

Processi + flussi di trasformazione fisica dei materiali per ottenere dei beni

Particolare riferimento ai materiali metallici, con anche qualcosa x i plastici

Produzione = serie di operazioni fatte dall'uomo in maniera diretta o indiretta su dei materiali.

↳ mondo vincolato, dal tempo.

↳ serie di operazioni, un certo numero

↳ Produzione (di beni discreti) o trasformazioni (di beni continui)

TEORIA DELLE TRASFORMAZIONI

• prod. per processo continua → ~~spaziabile~~ e solo quantificabile in unità di volume o massa. Beni dell'industria di 1° trasformazione

• prod. per parti o manifatturiera → dell'industria di 2° trasformazione: dai beni primari x realizzare beni discreti da immettere sul mercato ↳ beni quantificabili con numeri ordinati

il prodotto finale è composto da un m. finito di componenti discreti prodotti separatamente

↳ fase di fabbricazione

↳ fase di assemblaggio

La fase di fabbricazione è l'insieme delle operazioni che modificano forma, dimensioni e stato superficiale delle parti singole

TRASFORMARE = provocare la variazione nel tempo di uno o + proprietà attraverso processi elementari.

↳ partire da uno stato iniziale ad uno stato finale attraverso una determinata traiettoria.

Ogni trasformazione deve essere associata ad uno o + parametri.

↳ ad. es. economica: ogni transf. cambia il valore del "prodotto"

per una trasformazione serve:

• del materiale (prezzo / semilavorato) [\leq semilavorato / finito]

↳ ma dipende anche:
- sfridi: materiale di risulta, materiale in +
- scarti: oggetto non conforme al pezzo richiesto

• energia ↳ in varie forme (meccanica + spesso, ma anche termica, elettrica, chimica)
in uscita ho spesso l'energia degradata sotto forma di calore

• risorse: bisogno di macchine utensili e attrezzature.
Le macchine utilizzate nei processi di fabbricazione sono macchine utensili e rientrano nei beni strumentali. ↳ generano l'energia
gli utensili trasferiscono l'energia, tramite tra la macchina e il pezzo.
Le attrezzature sono i dispositivi che vengono fatti il pezzo ↳ resistono alle sollecitazioni e svolgono una funzione di rinforzo fisico.

↳ risorse umane (manodopera e intellettuali)

↳ risorse finanziarie

• informazioni: sul materiale sul prodotto finito ↳ costi passano attraverso processi e parametri (tecnologiche) e quali risorse ho a disposizione (gestionali)

in uscita: immette nell'oggetto, il suo stato finale
feed back sul processo

↳ consentono di mettere in atto azioni preventive e correttive

TRASFORMAZIONE = realizzazione attraverso singoli processi elementari (= operazioni), che sono a diversi tipi di energia

SISTEMA TECNOLOGICO DI TRASFORMAZIONE

- macchina
- utensile
- mezzo di lavorazione
- attrezzatura

→ può essere chiuso o aperto: nel 1° è quello delle forze è chiuso, nel secondo si chiude con il polimento.

PRECISIONE DELLA TRASFORMAZIONE

Le trasf. non hanno mai una dialettoria ideale, ma incerto \Rightarrow lo stato finale nel corso delle trasf. tende a variare da dei disturbi \rightarrow stato finale incerto

anche gli stati iniziali hanno una loro variabilità

i DISTURBI sono \rightarrow controllabili con una certa serie di azioni
 \rightarrow incontrollabili

Capacità di un processo = grado di variabilità di un processo eliminando i disturbi controllabili (capabilità)

I disturbi sono o tutti i quali

es. operatori inesperti, usura meccanica degli utensili

\rightarrow provocano delle derive (spostamenti nel tempo) sono localmente riconoscibili.

TOLLERANZE per cui a che fare con la variabilità

\rightarrow il progettista deve assegnare il grado di tolleranza di pezzo in funzione dell'applicazione e del processo (che può essere migliorato o cambiato)

06-10-2011

DISEGNI TECNICI

Il disegno tecnico è un linguaggio grafico CODIFICATO per trasmettere le specifiche di un progetto.

PROIEZIONI ORTOGONALI \rightarrow sulle sei facce di un cubo circoscritto \rightarrow normalmente se ne scelgono tre.

• SISTEMA EUROPEO: oggetto compreso tra l'osservatore e i piani di proiezione

• SISTEMA AMERICANO: le proiezioni sono comprese tra osservatore ed oggetto

si utilizzano solo le viste necessarie ad ^{rappresentare} ~~utilizzare~~ un oggetto in modo completo e non necessario

per le parti interne posso utilizzare o linee a tratti oppure le sezioni

QUOTATURA: l'unità di misura è il millimetro (a meno che non sia differentemente specificato non devono intersecare le linee di riferimento)
i valori devono essere leggibili o dalla base o da destra
se non c'è la circonferenza il diametro si quotano con \varnothing
smussi e rozzoli

sistema in serie e sistema in parallelo

\rightarrow cambio l'approccio al metodo di fabbricazione

serie \rightarrow sistemi di fabbricazione manuale

parallelo \rightarrow macchine utensili automatiche: riferiscono i loro spostamenti

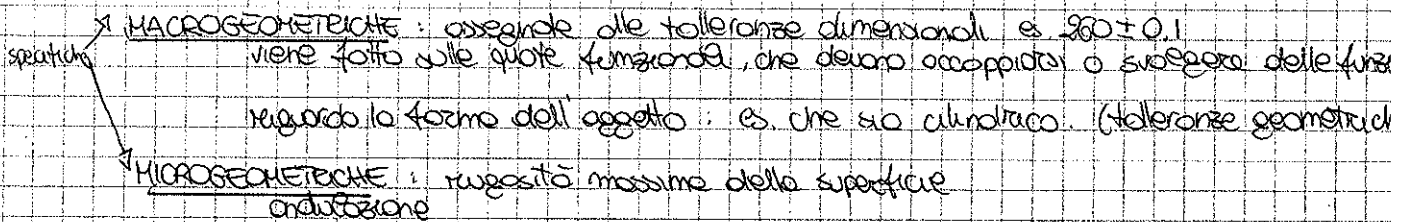
rispetto ad un sistema di riferimento assoluto
ma si usano anche sistemi di quotatura combinata

FILETTATURA: si rappresenta in modo convenzionale
 per viti ϕ diametro del filetto e esterno, per fori ϕ interno
 per circonferenze ϕ il fondo del filetto è rappresentato con $3/4$ di circonferenza
 si imolge il valore del diametro + esterno \times quoziente detto diametro nominale
 il valore numero è preceduto da una lettera che indica il tipo di filettatura
 M \rightarrow filettatura metriche
 filettature gas \rightarrow code per fluidi \rightarrow G

SCALE DI RAPPRESENTAZIONE: se possibile in grandezza naturale, se no si utilizzano
 delle scale nominali
 due cartigli dove specificare la scale
 i valori delle quote sul disegno sono quelli reali

SPECIFICHE GEOMETRICHE DI PRODOTTO

Bisogna associare delle specifiche che mi danno degli intervalli di oscillazione in
 cui le misure, le superfici, le forme stanno.



È necessario inventarsi delle regole per quantificare queste specifiche

TOLLERANZE DIMENSIONALI

È importante l'intercambiabilità di vari pezzi che devono essere accoppiati

$$es. S^{-0.05} \Rightarrow G_{.95} = S$$

convesso \rightarrow albero
 concavo \rightarrow foro

D = diametro nominale, che identifica la linea dello zero

D_{max} e D_{min}

$D_{max} - D_{min}$ = ~~effettiva~~ intervallo di tolleranza

posso avere una linea dello zero al di fuori dell'intervallo di tolleranza

D_e = diametro effettivo \rightarrow dovrebbe cadere all'interno dell'intervallo di tolleranza

Combinando un foro con un albero

- accoppiamento mobile o con gioco \rightarrow intervalli non sovrapposti: foro sopra l'albero
- accoppiamento stabile o con interferenza \rightarrow " " " " : albero sopra foro
- accoppiamento incerto \rightarrow intervalli parzialmente sovrapposti

È + facile fare un albero con int. di tolleranza minore rispetto ad un foro

10-10-2011

Lo standard prevede un numero finito di posizioni dei campi di tolleranza

\rightarrow fori: lettere maiuscole ; alberi: lettere minuscole

\rightarrow J è simmetrico, H e K hanno un estremo sulla linea dello zero

\rightarrow o sinistro: accoppiamenti con gioco

a destro: accoppiamenti con interferenza

Per ragioni pratiche ed economiche:

\rightarrow sistema albero base: uso sempre un albero h

\rightarrow sistema foro base: uso sempre un foro H

Quanto è ampio l'intervallo di tolleranza? La normativa assegna 19 (o 20) qualità di tolleranza fondamentali: IT01, IT00, IT1... IT17.

↳ queste determinano l'ampiezza dell'intervallo di tolleranza.

Tabella che riporta per le varie dimensioni nominali e i livelli di qualità, le ampiezze degli intervalli di tolleranza.

Esempio:

albero 25h8 $\Rightarrow 25^{+0.033}$

se voglio un accoppiamento mobile (ma non troppo)

\Rightarrow foro 25G9

\rightarrow si assegna un livello di qualità inferiore al foro rispetto all'albero tipicamente

Tolleranze motorali legate al processo di lavorazione

costo di produzione = costo di lavorazione + costo degli scarti

↳ diminuisce all'aumentare dell'intervallo di tolleranza

Se devo diminuire la tolleranza, conviene cambiare processo e sceglierne uno + costoso, diminuendo però gli scarti.

Come si misurano le tolleranze?

• calibri fissi a forchetta (\times gli alberi) e a tempone (\times i fori) sono

calibri passa-nonpassa

↳ molto veloci e facili da usare

↳ ne serve uno per ogni dimensione e livello di toll.

sensibili alla temperatura

si usurano

costano abbastanza

• calibro a cursore (è il calibro che conosco io)

\rightarrow facili e veloci

usurati

\rightarrow sensibili alla temperatura

costano abbastanza

• micrometro digitale

.....

Tolleranze geometriche

Sono delle tolleranze che impongono all'oggetto di rispettare una determinata forma geometrica \rightarrow vincolo riferito rispetto ad un altro elemento.

~~es.~~ es. tolleranza di cilindricità di 0.1 mm: l'asse deve stare all'interno di un cilindro ideale di diametro max di 0.1 mm

Tolleranza di perpendicolarità: l'asse ^{non} deve ~~essere~~ essere inclinato su un piano ideale di più di ...

→ valore della tolleranza

⊙ | ⌀ 0.01 | A (coassiale) tolleranza di concentricità rispetto ad A
↑ ↳ elemento di riferimento
simbolo che indica il tipo

- FORMA: rettilineità, piana, ...
- ORIENTAMENTO: inclinazione, parallelismo, perpendicolarità
- POSIZIONE
- ...

Toll. di piana = superficie compresa tra 2 piani paralleli distanti al max

Toll. di parallelismo =

→ l'asse del foro deve essere compreso in un cilindro ideale di $\varnothing 0.02$ e centrato rispetto a quelle quote assolute rispetto ai piani A e B e \perp a C

La verifica delle tolleranze geometriche viene fatta con delle macchine o misura di coordinate

RUGOSITÀ E ONDULAZIONI → SUE

PROVE TECNOLOGICHE

Prove di caratterizzazione → sono molte

È necessario definire delle procedure di misura delle caratteristiche dei materiali

↳ caratterizzare il materiale allo resistenza e allo lavorazione

Prove di trazione e compressione, di durezza, di resistenza a fatica, di resistenza (per impatto)

Esistono anche prove + specifiche per i vari ambiti.

Materiali: metallici, polimerici, ceramici (anche quelli direttamente estratti dalla natura)
+
compositi delle tre categorie

Finora sono stati usati i mat. metallici → resistenza meccanica + facilità di lavorazione (es. possono essere fusi + lavorati)

→ tendenze a sostituire i metalli oggi

Analisi dei materiali → a quello atomico → chimica

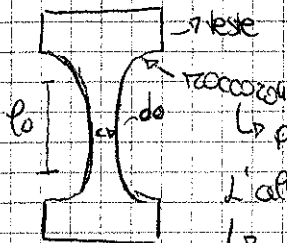
a quello microscopico → scienziati dei materiali

a quello macroscopico → ingegnere

PROVE MECCANICHE → statiche: a velocità così bassa che non è un parametro

↳ dinamiche: i carichi vengono determinati a velocità, che è un parametro.

PROVA DI TRAZIONE: è una prova distruttiva, ma è utile e fondamentale
può eseguirlo in regime statico o dinamico, in temperatura
la trave mobile scorre su due colonne → in un'unica direzione (macchina molto precisa). Attuatori idraulici o elettromeccanici (meglio controllabili).
Provino attorno delle MORFACOME.
velocità costante e molto bassa. La forza resistente dipende dal materiale dalle sezioni... ↳ grafico allungamento / forza resistente



Le due teste servono all'attorcigliamento del provino
 ↳ per evitare concentrazioni di tensioni.

L'allungamento Δl si definisce sul tratto utile del provino: $\Delta l = l - l_0$
 ↳ si tiene sotto osservazione solo il tratto centrale del provino.

Senza di posizione sulla traversa fissa della macchina (si presuppone che i dispositivi di attorcigliamento non cedano e i raccordi non si deformino)

↳ le macchine + sofisticate hanno sistemi ottici che leggono la distanza tra due tacche.
 Con una colla di carbonio sul tratto tra una delle due traverse e il dispositivo di attorcigliamento

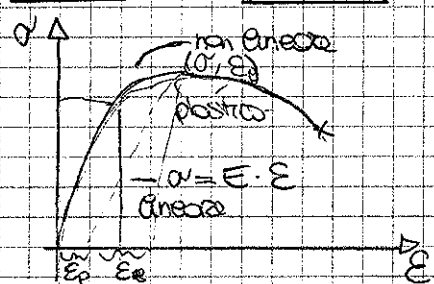


curva ad esempio di lega d'acciaio
 Ma questo curva si riferisce ad un particolare provino

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad \epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

↳ combinate le variabili vengono divise per uno costante

il grafico non cambia



σ : TENSIONE ASSIALE CONVENZIONALE (O INGEGNERISTICA)

ϵ : DEFORMAZIONE ASSIALE CONVENZIONALE (O INGEGNERISTICA)

Questo grafico non è relativo alle dimensioni del provino, ma solo di materiale

$\sigma = E \cdot \epsilon$
 ↳ modulo di Young tratto elastico lineare
 ↳ reversibile

Il secondo tratto è elastico non lineare

Il terzo tratto è plastico → deformazioni non reversibili
 dopo che sono andati in questo tratto, rimane una quota di def. permanente

↳ def. plastica ↳ def. elastica
 $\epsilon = \epsilon_p + \epsilon_e$

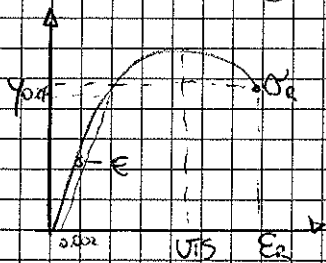
Dal punto di massimo in p.a. della curva, il provino cambia geometria → strazione: si allunga e restringe (forma a clessidra)

Dopo un po' il provino si rompe: il grafico scende perché diminuisce la capacità del provino di opporre una forza resistente (diminuisce la sezione resistente).

Da questo grafico ottengo i parametri:

- E: modulo di elasticità
- tensione di snervamento (passaggio da elastico a plastico)
 ↳ yield
 ↳ $\sigma_{0.2\%}$ = quello della tensione convenzionale a cui corrisponde una deform. permanente dello 0.2%
- UTS = valore massimo della curva (ultimate tensile strength) → valore di riferimento usato per il calcolo di forze, tensioni, ...

- σ_a e ϵ_a : allungamento e tensione a rottura



Ma anche questo grafico ha dei limiti:

- $\sigma = \frac{F}{A_0}$ presuppone che la sezione del provino sia costante
- \rightarrow infatti ha anche una def. trasversale $\epsilon_t = -\nu \epsilon$: c'è una variazione di diametro nel tratto elastico

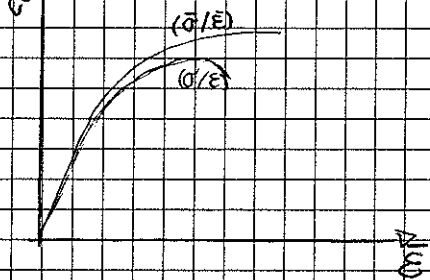
Nella zona elastica il volume rimane pressoché costante $V = A_0 l_0 = A \cdot l = \text{cost}$

$$\rightarrow A = \frac{A_0 \cdot l_0}{l} \quad \text{perché la tensione reale } \bar{\sigma} = \frac{F}{A} \text{ è diversa dalla tensione}$$

$$\text{ingegneristica } \sigma = \frac{F}{A_0}$$

Nel tratto con strizione devo decidere a quale sezione mi sto riferendo

- $\frac{d\bar{\sigma}}{d\bar{\epsilon}} = \frac{d\sigma}{d\epsilon}$ allungamento infinitesimo $\rightarrow \bar{\epsilon} = \int_{\epsilon_0}^{\epsilon} \frac{d\epsilon}{1 - \nu \epsilon} = \epsilon_0 \frac{e^{\epsilon/\epsilon_0}}{1 - \nu \epsilon/\epsilon_0} = \epsilon_0 (1 + \epsilon)$



Le fase iniziali sono quasi sovrapposte, poi dalla fase plastica si distorcono

Per ricavare lo σ/ϵ da:

- dispositivi ottici di lettura della sezione del provino
- matematicamente con le relazioni di primo tipo alla strizione

Su questo curva leggo i parametri:

- modulo di Young
 - tensione di snervamento
 - allungamento e tensione di rottura
- } curve simili o penna

Il tecnologo si occupa della parte plastica della curva

L'ing. progettista si occupa soprattutto della parte elastica

Ci sono molte approssimazione matematiche della curva:

$$\bar{\sigma} = \bar{\sigma}_0 \cdot \bar{\epsilon}^m \quad \rightarrow \text{coefficiente determinato dai dati sperimentali}$$

LEGGE DI HOLLAND

L'azione ricavata dai dati sperimentali

- $\bar{\sigma}_0$: resistenza alla prima determinazione plastica \rightarrow approssimando è il valore della tensione di snervamento
- m : tendenza della curva a crescere ($0 < m \leq 1$)

$$\frac{d\bar{\sigma}}{d\bar{\epsilon}} = m \bar{\sigma}_0 \bar{\epsilon}^{m-1} \quad \epsilon_m \sigma = \epsilon_m \bar{\sigma}_0 + m \epsilon_m \bar{\sigma}$$

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 appiattirsi

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, gattatore...
- 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 la fonderia
- processo per deformazione plastica (normalmente non è l'ultimo)
- operazione di truceo → rifinitura

FUSIONE = si porta il materiale sopra il T di fusione → liquido
 Es verso nello stampo → costato
 raffreddamento libero o controllato
 Es estrazione dalla forma → operazioni di finitura

→ IN FASE TRANSITORIA: la forma si stampa
 → " " PERMANENTE: si apre, si realizza

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

Disegno con tutte le info → realizzazione delle attrezzature: contenitore x lo costato, le anime (x i fori), il modello (base per fare lo stampo)

queste attrezzature devono essere un po' diverse dal pezzo

CASSAFORMA (parallelepipedo senza basi) x contenitore Es costato si mette dentro uno dei due semimodelli del pezzo, e poi si versa il materiale di formatura (polvere solida) 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 ≠

poi si compatta, in modi diversi, e secondo del legante
 compattezza meccanica (pressione idraulica + vibrazioni)
 " " tecnica chimica

si fanno dei fori di sfogo (non sempre)

si rubella tutto, e si uniscono i due semimodelli, si mette una scatola cassaforma e si fonda appiattendosi però due oggetti per comunicare con l'interno della forma (conde di costato) e costituire un serbatoio esterno di materiale liquido per compensare le ritiro in fase di raffreddamento del materiale (si chiama materozza). La è un costo energetico importante: la materozza deve essere alimentando.

Si finisce il riempimento e si compatta... e si estraggono i due oggetti, si sbrucia il banco di costato