

La prova di trazione è QUASI STATICA 17, ma dipende anche dalla velocità di carico

$$\sigma \equiv \sigma(\dot{\epsilon}, \dot{\epsilon}, T)$$

(velocità di deformazione) ^{temperatura} _{tempo}

Al crescere di $\dot{\epsilon}$ σ curva si impenna. All'aumentare della temperatura σ curva tende ad oppiarsi

LEGGI COSTITUTIVE DEI MATERIALI

le altre prove sono sulle sune

PROCESSI DI FONDERIA FONDERIA

20-10-2011

CLASSIFICAZIONE

- operazioni di assemblaggio
- di giunzione permanenti: saldature, brasature, incollaggi
- di giunzione non permanenti (meccaniche): viti, rivettitori, grollatore...
- operazioni di trasformazione:
 - variazioni della forma: foratura, def. plastica, espansione (svuotazione da polvere)
 - di trasf. delle superfici: pulizia, verniciatura, ...
 - cambiamento proprietà: trattamenti termici, termochimici

Un componente può vedere - processi.

- primo di tutto c'è quasi sempre σ fonderia
- processo per deformazione plastica (normalmente non è l'ultimo)
- operazione di truceo \rightarrow rifinitura

FUSIONE = si porta il materiale sopra T_m di fusione \rightarrow liquido
 Es verso nello stampo \rightarrow coagolo
 raffreddamento libero o controllato
 Es estrazione dalla forma \rightarrow IN FORMA TRANSITORIA: σ forma si rompa
 \rightarrow operazioni di finitura \rightarrow " " PERMANENTE: si apre, si realizza

Si fa pezzi piccoli che grandi \rightarrow molto versatile, anche su quella di automazione

Disegno con tutte le info \rightarrow realizzazione delle attrezzature: contenitore x lo coagolo, le anime (x i fori), il modello (base per fare lo foro)

queste attrezzature devono essere un po' diverse dal pezzo

CASSAFORMA (parallelepipedo senza basi) x contenere σ coagolo si mette dentro uno dei due semimodelli del pezzo, e poi si versa il materiale di formatura (polveri, sabbia) che è refrattoria, resiste alle alt. T, formabile e compatibile, porosa, economica (ossido di silice + fase legante; argilla, polimeri in % piccola)

altre il modello e il materiale è diverso: deve essere migliore con caratteristiche \neq

poi si compatta, in modi diversi, e secondo del legante
 compattezza meccanica (presso idraulico + vibrazioni)
 " " tecnico, chimico

si fanno dei fori di sfogo (non sempre)

si rubella tutto, e si uniscono i due semimodelli, si mette una sabbia cassaforma e si fuda appiungendo però due oggetti per comunicare con l'interno della forma (conde di coagolo) e costituire un sottile strato di materiale liquido per compensare le ritiro in fase di raffreddamento del materiale (si chiama materozza). L'è un costo energetico importante: σ materozza deve essere alimentando.

Si finisce il riempimento e si compatta... e si estraggono i due oggetti, si sbucca il banco di coagolo

Si apre e si estrae il modello SFERICA.

[La forma è morbida, ma il modello rimane x tutte le volte].

L'animatore x fucile uno cinto nel pezzo

si chiude la forma e si cola il
raffreddamento

si fa vibrare e si tolgono le cassette e l'animatore → estrazione del pezzo.

si tolgono il cono e lo materozzo (che hanno lasciato dei "residui")

K-11-2011

$$M_m \geq 1.2 M_p$$

↳ materozzo (pezzo)

$$V_c = \frac{b}{100} (V_p + V_m)$$

↳ volume di riporto

$$V_c = x V_m \quad x < 1 \rightarrow \begin{array}{l} 0.14 \text{ materozzo cilindrico} \\ 0.2 \text{ materozzo aereo} \end{array}$$

Costo energetico se uso un materozzo troppo grosso

↳ devo usare un materozzo il + efficiente possibile

METODO DI CAINE:

diagramma → $x = \text{modulo termico} / \text{materozzo} / \text{pezzo}$

↳ $y = \text{volume materozzo} / \text{pezzo}$

Sopra la curva ho i pezzi OK → materozze che funzionano,
Sotto " " " " " con il cono di riporto all'interno

Materozze di varie forme e dimensioni → rapporti dimensionali fissati (STANDARD)

Materozzo in teorico migliore → SFERICA (miglior rapporto volume/area)

↳ ma è difficile da fare.

IL SISTEMA DI COLATA

Insieme di elementi che mi garantisce il corretto riempimento della forma

→ riempimento rapido, x evitare che scenda prima che ho finito

→ evitare velocità troppo elevate: rottura della forma

→ evitare bolle di gas → molto scomoda

→ evitare che si scoria (residui solidi) che galleggiano raggiungano e' interno della forma

LAVORAZIONI PER DEFORMAZIONE PLASTICA

17-11-2011

C'è sempre una caduta, una lacerazione di fonderia.

[LAVORAZIONE CONTINUA: forma che viaggia su un rullo e viene calata continuamente
↳ sezione nota e lunghezza indeterminata]

Dopo la semplice lav. per deformazione plastica e espulsione di truciolo

Si dividono in:

- discoste:
 - tutte l'intero volume del pezzo contemporaneamente → forgiatura e stampaggio
 - semicontinue: si modifica la sezione, si produce un profilato → estrusione dopo un po' finisce cioè meno il volume
 - continue: laminazione e trafilatura → potrebbero andare avanti all'infinito
- lavorazioni delle lamiere: piegatura, troncatura, imbutitura
↳ costano abbastanza poco

FORGIATURA

- in stampo aperto: FORGIATURA → utensili di utilizzo generale: modernità di macchine e modelli
- in stampo chiuso: STAMPAGGIO → se serve lo stampo stesso a ricostruire la geometria del pezzo → lo stampo è calato in negativo e il pezzo

Ci sono molte differenze:

- forgiatura: effetto dinamico fondamentale → serie di colpi effettuati dai magli
elevata velocità → tensioni + elevate, durezza superficiale e resistenza meccanica + alta
non c'è ancora un effetto dinamico
- stampaggio: velocità di penetrazione delle PRESSE + base → presse meccaniche: velocità + elevate
caratteristiche meccaniche - elevate, forze di 20.3 ordini di grandezza superiori → presse idrauliche: velocità minore
↳ lavorazione quasi-statica
- il pezzo è realizzato in un unico colpo con lo stampaggio; successivi colpi con riposizionamento del pezzo in forgiatura
- entombes possono avvenire sia a freddo sia a caldo

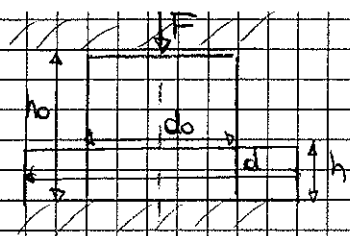
VALEGGIO PER
TUTTE LE LAVORAZIONI
PER DEF. PLASTICA

→ a caldo: a temperature superiori alla T di cristallizzazione (il ricristallimento dei grani cristallini avviene velocemente da evitare l'incrudimento)
possa deformarlo quanto voglio senza incrudimento e rompersi con energie
La temperatura è elevata (acciai: $>700^\circ$ → $1000^\circ-1200^\circ$
alluminio: $>400^\circ$)
↳ scarse finiture, scarse tolleranze, ossidazione, minore durata degli utensili, ritiro, perdita di materiale (fino al 5-10% del volume via in ossidi)
più vicini siamo al pezzo finito, + si lavora a freddo

I magli si classificano in termini di energia che riescono a trasmettere al pezzo → lavoro di deformazione

- A SEMPLICE EFFETTO: espulsione + caduta
- A COPPO EFFETTO: energia accumulata da un fluido in pressione + energia cinetica di caduta
- A CONTRACCOLO: c'è un'incudine mobile: metallo si muove verso il basso e l'incudine verso l'alto, work solo se è necessario < lo spazio

RICALCATURA: normalmente a freddo, con semistampi piani aperti e abbastanza semplice lavorazione se serve necessario alla def. del pezzo



Volume costante: $A_0 \cdot h_0 = A \cdot h = V$

Perché la lavorazione sia possibile è necessario applicare una forza

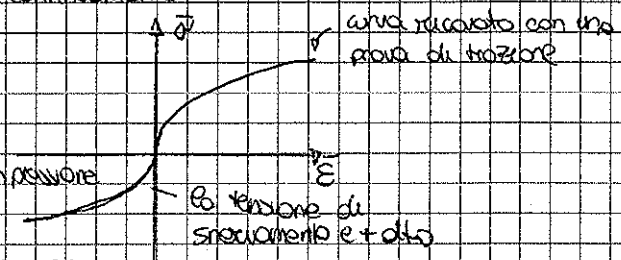
$F = A \cdot \bar{\sigma}$
 ↳ la tensione aumenta continuamente (con il suo deformando)
 ↳ l'area aumenta continuamente

Supponiamo di conoscere il comportamento del materiale in compressione:

$\bar{\sigma} = \bar{\sigma}_0 \cdot \epsilon^m$

[materiali molto omogenei, duttili, che tendono ad avere un comportamento simmetrico]

Assumiamo che la compressione lo sia così



↳ queste due curve non sono simmetriche

Potremmo allora calcolare il lavoro necessario:

$dL = F \cdot dh \rightarrow L = \int_{h_0}^h F \cdot dh = \int_{h_0}^h A \cdot \bar{\sigma} \cdot dh = \bar{\sigma}_m \cdot V \int_{h_0}^h \frac{1}{h} dh = \bar{\sigma}_m \cdot V \cdot \ln\left(\frac{h}{h_0}\right)$

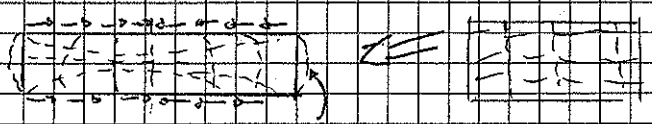
$\bar{\sigma} = \bar{\sigma}_0 \rightarrow \ln\left(\frac{h}{h_0}\right) \rightarrow$ consideriamo $\bar{\sigma}_{medio}$
 $L = \bar{\sigma}_m \cdot V \cdot \epsilon$
 ↳ deformazione logaritmica → quanto deformato
 ↳ tensione media durante la deformazione = resistenza alla def. → dipende da materiale e temperatura
 ↳ lavoro di deformazione

$\bar{\sigma} = \bar{\sigma}_0 \cdot \epsilon^m$ posso calcolare $\bar{\sigma}_m$ con un integrale medio

↳ trovare l'area sotto la curva
 $\bar{\sigma}_m = \frac{1}{\epsilon} \int_0^{\epsilon} \bar{\sigma}_0 \cdot \epsilon^m d\epsilon = \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{\bar{\sigma}_0 \epsilon^{m+1}}{m+1} = \frac{\bar{\sigma}_0 \epsilon^m}{m+1}$

Non ho però tenuto conto degli attriti tra il pezzo e lo stampo: c'è moto relativo

↳ tensioni tangenziali di attrito contrapposte



C'è un lavoro associato di attriti interni → effetto di imbracciamento: si allarga al centro.

Distorsione per gli attriti interni

$L = L_{ad} + L_{att} + L_{dist}$

Rendimento della lavorazione: $\eta = \frac{L_{ad}}{L_{ad} + L_{att} + L_{dist}}$

$L_{reale} = \frac{L_{ad}}{\eta}$

Macchinista: $\eta = 0.5 - 0.6$

21-11-2011

Stampaggio = forgiatura in stampo chiuso

alla stampa → per pezzi successivi (se il pezzo è complesso) costruire + stampi diversi, ciascuno dei quali sempre + vicino al pezzo finito

BAVA = materiale in eccesso che si dispone tutto intorno → TRANCIAURA che porta via la bava

il materiale in eccesso fluisce nel cono di bava: operiamo con un volume superiore a quello del materiale finito:

• è molto difficile avere esattamente il volume necessario, cioè si lavora in leggero eccesso

lo spessore del metallo tra corde di barra e corde per raggio deve avere le giuste dimensioni:

- se è troppo piccolo può riempire lo stampo e le alte volte pressioni
- se è troppo grande le pressioni non sono sufficienti

Non c'è un corde di barra e le lavorazioni Near Net Shape = lavorazioni vicino al pezzo finito non c'è + bulk

Queste lavorazioni si studiano con il metodo degli elementi finiti

la forza massima: $F = \sigma_{lim} \cdot A \cdot K$
 σ_{lim} : indica il limite di snervimento della geometria del pezzo e delle condizioni di lavorazione
 A : area dell'impronta del pezzo sul piano
 K : incluso il baro

→ a caldo: le forze e le pressioni sono minime, il materiale è + lavorabile (è uno 0/1000 + bulk non c'è invecchiamento se fuori dalla temperatura di servizio o quella di cristallizzazione)
 → minori energie
 Svantaggi = tendenza all'ossidazione, tolleranze e finiture superficiali + scarse

Più si è vicini al pezzo finito + si tende a lavorare a freddo.

Problema dell'attrito tra materiale e utensili: perdite energetiche, usura
 → vale + tutte le lavorazioni per deform. plastica

↳ LUBRIFICAZIONE: a freddo → a zero usura dei lubrificanti

$t > 200^\circ C$ → lubrificanti a secco (bisolfuro di molibdeno)

→ stampi rivestiti o barre ricoperte d'altro
 rivestimenti al piombo anche sul pezzo.

Near Net Shape → vetro fuso (+ gli occlusi → temp. sufficienti)

Le lavorazioni NNS, o NS sono a freddo.

OSSIDAZIONE = crescita di ossido che può portare a perdite di volume del 5%

Per progettare: differenze tra geometria dello stampo e del pezzo finito

- se si lavora a caldo c'è il ritiro in fase solida → maggiorazioni dello stampo
- angoli di sforno
- corde di barra
- raggi di raccordo dove sono previsti dagli spigoli

LAMINAZIONE

Si riduce la sezione di un pezzo forzandolo a passare tra due rulli che hanno asse parallelo.

Lavorazione di tipo continuo

↳ la sezione diminuisce, la lunghezza aumenta.

Quasi tutti i pezzi subiscono questo processo. Dal minerale o si producono lingotti o barre
 ottenute per colata continua (sezione prismatica)

↳ la prima trasformazione è quasi sempre una laminazione

Può avvenire sia a caldo che a freddo ma

Si ottengono le famiglie che possono essere usate per molte cose.

(spesse)
 LAMINAZIONE PIANA: riduce l' spessore di un pezzo con due rulli di geometria all'incirca

↳ si ottiene un pezzo meno spesso ma + lungo

$$\text{rapporto di laminazione} = \frac{h_i}{h_o} = \frac{L_o}{L_i}$$

perché il volume è costante ($h \cdot b \cdot l$)
 $h_i \cdot b_i \cdot l_i = h_o \cdot b_o \cdot l_o$
 $b_i = b_o$ perché ci sono le condizioni di attrito

Usando la legge di Fick: $L_{tot} = V \cdot \sigma_{lim} \cdot \epsilon$

$$\epsilon = \ln\left(\frac{h_i}{h_o}\right) \quad \sigma_{lim} = \sigma_0 \cdot \epsilon^n \cdot \frac{1}{n+1}$$

Si può affermare che la portata volumica è costante. $Q = V_i \cdot A_i = V_o \cdot A_o$
velocità Luogo

da cui: $\frac{A_i}{A_o} = \frac{h_i}{h_o} = \frac{V_o}{V_i}$

la velocità periferica del cilindro è costante. Nel punto neutro la velocità del liquido è uguale a quella del cilindro in un corrispondenza della metà dell'arco di contatto.

Zona A: il cilindro trascina il pezzo

Zona B: il liquido è in slittamento e tende a sfuggire, l'attrito cambia verso

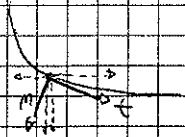
Lo il punto neutro = punto di immersione \rightarrow del segno della velocità relative
 \rightarrow del verso delle forze d'attrito

La laminazione può avvenire solo se c'è attrito: non c'è nessuno forza esterna.

CONDIZIONE DI TRASCINAMENTO

ci sono sia tensioni normali che tangenziali. Sempre presente: tensione normale e tangenziale applicate nel punto medio dell'arco di contatto.

\rightarrow le scomponiamo in componenti orizzontali e tangenziali.



perché si vuole $F_t > F_n$, ci sia trascinamento

d : angolo di contatto

$F_n \cdot \mu \cdot \cos(d/2) > F_n \cdot \sin(d/2)$ $\mu > \tan(d/2)$

è la condizione che deve essere soddisfatta perché ci sia trascinamento

Se $h \ll R$ posso scrivere $d = \sqrt{\frac{2h}{R}}$ angolo di spessore di mezzo d'asse
raggio del cilindro

condizione di trascinamento: $\mu \geq \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2h}{R}}$

La condizione di imbocco è quella per cui la laminazione ha inizio: il angolo è d

$\mu > \tan d \rightarrow \mu \geq \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2h}{R}}$

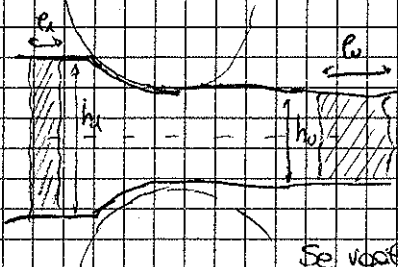
La condizione di trascinamento è meno forte di quella d'imbocco: si possono evitare degli accorgimenti a detto inizio di processo che poi si automantiene.

Queste condizioni mi dicono che non posso avere qualsiasi h \rightarrow ho un vincolo dato da raggio del cilindro e coefficiente d'attrito

LAVORO E POTENZA NECESSARIE

Potenza della legge di Fms: $L_{id} = V \cdot \sigma_{fm} \cdot E$

Studiamo cosa succede ad una porzione di materiale



$P_{id} = \frac{v \cdot \sigma_{fm} \cdot E}{l} = \frac{A \cdot \rho \cdot \sigma_{fm} \cdot E}{t} = A_i \cdot v_i \cdot \sigma_{fm} \cdot E = A_o \cdot v_o \cdot \sigma_{fm} \cdot E$
- tempo necessario per fare quella porzione

passando alla potenza reale: $P_{re} = \frac{P_{id}}{\eta}$

η_{geom} rendimento di laminazione: $\eta_{geom} \approx 0.9$

Se vogliamo calcolare la potenza che dobbiamo fornire: parliamo tra motore elettrico e cilindro

$P_{im} = P_{re} / \eta_{tras}$ η_{tras} rendimento di trasmissione: $\eta_{tras} \approx 0.7 \div 0.8$

$P_{ass} = P_{im} / \eta_{mot}$ η_{mot} rendimento del motore: $\eta_{mot} \approx 0.8 \div 0.9$

La potenza assoluta dalla rete: $P_{ass} = \frac{P_{id}}{\eta_{geom} \cdot \eta_{tras} \cdot \eta_{mot}}$

L'energia assorbita: $E_{ass} = P_{ass} \cdot t$ [kW.h oppure MW.h]

Le forze di laminazione sono così elevate che potrebbero portare alla deformazione dei rulli (problema + grave per cilindri + sottili)

Cilindri + sottili (di diametro minore) danno origine a laminati di migliore qualità

Accorgimenti: cilindri con diametro maggiore al centro in modo che tengano conto delle deformate

- Utilizzare cilindri di appoggio accanto a cilindri di lavoro che contribuiscono a mantenere esattamente piano il laminato

Per quanto riguarda i profili \rightarrow non è + laminazione piano: diversi passaggi con cilindri diversi (es. da cilindro rettangolare a doppio-T)

\rightarrow CALIBRAZIONE = progettazione degli passaggi intermedi per arrivare allo fine

laminazione per ottenere tubi senza saldatura (laminatoio manneshöfer):

da un tubo pieno. I cilindri sono sghembi, imprimono alla barra anche una rotazione e l' avanzamento \rightarrow tensioni di trazione sull'asse del pezzo: ruotolo ad apertura in mezzo, l'apertura deve essere riscuotata e lubrificata con uno sprino ad acqua \rightarrow bisogna poi ridurre lo spessore con vari metodi

TRAFILATURA

si fa passare ~~un~~ un pezzo con sezioni semplici (rettangole, quadrate) che si fa passare attraverso un filiera tramite trazione della pozzetta in uscita.

α = angolo di lavoro, semi angolo di apertura del cono

zona a sezione costante = tratto di calibratura; cono di uscita

A_i ; d_i (se la sezione è circolare) $\rightarrow A_i = \pi \frac{d_i^2}{4}$; V_i

A_0 ; d_0 ; V_0

rapporto di trafilatura $\frac{A_i}{A_0} = \frac{V_0}{V_i} = \frac{d_0^2}{d_i^2} = \frac{V_0}{V_i}$ (per la costanza del volume)

Definiamo $\bar{\epsilon} = \rho_m \left(\frac{A_i}{A_0} \right) = 2 \rho_m \left(\frac{d_i}{d_0} \right)$

Possiamo calcolare la forza necessaria per trafilare i pezzi: si usano un volume di materiale

$L_{id} = V \cdot \rho_m \cdot \bar{\epsilon}$ $P_{id} = \frac{V \cdot \rho_m \cdot \bar{\epsilon}}{t}$ $V = A_0 \cdot l_0$

$P_{id} = A_0 \cdot \rho_m \cdot \bar{\epsilon} \cdot v_0 = A_0 \cdot V_0 \cdot \rho_m \cdot \bar{\epsilon}$ (velocità)

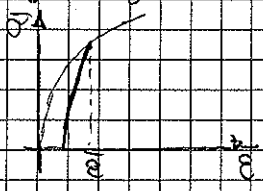
$P_{id} = F_{id} \cdot v_0 \rightarrow F_{id} = A_0 \cdot \rho_m \cdot \bar{\epsilon}$

tenendo conto delle perdite per attrito $P_{tr} = \frac{P_{id}}{P_{tot}}$ η_{tr} di trafilatura ≈ 0.6

$\Rightarrow P_{tot} = \frac{P_{id}}{\eta_{tr}}$ $F_{tr} = \frac{F_{id}}{\eta_{tr}}$

Ma devo mantenermi al di sotto dello snervamento \rightarrow ho un limite di forza di trazione di σ_s

$\sigma_0 < \sigma_s$



acciaio deformato il materiale, si e' snervato

$\sigma_s = \sigma_0 \cdot \bar{\epsilon}^m$ (deformazione impressa dalla trafilatura)

$\sigma_0 = \frac{F_{tr}}{A_0} = \frac{F_{id}}{A_0 \cdot \eta_{tr}} = \frac{A_0 \cdot \rho_m \cdot \bar{\epsilon}}{A_0 \cdot \eta_{tr}} < \sigma_0 \cdot \bar{\epsilon}^m$

$$\frac{\sigma_0 \cdot \epsilon^{n+1}}{(n+1) \rho_{max}} < \frac{\sigma_0 \cdot \epsilon^n}{\rho_0}$$

→ massima deformazione ammissibile in trafilatura
 $\bar{\epsilon} < (n+1) \rho_{max}$
 L'esponente di incrudimento

Prodotti trafilati: il filo

Può avvenire sia a caldo che a freddo con gli stessi accorgimenti di prima

Spesso il pezzo viene trafilato in serie → + passaggi

Il trascinamento avviene a seconda del diametro del pezzo:

- D grande: dritto, vicino toro indietro
- D piccola: rocchetto attorno al quale si avvolge il filo, che gira

l'angolo di lavoro è uno dei parametri + importanti → esiste un valore ottimale che dipende dal rapporto di trafilatura $n \rightarrow$ tra 4° e 8° → ha un minimo della forza

Trafilatura dei tubi → sia interno che esterno → è molto usata dopo la laminatura di primo

ESTRUSIONE

[Il pezzo trafilato è un pezzo estruso]



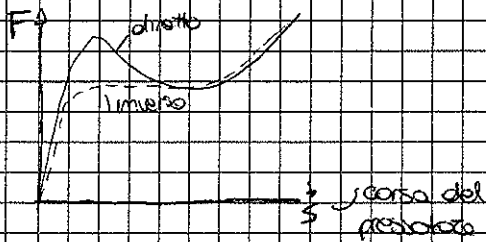
Pistone che comprime il materiale nella camera forandolo a furaverso del foro

Se V_1 e V_2 hanno lo stesso verso: ESTRUSIONE DIRETTA

Se V_1 e V_2 hanno velocità discordi (i fori di uscita sono sul pressatore):
 ESTRUSIONE INDIRETTA o INVERSA

Nell'estrusione diretta tutto il materiale spinto dalla pressa si muove: vi è scorrimento del materiale, perdite per attrito che nell'estrusione inversa non ci sono.

(I fori si chiamano MATRICI di ESTRUSIONE)



C'è un extra-potere nell'estrusione diretta rispetto a quello inverso.

L'estrusione inversa però ha delle complicazioni di configurazione

(il materiale esce dove c'è il pressatore)

Sottopone il materiale a grandi deformazioni. Normalmente il pressatore si ferma prima della fine testata, perché il flusso che il materiale dovrebbe seguire comporta alte resistenze e def. troppo elevate. La camera di estrusione è perciò operabile a estrarre il restante

zona morta in cui il materiale non si muove → c'è scorrimento sulla superficie della zona morta (slo x es)

Estensione idrostatica: interno al materiale c'è un fluido che è messo in pressione dal pressatore

sezioni anelli di tenuta x il fluido molto robusti → problemi di tenuta

estensione ad impatto: a freddo si prende un disco di materiale e si mette su una superficie così → si scioccola → si forma un contenitore di spessore molto sottile

$$L_{id} = V \cdot \sigma_m \cdot \bar{\epsilon}$$

$$\frac{A_1}{A_0} = \text{rapporto di estrusione}$$

$$\bar{\epsilon} = \rho_m \left(\frac{A_1}{A_0} \right)$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{A_1}{A_0} = \frac{\rho_0}{\rho_1}$$

$$P_{id} = \frac{F_{id}}{v} = \frac{A_c \cdot v_{c} \cdot \sigma_m \cdot E}{v} = A_c \cdot v_c \cdot \sigma_m \cdot E$$

$$F_{id} = A_c \cdot \sigma_m \cdot E$$

$$P_{id} = \frac{F_{id}}{A_c} = \sigma_m \cdot E$$

Pressione

tutti gli altri parametri sono uguali

$P_{est} =$ rendimento di estrusione ≈ 0.4 diretto

≈ 0.5 inversa

28-11-201

LAVORAZIONI PER ASPORTAZIONE

Sono un grado di sostituire la migliore finitura superficiale e le migliori tolleranze

= viene rimosso del materiale dal grezzo a seguito di una lavorazione meccanica con un utensile in moto relativo con interferenza

[es. elettrolitica, fresatura chimica => non solo principi meccanici, ma anche altri]

Si classificano generalmente per le modalità di moto relativo -> moto di taglio rotazionale

- moto di lavoro

o per quale elemento in gioco possiede il moto di taglio

(moto di taglio rettilineo)

-> tornitura = moto di taglio affidato al pezzo (in questo caso in rotazione),
l'utensile si muove di moto di AUMENTAZIONE: pezzo (utensile ad interfaccia)
(-AVANZAMENTO)

-> fresatura = il pezzo ha il moto di alimentazione e l'utensile il moto di taglio

-> foratura = l'utensile possiede moto di taglio e di avanzamento

-> rettifica = l'utensile ha il moto di lavoro, il moto di alimentazione è affidato ad entrambi (da parte del cor.)

Il processo è abbastanza complesso

TAGLIO ORTOGONALE è una versione semplificata del processo

SPIGOLA FACILENTE -> nella realtà avrà un angolo di raccordo

PETTO DELL'UTENSILE = superficie che rimane a contatto

FRANCO DELL'UTENSILE = superficie che quando sento lavorato la superficie appena generata

C'è moto relativo tra pezzo e utensile: moto ~~de~~ rettilineo uniforme => velocità di taglio

$S =$ spessore di TAGLIO => spessore del truciolo indeformato

$S_1 =$ spessore del truciolo deformato

$S/S_1 =$ fattore di raccoglimento $\approx 1/3 \leq 1$

Il materiale rimosso si deforma e scivola sul petto dell'utensile

$\theta =$ angolo di sovrapposizione (e superiore) -> è l'angolo tra il petto dell'utensile e R
perpendicolare alla velocità di taglio.
può essere 0° , minore di 0° , maggiore di 0°

• il materiale dell'utensile deve essere + duro del materiale del pezzo

• l'utensile deve avere una geometria particolare -> è molto importante

Deformazioni e velocità di deformazione molto elevate ($10^3 - 10^6$ mm/s) => grande quantità di energia

che mi scatta in calore -> si riscalda la temperatura: una buona parte sul truciolo (70%),

il 20% nell'utensile ($700^\circ\text{C} - 800^\circ\text{C}$ è R norma), 5-10% sul pezzo

-> il pezzo non è scaldato molto, perché è distribuito su tutto il pezzo