miglioramento della qualità dei risultati, con una riduzione dei tempi di calcolo nell'ordine del 30% rispetto alla versione precedente. Tra le novità più significative, la possibilità di inserire la curva di laminazione che normalmente viene impostata dall'operatore del laminatoio, ed ottenere in automatico le curve di movimento di coni e mandrino per Forge. Per il mandrino, la velocità può anche essere modulata in funzione della crescita del diametro esterno dell'anello. Il nuovo modello consente ora anche di rilevare la velocità di rotazione del mandrino folle per effetto del contatto con il pezzo.

Molto lavoro è stato dedicato al miglioramento delle routine di calcolo: i nuovi algoritmi PETSC consentono di risolvere profili anche molto complessi in tempi molto inferiori ai precedenti, con una precisione di risultati decisamente maggiore grazie all'introduzione di nuove funzioni di contatto.

Il processo di fucinatura - nuovi strumenti disponibili

Il processo di forgiatura/fucinatura è caratterizzato da un numero molto elevato di passate, ognuna con diversi colpi ed una movimentazione del pezzo anche complessa con dei tempi di attesa tra ogni colpo/passata. Il modello precedente, presente in Forge2008, è stato ulteriormente arricchito di funzioni, tra le quali i tempi morti tra due colpi consecutivi, nel quali viene calcolato il raffreddamento del pezzo, l'arresto del calcolo una volta che il pezzo è uscito

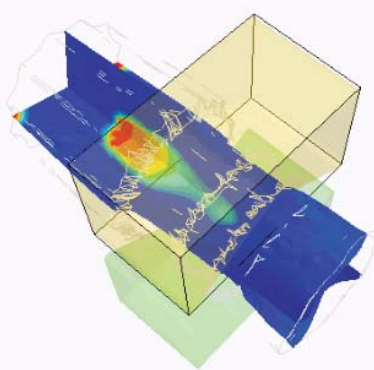
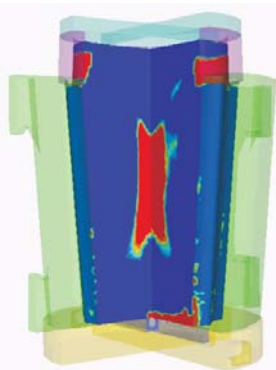




dagli stampi, una migliore gestione degli scorrimenti del pezzo rispetto agli stampi grazie all'uso di manipolatori. Dal punto di vista operativo, la miglioria principale è una modifica e semplificazione delle modalità di definizione delle passate, attraverso un nuovo formato di file generato in automatico dal programma.

Le lavorazioni di fucinatura hanno l'obiettivo di chiudere le porosità, che sono causate dal processo di colata del lingotto e che hanno una notevole influenza sulla qualità del pezzo finito. Transvalor ha dedicato molte energie per implementare questo aspetto in Forge: è stata aggiunta la possibilità di definire sul lingotto una distribuzione iniziale di porosità e tra i risultati la possibilità di visualizzare la chiusura di tali porosità. La distribuzione iniziale di porosità può essere ottenuta anche mediante l'uso di un altro software di Transvalor, Theracast, dedicato alla simulazione del processo di colata e raffreddamento in lingottiera ed in grado di calcolare la formazione di porosità con il criterio di Yamanaka. I risultati calcolati da Theracast possono essere trasferiti direttamente in Forge, per ottenere una distribuzione molto realistica delle porosità nel lingotto iniziale.

Altro aspetto fondamentale in questo tipo di processi è l'evoluzione del



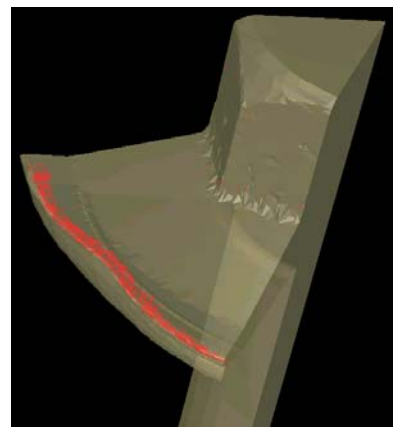
grano cristallino funzione della ricristallizzazione. Forge da questa versione è in grado di seguire l'evoluzione del grano cristallino per effetto della ricristallizzazione statica e dinamica, basandosi sulle definizioni dei materiali provenienti da prove sperimentali e dal software JmatPro: sono disponibili i dati di alcune leghe molto particolari e critiche per questi aspetti, quali: acciaio AISI316L, Inconel 718, Waspalloy ed alcuni acciai al manganese.

Stampaggio lamiere - anisotropia

Nel campo dello stampaggio ed imbutitura delle lamiere gli effetti legati all'anisotropia del materiale sono rilevanti. Nella nuova versione di Forge è stato introdotto un nuovo modello di materiale nel quale è possibile specificare i parametri di anisotropia secondo il modello di Hill. Il solutore è stato quindi adeguato per tener conto di questa nuova definizione e nel post-processore sono stati aggiunti dei risultati in grado di consentire una migliore comprensione di questi effetti

Contatto materiale-materiale e ripieghe

Grazie alle esperienze provenienti dagli utilizzatori, soprattutto nel campo dello stampaggio dei materiali non ferrosi (ottone ed alluminio), si è evidenziata la necessità di ripensare il modo nel quale il software evidenzia la formazione e l'evoluzione delle ripieghe. Sono state quindi messe a punto delle nuove funzioni di contatto in grado di gestire in maniera più efficiente le situazioni, ove il materiale ripiega su se stesso. Contemporaneamente è stato sviluppato un nuovo approccio per la visualizzazione dei difetti nel post-processore: quando due lembi di materiale vengono in contatto tra loro, si genera un tracciante, il cui movimento nel resto della



corsa di stampaggio consente di valutare con una notevole precisione forma e dimensioni delle ripieghe. Oltre alla localizzazione delle ripieghe, che era già presente nella precedente versione, il progettista è in grado di comprendere se, effettivamente, il difetto interessa il pezzo e per che spessore o se esce verso le bave e quindi non è critico per la qualità del pezzo. Effetti indotti di questi miglioramenti al motore di calcolo sono stati una riduzione dei tempi di calcolo stimabile mediamente dal 20% al 30% a seconda del numero di nodi utilizzato e del tipo di calcolo impostati, miglioramento riscontrato sia sulle configurazioni singolo processore, che sulle più potenti piattaforme cluster.

Un nuovo "wizard" per lo stampaggio a freddo

Nella versione 2008 è stato introdotto il concetto di "wizard", uno strumento in grado di guidare passo-passo l'utente nella creazione della singola operazione, utile soprattutto per i neofiti, che possono creare con pochi parametri un progetto pronto per essere risolto. Nella versione 2009 è stato aggiunto un wizard per lo stampaggio a freddo.

Molte le migliorie introdotte nel pre- e nel post-processing

Per Transvalor le linee di sviluppo del software sono sempre guidate dai suggerimenti degli utenti. Nella nuova versione diverse sono le migliorie apportate, che riassumiamo di seguito.

1. Pre-processore e template di processo

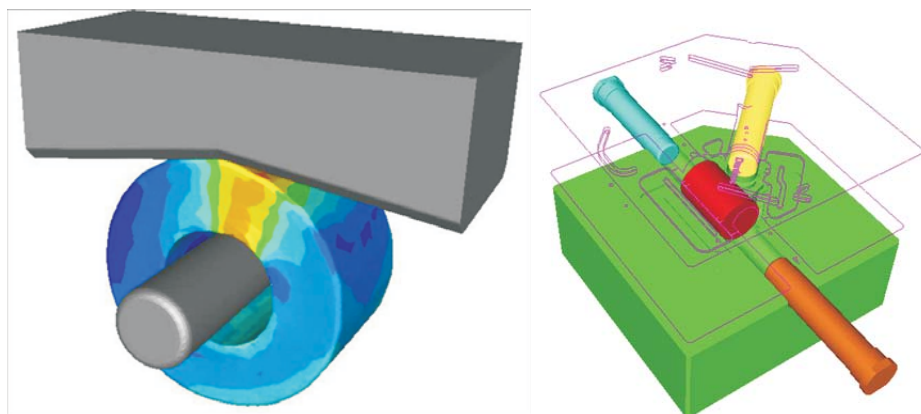
Diverse migliorie minori molto utili sono state introdotte nelle finestre di impostazione dei progetti. Nel pre-processore l'attenzione si è concentrata, in particolar modo, sul miglioramento di alcuni template di processo, i modelli che servono da base per l'impostazione di tipologie particolari di calcolo.

Per quanto riguarda il modello delle presse ad energia, pressa a vite e maglio, è stato riformulato invece il modello in grado di tener conto dell'efficienza della macchina al procedere dei colpi ed è stata aggiunta la possibilità di inserire un tempo di pausa prima dell'inizio



dello stampaggio, con il risultato che ora le temperature del pezzo all'inizio del processo sono molto più precise.

Per quanto riguarda lo stampaggio di ottone, nelle configurazioni di stampaggio a forare, ora è possibile introdurre carrelli inclinati, seguire lo stampaggio di più particolari (multi impronta), valutare con precisione i carichi su ogni punzone in funzione della resistenza del cuscinio. Sono in corso modifiche ancora più rilevanti per questo modello, con la possibilità di gestire configurazioni a forare più complesse o a campana. Sempre in



tema di cinematiche molto complesse, sono stati messi a punto nuovi modelli di stampi flottanti in traslazione e rotazione, ma anche di stampi "slave" sia in traslazione, che in rotazione, collegabili al movimento di altri stampi "master".

Per quanto riguarda la laminazione, sono stati sviluppati nuovi strumenti in grado di creare, per rivoluzione, il profilo dei rulli a partire da un profilo 2D, la cui forma può essere modificata direttamente nel pre-processor, muovendo o trascinando in nodi del profilo.

Parlando poi delle funzioni comuni a tutti i progetti, è proseguito il miglioramento delle funzioni di meshatura da geometrie STL, con una qualità decisamente superiore rispetto alle versioni precedenti.

2. Solutore

L'evoluzione della parte del software relativa al calcolo ha seguito due filoni principali. Le routine di calcolo sono state sensibilmente migliorate, ottenendo una migliore qualità della mesh, in grado di rispettare meglio la forma degli stampi, una maggiore stabilità del solutore soprattutto per configurazioni multi-processore e/o multi-core e, di conseguenza, tempi di calcolo significativamente minori (-20-30% a seconda dei casi) rispetto alla versione precedente. Il solutore è stato inoltre modificato per tener conto degli effetti di anisotropia del materiale e tutta una serie di nuove opzioni impostabili nei modelli dedicati ai singoli campi di applicazione: per esempio i raffreddamenti prima dello stampaggio nel modello della pressa a vite, nuove funzioni PETSC per la laminazione circolare, nuove funzioni per il tracciamento delle ripieghe. Per quanto riguarda il secondo aspetto, l'interfaccia per il lancio dei calcoli è stata ulteriormente evoluta e si presenta ora con delle nuove funzioni e scorciatoie per le operazioni più comuni.

3. Post-processor

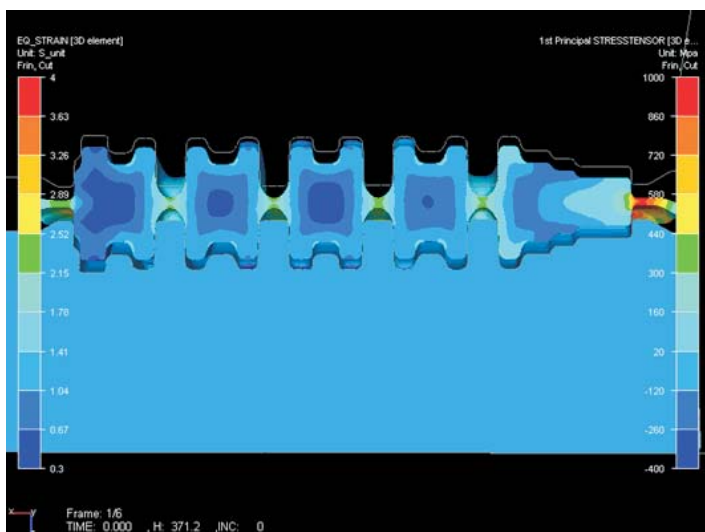
Lo sviluppo del post-processor, funzione delle richieste degli utilizzatori, ha riguardato diversi aspetti. Tra i più utili in evidenza la creazione di un cubo di navigazione, che rende immediata la rotazione del modello nelle viste ortogonali agli assi principali. Sempre nella direzione di una migliore gestione del punto di vista scelto, è stata implementata la possibilità di salvare il "workspace": l'utente carica i risultati di interesse (scalari, vettoriali, plot) anche per più progetti da confrontare,

sceglie il punto di vista e le opzioni grafiche, carica eventuali animazioni e salva il "workspace". Caricando questo file, vengono quindi ripristinate tutte le scelte dell'utente, opzione che consente un notevole risparmio di tempo nella fase di analisi dei risultati.

La vista dei soli risultati in superficie non consente una valutazione di quanto realmente succede all'interno del pezzo: per questo scopo si utilizzano dei piani di sezione. Tra le nuove funzionalità introdotte per questo strumento, le più significative sono la possibilità di muovere il piano attorno ad un asse, la possibilità di selezionare dei punti sul piano, rilevandone i valori calcolati, e la possibilità di ottenere un grafico dell'area del piano in funzione della corsa impostata. Sempre per questo strumento risulta utile la possibilità di esportare il profilo del piano in formato dxf ed in coordinate XY, che può quindi essere utilizzato in qualsiasi CAD, ma anche la possibilità di salvare, in un

determinato istante della corsa, una animazione che mostri il piano di taglio che scorre attraverso il pezzo in una determinata direzione, o secondo una rotazione attorno ad un asse. È così possibile valutare in una unica animazione cosa accade nelle varie sezioni del pezzo.

Sempre in termini di strumenti di interfaccia con strumenti CAD o FEM, da ricordare la possibilità di esportare in formato .STL, scegliendo quali oggetti esportare e la possibilità di generare un file .UNV (I-deas universal file), che contiene sia la forma, ma anche tutti i risultati calcolati: è possibile quindi trasferire ad un altro strumento FEM quanto calcolato in Forge, per effettuare altri tipi di analisi, ad esempio del





pezzo nelle condizioni di carico corrispondenti alla sua messa in opera. Degno di nota è inoltre il miglioramento dell'interfaccia di esportazione .vtf, che consente di esportare l'animazione di un risultato in una forma ove l'utente ha la possibilità di cambiare il punto di vista e/o lo zoom. Con il nuovo visualizzatore GView Express, scaricabile gratuitamente, è ora possibile visualizzare nello stesso file più risultati, rendendo decisamente più agevole la comunicazione delle informazioni tra colleghi o verso l'esterno.

Miglioramento continuo del database dei materiali

Il database dei materiali è sempre stato uno dei punti cardine di Forge, con le curve di deformazione a caldo ed a freddo, le caratteristiche elastiche e le proprietà termiche di oltre 800 leghe ferrose e non ferrose. In questa versione sono stati aggiunti una serie di materiali provenienti dal programma JmatPro, quali acciai al Boro, micro legati, acciai inox, superleghe (inconel718, nimonic, waspally), leghe di Titanio, per i quali sono state calcolate le curve reologiche e le caratteristiche fisiche da temperatura ambiente alle temperature di stampaggio a caldo. Da evidenziare come siano stati introdotti anche dei materiali che tengono conto dell'evoluzione del grano cristallino causato dalla ricristallizzazione e del kinematic hardening.

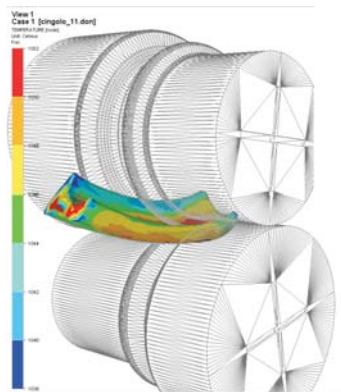
Installazione – versioni disponibili

Già nella versione precedente era possibile impostare una architettura client-server, concentrando le operazioni di calcolo sulla macchina più potente e demandando alle macchine client la preparazione dei calcoli e l'analisi dei risultati. Il sistema è stato ulteriormente evoluto, aggiungendo la possibilità di una licenza "floating", che può essere attivata a turno su diverse macchine, aumentando la flessibilità di utilizzo in ambiente multiutente.

La gamma di possibili installazioni di Forge è stata ampliata rispetto alla versione precedente. Oggi è possibile installare il software sia in sistema operativo a 32 o 64 bit Windows XP, Server® 2003, Server® 2008, VISTA business, Linux Red Hat Enterprise o SLES 10 64bits.

In termini di piattaforme hardware, Forge sfrutta appieno la parallelizzazione del calcolo, quindi è possibile utilizzare una macchina con singolo processore 1-4core, con più processori o sistemi cluster fino a 32 core, le cui code possono essere gestite anche mediante i software pbs v5, pbs v9, lsf e sge.

Gli ultimi benchmark effettuati su piattaforme equipaggiate con i nuovi processori Nehalem i7 (serie XEON 55**), con due processori 4core, hanno mostrato una notevole efficienza, con tempi di calcolo paragonabili a quelli prima ottenibili solo con un cluster, con una semplicità di gestione



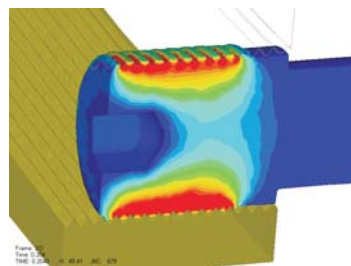
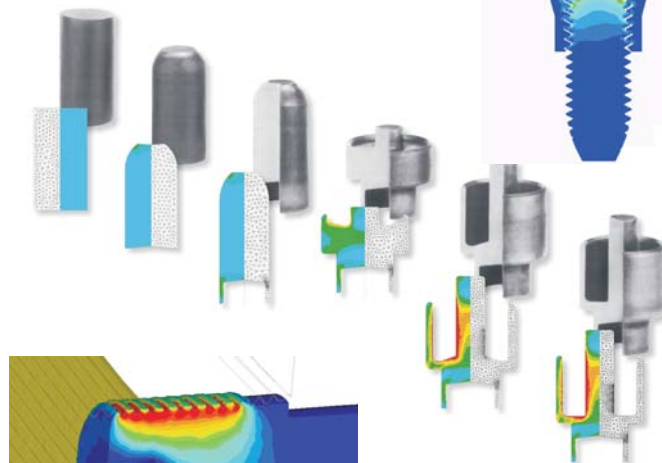
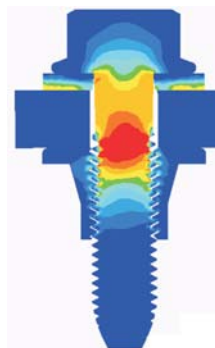
decisamente maggiore. Questo rende ora possibile lanciare anche su queste piattaforme analisi molto pesanti quali la laminazione di anelli, mesh molto fini o analisi con molti incrementi.

Conclusioni

Si può quindi affermare che Forge 2009® è un programma sempre in costante miglioramento, che ha raggiunto una notevole semplicità d'uso grazie all'esperienza accumulata con le versioni precedenti e i suggerimenti provenienti dagli utenti.

Molte delle novità introdotte portano la versione 2009 ad un livello di precisione ed accuratezza decisamente superiore alla versione precedente.

Dall'altra parte, la maturità raggiunta dal prodotto consente sempre un facile e rapido inserimento in qualsiasi ambiente tecnico, per la progettazione di prodotti ottenuti per stampaggio e l'ottimizzazione dei relativi processi produttivi. Con Forge 2009 è quindi possibile migliorare rapidamente la qualità dei pezzi, ridurre gli sprechi di materiale e aumentare la durata degli stampi e delle macchine di



stampaggio. È possibile inoltre valutare in modo anticipato senza sorprese la stampabilità di nuove forme o di materiali poco conosciuti.

EnginSoft, distributore in Italia del software Forge, grazie a tecnici specializzati con oltre 10 anni di esperienza, offre alle aziende del settore, formazione del personale ed avviamento all'uso oltre al supporto nell'installazione, nonché attività di simulazione su commessa, con impostazione del caso, analisi dei risultati e consulenza sull'ottimizzazione del processo.

Per maggiori informazioni:
Ing. Marcello Gabrielli
Responsabile di prodotto FORGE
info@enginsoft.it

