



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 2021A -

ANNO: 2016

A P P U N T I

STUDENTE: Cane Daniele

MATERIA: Tecnologia dei materiali da costruzione - Prof
Casalegno Matteis

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

IL VETRO

- DEFINIZIONE
- STRUTTURA DELLA SILICE
- COME CATALOGARE LA MICROSTRUTTURA DI UN MATERIALE.
- QUAL È LA CONDIZIONE NECESSARIA AFFINCHÉ SI POSSA OTTENERE UN VETRO?
- TIPOLOGIE DI MATERIALI AMORFI.
- QUALI SONO LE CONDIZIONI NECESSARIE AFFINCHÉ UN MATERIALE SI POSSA CONSIDERARE FORMATORE DI RETICOLO?
- TEORIA DI LEBEDEV-PORAI-KOSHITS
- MODIFICATORI DI RETICOLO, FONDENTI, INTERMEDI
- DEFINIZIONE E LEGGE DELLA VISCOSITÀ
- DIFFERENZA TRA UN MATERIALE CRISTALLINO E UNO AMORFO
- TEMPERATURE FONDAM. DEL VETRO E RISPOSTE DIVERSE A SECONDA SE SONO SOPRA O SOTTO LA TEMPERATURA DI FUSIONE
- PRODOTTI VETRARI PRINCIPALI
- RESISTENZA ALLO SHOCK TERMICO
- TIPOLOGIE DI VETRO
- FASI PER LA PRODUZIONE DELLA MASSA VETROSA
- TECNICHE DI PRODUZIONE DELLE BOTTIGLIE DI VETRO
- VETRO PER IL CONSUMO ENERGETICO INVERNALE ED ESTIVO
- VETRO E LUCE - CONCETTO DI RIFRAZIONE E RIFLETTIVITÀ
- METODI DI PRODUZIONE DEL VETRO RIFLETTENTE
- VETRI AUTOPULENTI
- MECCANISMI DI DEFORMAZ. (MOVIM. DELLE DISLOCAZ.) PER I CERAMICI E PER IL VETRO NELLO SPECIFICO
- MECCANISMO DELLA FRATTURA - LEGGE DI GRIFFITH
- STATISTICA DI WEI BULL
- STABILITÀ CHIMICA DEI VETRI
- CONCETTO DI FATICA STATICA
- GRAFICO D'ACCRESCIMENTO DELLA CRACK

I CERAMICI

- C -

- PROPRIETÀ MECCANICHE, CHIMICHE E FISICHE
- CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLA MICROSTRUTTURA
- LE MATERIE PRIME E CARATTERISTICHE DI IDROPLASTICITÀ
- RUOLO DEGLI SMAGRANTI E DEI FONDENTI
- PROCESSO DI FORMAZIONE DEI CERAMICI
- TIPOLOGIE DI CERAMICI
- TIPOLOGIE DI LATERIZI E CONCETTO DI ALLEGGERIMENTO IN PASTA
- LATERIZI PER PAVIMENTAZIONI
- CARATTERISTICHE NECESSARIE DI UNA BUONA PAVIMENTAZIONE
- COTTURA DEI LATERIZI PER PAVIMENTAZIONE
- TIPOLOGIE DI PRODOTTI IN PASTA POROSA E IN PASTA COMPATTA
- DEGRADO DEI MATERIALI CERAMICI

REFRATTARI

- DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE
- TIPOLOGIE DI REFRATTARI
- PROVE CHE SI ESEGUONO SUI REFRATTARI

ABRASIVI

- DEFINIZIONE
- TIPOLOGIE DI ABRASIVI

MATERIALI COMPOSITI

- DEFINIZIONE
- RINFORZATI CON PARTICELLE E CARATTERISTICHE
- COME AGISCONO NEL RAFFORZAMENTO LE PARTICELLE
- RINFORZATI CON FIBRE E CARATTERISTICHE
- DEFINIZIONE DI LUNGHEZZA CRITICA E FORMOLA
- COME GRAFICAMENTE SI RINFORZA UN MATERIALE COMPOSITO
- COMPOSITI A MATRICE POLIMERICA
- TIPOLOGIE - GFRP e CFRP
- COME POSSONO UTILIZZARSI I MATERIALI FRP IN EDILIZIA
- LE TENSOSTRUTTURE

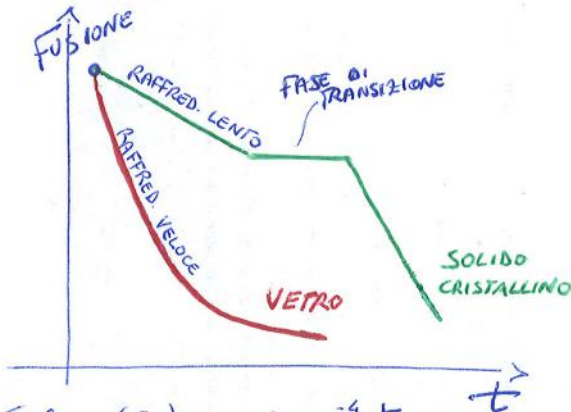
NUCLEAZIONE E CRESCITA

Consiste nella formazione, alle temperature di trasformazione, di germi cristallini aventi la struttura delle fase in formazione. Tale nuclei crescono progressivamente formando i grani della nuova fase fino a completa formazione esclusiva. La nucleazione forte con la FORMAZIONE DI BORDI DI GRANO.

-2-

VELOCITÀ CRITICHE DI RAFFREDDAMENTO

Come si ottiene un vetro?



Per realizzare lo stato vetroso partendo dallo stato liquido è necessario che LA VELOCITÀ DI RAFFREDDAMENTO DELLA SOSTANZA CONSIDERATA SIA MAGGIORE DELLA SUA VELOCITÀ DI CRISTALLIZZAZIONE

I LIQUIDI VETROGENI sono sostanze che facilmente possono dar luogo a vetri in condizioni normali di raffreddamento
 → ELEVATA VISCOSITÀ in prossimità della loro temperatura di fusione

Silice (Si) → $2 \times 10^{-4} \frac{K}{sec}$
 Ge Oxide → $7 \times 10^2 \frac{K}{sec}$

RELAZIONE FRA VISCOSITÀ E VETRIFICABILITÀ

Gli ossidi formatori di vetro, in genere, hanno VALORI DI VISCOSITÀ PIÙ ELEVATI, tra 10^5 e 10^7 (M)

TIPOLOGIE DI MATERIALI AMORFI

- CERAMICI
 - OSSIDI INORGANICI — VETRI TRADIZIONALI
 - FLUORURI INORGANICI — VETRI FLUORATI
 - CALCOGENURI INORGANICI — VETRI CALCOGENURI
 - OSSIDO DI FERRURO — VETRI FERRURATI

METALLI — VETRI METALLICI

COMPOSTI ORGANICI — GLICERINA, GLUCOSIO

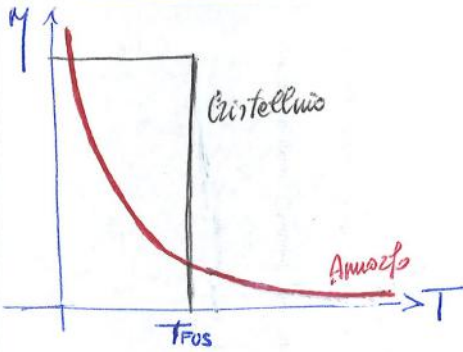
POLIMERI — PET, PLEXIGLASS...

FORMATORI DI RETICOLO

Gli ossidi che rispettano tutte le regole di Zachariasen sono detti neti FORMATORI DI RETICOLO

- Nessuno ione ossigeno deve essere legato al più di due cationi ⇒ l'ossigeno deve avere NUMERO DI COORDINAZIONE = 2
- Il numero di coordinazione del catione deve essere ≤ 4 (SiO_2 , B_2O_3)
- I poliedri devono condividere solo i VERTICI non spoliati
- Ciascun poliedro deve condividere almeno 3 vertici

La lavorazione del vetro viene eseguita nell'intervallo tra -4- le temperature di lavorazione e di rammollimento



$T < T_g$ si ha un materiale prevalentemente ELASTICO e SOGGETTA FRATTURA FRAGILE

$T > T_g$ si ha un materiale che presenta un comportamento VISCOSO CON SCORRIMENTO DELLE UNITA' STRUTTURALI DEL VETRO

T_g VETRO RICCO DI SILICE (SiO_2) $1300 \div 1700^\circ C$
 T_g VETRO SODICO-CALCIO (Soda-lime) $500 \div 550^\circ C$
 T_g per alcuni POLIMERI $T_g < 25^\circ C$

- P.to FUSIONE \rightarrow Vetro liquido
- P.to LAVORAZIONE \rightarrow Vetro facilmente deformabile
- P.to RAMMOLLIMENTO \rightarrow Max temperatura alla quale si può maneggiare
- P.to RICOTTURA \rightarrow Le diffusioni atomiche è sufficiente ad eliminare le tensioni residue entro 15 minuti
- P.to DEFORMAZIONE \rightarrow A T inferiori si ha fratture fragili

PRODOTTI VETRARI E PRINCIPALI TIPI DI VETRO

- VETRO COLATO - Ottenuto per colatura e successiva laminazione in questa categoria sono inclusi i vetri stampati e ornamentali o vetri retinoli

- VETRO CRISTALLO o VETRO FLOAT - Ottenuto per colatura su un bagno metallico. Si ottiene un vetro perfettamente piano

- VETRO SILICE - Si ottiene da QUARZO PURISSIMO a $T > 2000^\circ C$
 - Si può impiegare alle alte temperature ($> 1000^\circ C$)
 - Trasparente a UV e IR
 - Impiegato nelle industrie e laboratori

RESISTENZA ALO SHOCK TERMICO: Dipende dal coefficiente di dilatazione termica α e di conduttività termica che si verifica in un materiale. Se cura e superficie si raffreddando in tempi diversi, possono crearsi delle forti variazioni di volume creando forti stati tensionali sul pezzo

$$R = \frac{\alpha_2 K}{E \alpha}$$

K = conduc. termica del materiale
 E = modulo elastico
 α = coeff. di dilatazione termica
 α_2 = Coef. di rottura

- VETRO VYCOR Si ottiene per fusione di una miscela ^(borosilicato) SiO_2 (60%) e B_2O_3 (30%).
 si esegue un TRATTAMENTO TERMICO per separare le due fasi.
 Si procede con un ATTACCO DA ACIDI che scioglie la fase di BORATO ALCALINO ed eliminazione delle porosità fondendo la T a $1200^\circ C$
 Si ottiene un OTTIMO VETRO RESISTENTE ALO SHOCK TERMICO ottenuto in processo non costoso

TECNICHE DI PRODUZIONE DELLE BOTTIGLIE DI VETRO

TECNICA DI PRESSO-SOFFIO: In questo caso un sistema fucina nelle forme di vetro fuso ($1000 \pm 200^\circ C$) centrifugabile nello stampo

TECNICA DI SOFFIO-SOFFIO: Il sistema è sostituito da un soffio di aria compressa per la formazione dell'abbozzo di corpo cavo.

PRODOTTI VETRARI DI BASE

VETRO TIRATO: Ottenuto per tiratura meccanica della massa fluida

VETRO ECALATO: Ottenuto per colata e successiva laminazione

VETRO CRISTALLO: Ottenuto per colata su bagno metallico

(O FLOAT O PIANO)

Tirato orizzontale (Libbey-Owens)

Vetro piano  Tirato verticale (Foucault, Pittsburgh)

Si definisce piano perché lo diventa sformando sotto il suo peso

PRODUZIONE DEL VETRO FLOAT (O PIANO O CRISTALLO)

BAGNO DI FUSIONE \Rightarrow RULLI LAMINATORI \Rightarrow BAGNO METALLICO

Vetro fuso

Zona di riscaldamento
Zona di jelatina e fuoco
Zona di raffreddamento

\Rightarrow FORNO DI RICOTTURA \Rightarrow TAGLIO

In questo processo, si ha un incredibile aumento di viscosità da $1P$ a $10^8 P$

VETRO ISOLANTE

È impiegato per ridurre il consumo energetico nelle stagioni invernali. L'obiettivo è diminuire U (trasmissione termica). Viene inserita un'interposizione d'aria e 2 lastre di vetro. È formato da

DISTANZIATORE:

SIGILLANTE PRIMARIO: Adesione tra i pannelli

SIGILLANTE SECONDARIO: Costituisce una seconda sigillatura

ESSICCANTE: Assorbe il vapore acqueo

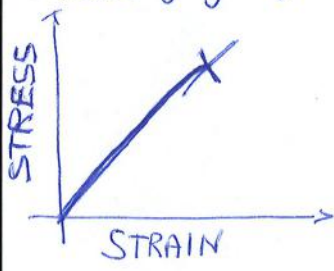
$$U = \left(\frac{1}{h_i} + \sum_1 \frac{d_i}{\lambda_i} + \sum_1 R_i + \frac{1}{h_e} \right)^{-1}$$

Resistenza superficiale dovuta dal moto dell'aria lambita dal vetro

si attivi il COATING e deve essere accessibile alle precipitazioni piovose
PROPRIETA' MECCANICHE DEL VETRO

-78-

la rottura è improvvisa e catastrofica (completamente senza con
 rottura fragile)



- MECCANISMI DI DEFORMAZ. - CERAMICI IONICI

• Il MOVIMENTO DELLE DISLOCAZIONI è possibile ma difficile perché lo scorrimento può avvenire nei piani che NON presentano massime densità atomiche

- MECCANISMI DI DEFORMAZ. - CERAMICI COVALENTI

• Il MOVIMENTO DELLE DISLOCAZIONI è difficile perché il legame covalente è fortemente direzionale e alcuni sistemi di scorrimento diventano attivi solo ad alte temperature.

- MECCANISMI DI DEFORMAZ. - VETRI

I VETRI possono deformarsi per flusso viscoso. ha loro viscosità è estremamente alta a temperatura ambiente

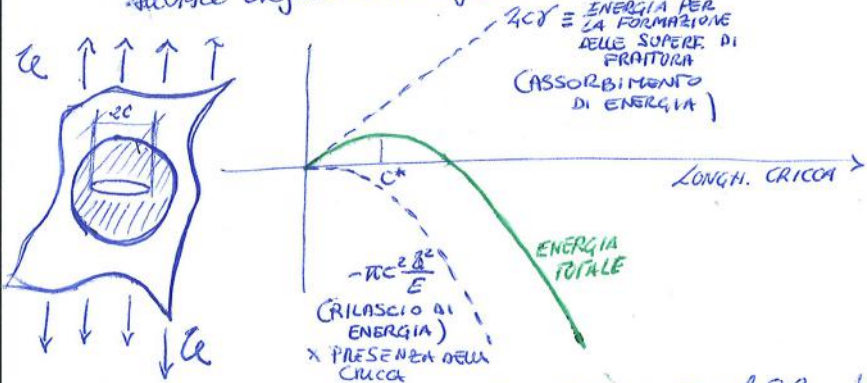
la MECCANICA DELLA FRATTURA studia e quantifica i rapporti fra le proprietà del materiale, livello di sforzo, presenza di difetti e specie di indurre formazioni di cricche e meccanismi di propagazione della stessa

I DIFETTI MACROSCOPICI (pori e cricche) agiscono come concentratori di sforzo all'apice degli stessi difetti

Un materiale che si deforma plasticamente può ARROTONDARE L'APICE DELLA CRICCA DIMINUENDO COSI' LA TENSIONE EFFETTIVA

Un materiale che cede di rottura non subisce deformazione plastica

La TR. di GRIFFITH tratta tutto ciò matematicamente



1. la presenza delle cricche causa un rilascio di energie di deformazione da parte della cricca

2. la formazione della cricca causa la creazione delle superfici che la delimitano la cui area è circa $4c$

Fino alla LUNGH. CRITICA la cricca è stabile perché per farla crescere occorre fornire energia, ma una volta raggiunta la c^* essa diviene instabile e il suo accrescimento comporta una diminuzione di energia

Prassamente, durante la propagazione di una cricca, il materiale CEDERÀ ENERGIA DI DEFORMAZIONE ELASTICA (immagazzinata durante la def. elast.)

• ASSORBE ENERGIA SUPERFICIALE per la creazione di due nuove superfici all'apice della cricca

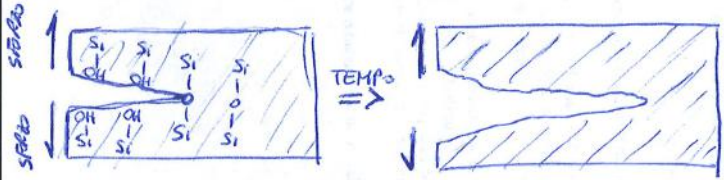
RESISTENZA IN FUNZIONE DEL TEMPO

-9-

I vetri come molti ceramiche subiscono la progressiva diminuzione della resistenza meccanica nel tempo. Infatti dopo un certo tempo il materiale si rompe sollecitato ad un carico minore rispetto a quello di rottura. Quindi certamente la popolazione dei difetti evolve con il tempo, tale fenomeno è conosciuto come FATICA STATICA.

La RESISTENZA MECCANICA dipende da:

- Presenza di difetti
- Fenomeni termo-corrosivi (fenomeno delle fatica-statica)
- Sollecitazioni variabili nel tempo (fenomeno delle fatica-dinamica)



VELOCITÀ DI ACCRESCIMENTO SUBCRITICO DELLA CRICCA

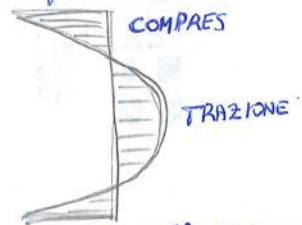


VETRI DI SICUREZZA

◦ VETRI ARMATI (o RETINATI): I vetri nei quali viene incorporata una rete metallica, lo scopo non è quello di migliorare la RESISTENZA MECCANICA, serve invece a RITARDARE LA PROPAGAZIONE DELLE FIAMME IN CASO DI INCENDIO ⇒ Se il vetro rammollisce o si rompe la rete metallica lo tiene in funzione per un certo periodo



◦ VETRI TEMPRATI: con processi chimici o fisici, vengono create nel vetro delle tensioni permanenti di compressione in superficie e di trazione al centro



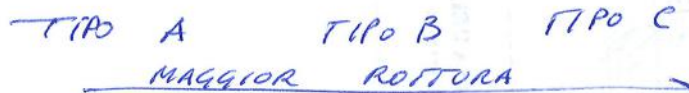
TEMPRA TERMICA Si investe con aria a $T \approx T_{amb}$. Durante il raffreddamento si genera una grande differenza di temperatura fra esterno e interno del vetro ⇒ a $T < T_g$ il vetro è rigido ⇒ l'interno tende a contrarsi quando l'esterno è più rigido ⇒ esterno in compressione ed interno in trazione

Si ottiene un vetro ad elevata resistenza agli urti. L'eventuale rottura è localizzata e i frammenti rimangono aderenti alle plastiche. Migliori proprietà di isolamento termico e acustico.

* PROVA A FLESSIONE SU 3 o 4 PUNTI

PROVA ALLA FENACITA'

Un peso di 50kg viene lasciato scendere a mo' di pendolo contro il vetro. Conoscendo l'altezza di partenza e quindi si ottiene l'energia assorbita dal vetro. A seconda del danno vengono classificati in TIPO A B e C.



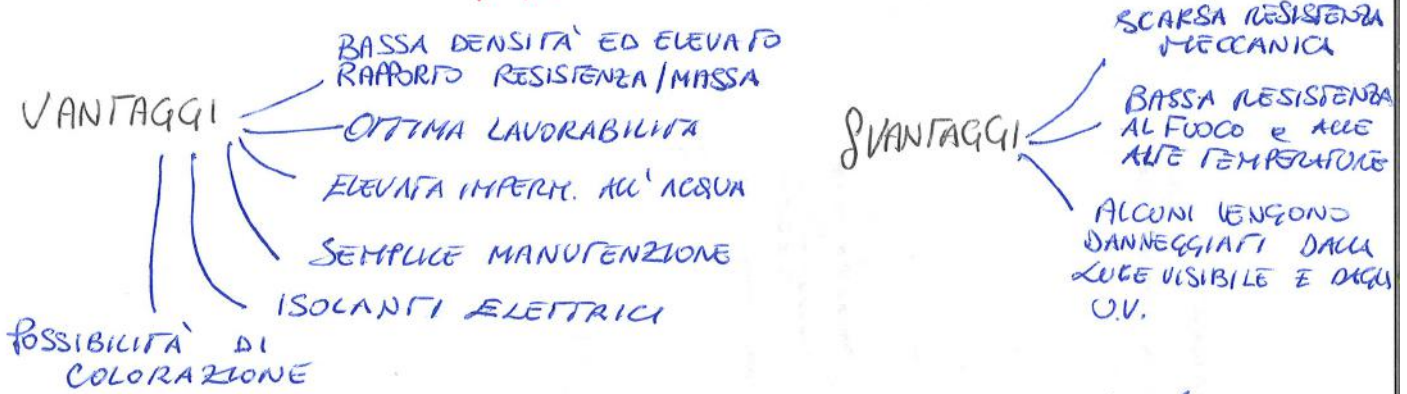
PROVA ALLA RISPOSTA AGLI URTI

Tramite una sfera calibrata (4,4kg) viene lasciata cadere sul pannello in modo da simulare il lancio di un oggetto solido contro una vetrata.

PROVA ALLA RISPOSTA IN CASO DI VANDALISMO

Il pannello è sottoposto all'attacco di uno mazzetta e di un osella in modo da simulare un atto vandalico su di esso.

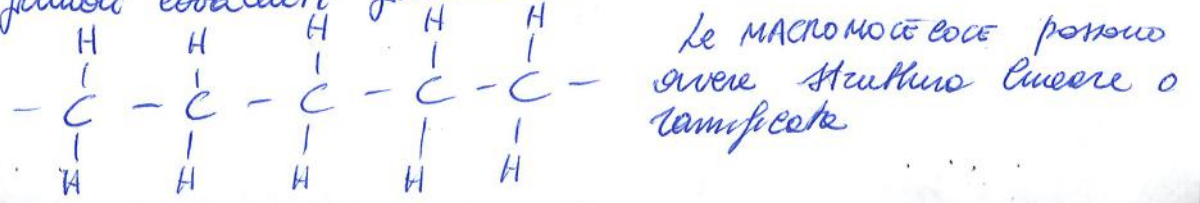
I POLIMERI



I POLIMERI sono definiti come sostanze organiche formate da un insieme di molecole di elevate dimensioni e di elevato peso molecolare.

Ciascuna delle suddette macromolecole è a sua volta formata dalla sua ripetizione di molte unità strutturali legate tra di loro con legami covalenti. Tali unità vengono definiti MONOMERI.

MONOMERO: Sostanze le cui molecole relativamente semplici hanno la possibilità di reagire in modo da concatenarsi tra loro con legami forti covalenti producendo così MACROMOLECOLE.



CRISTALLINITA' DEI POLIMERI

A cause delle dimensioni, e spesso, complessità e molecole dei polimeri sono solitamente solo PARZIALMENTE CRISTALLINE → In pratica abbiamo zone cristalline all'interno di una matrice amorfa. Un polimero non è mai completamente cristallino perché ci sono in ogni caso delle zone in cui le catene si rimpiccioliscono.

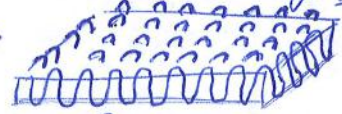
MODELLO A MICELLE FRANGIATE

Le regioni cristalline (CRISTALLITI o MICELLE) disperse all'interno di una matrice amorfa.



MODELLO A CATENA RIFIEGATA

Ciascuna lamella è costituita da un certo numero di molecole unite fra loro su se stesse.



Molti polimeri cristallizzano formando SFERULITI: Densi aggregati di cristalliti a catene ripiegate che si irradiano dal centro vs l'esterno.

FATTORI CHE INFLUENZANO LA CRISTALLINITA' DEI POLIMERI

- > VELOCITA' DI RAFFREDDAMENTO: Se si vuole una struttura più cristallina è necessario lasciare il tempo sufficiente perché le catene si allineino.
- > COMPOSIZIONE CHIMICA: la CRISTALLINITA' è SFAVORITA nei polimeri che derivano da monomeri con strutture chimiche complesse.
- > STRUTTURA DELLE CATENE: le RAMIFICAZIONI LATERALI interferiscono nel processo di cristallizzazione.

POLIMERI LINEARI
↓
FACILMENTE SI HA ELEVATA CRISTALLINITA'

POLIMERI RAMIFICATI
↓
BASSO GRADO DI CRISTALLINITA'

POLIMERI RETICOLATI
↓
QUASI TOTALMENTE AMORFI

Definiamo T_g per i materiali polimerici come la temperatura per la quale non sono più presenti legami di Van der Waals, in quanto le VIBRAZIONI FERMICHE sono sufficienti a romperli. Ciò riguarda la componente amorfa del materiale.

$T > T_g$ - Le catene polimeriche si muovono facilmente e riescono a trovare un'altra posizione per diminuire le loro sollecitazioni

$T < T_g$ - Viceversa

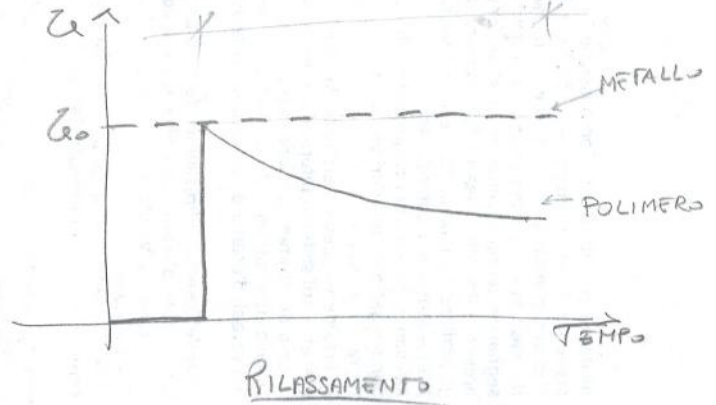
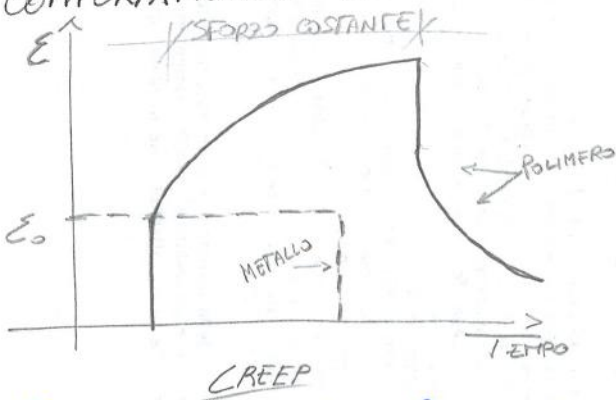
Le catene sono bloccate, fitti da resistere e il movimento non si fa.

Viceversa

POLIMERI TERMOINDURENTI — Legami primari covalenti anche fra le catene
 — Lavorabili e curati solo una volta
 — Resistenza meccanica rispetto ai termoplastici

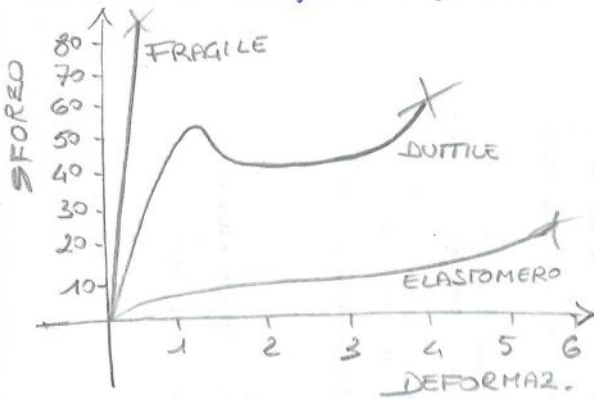
ELASTOMERI — Grandi deformazioni elastiche e assenza di deformaz. in tratto plastico

COMPORIAMENTO VISCOELASTICO — CREEP e RILASSAMENTO



Se riuuoro lo sforzo, le macromolecole tendono all'assetto iniziale, la deformazione viscosa è recuperata (VISCOELASTICITÀ)

Unendo una deformaz. al primo, si nota che la forza per mantenere tale deformazione diminuisce nel tempo.

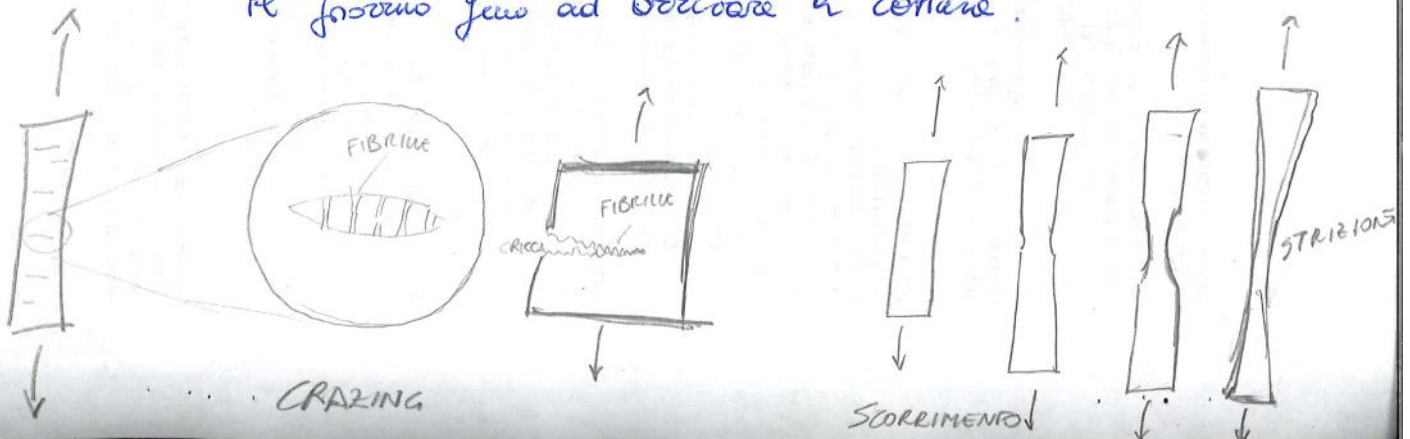


CRAZING E SCORRIMENTO

Esistono 2 tipologie di SNERVAMENTO per i polimeri:

CRAZING comporta la formazione di tante piccole fessurazioni dette crazes. A differenza delle cricche esse sono collegate da FIBRILLE

SCORRIMENTO: Si forma una strizione che può propagarsi lungo tutto il pezzo fino ad arrivare a rottura.

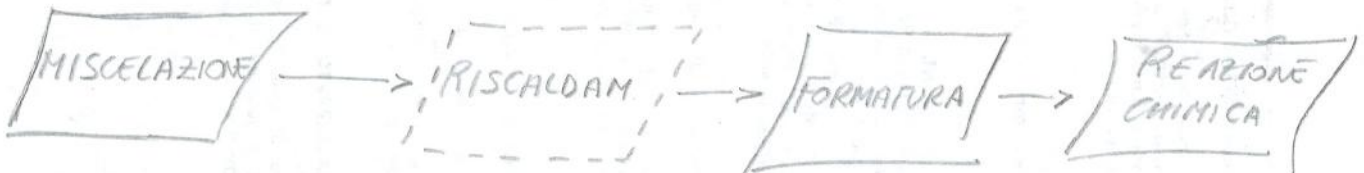


SCHEMA TECNOLOGIE DI LAVORAZIONE

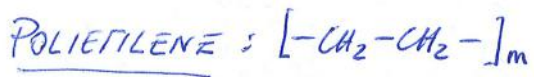
POLIMERI TERMOPLASTICI



POLIMERI TERMOINDURENTI

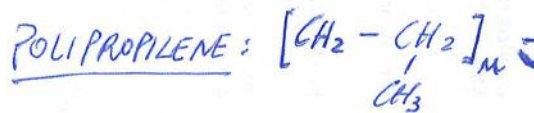


POLIMERI TERMOPLASTICI - ESEMPI -



BASSA DENSITA' (CATENA LINEARE)

- SACCHI
- IMBALLAGGI
- CONGELATORI



ALTA DENSITA' (CATENA RAMIFICATA)

- BOTTIGLIE
- SERBATOI
- GIUB. ANTIPROIETTILE

SEDIE
FILM IMBALLAGGI

ELEVATA RESISTENZA CHIMICA



MOLTO LEGGERO

POLIMERI PER CONDENSAZIONE

NYLON, POLICARBONATI e POLIURETANI, SILICONI

POLIMERI TERMOINDURENTI

BAKELITE, RESINE EPOSSIDICHE, SUPERCOLLA

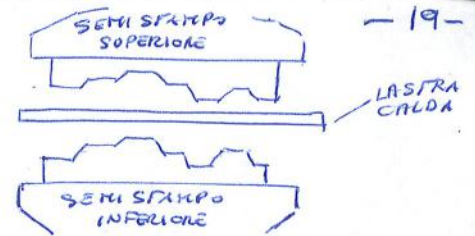
ELASTOMERI

Sono essenzialmente polimeri lineari nei quali si sono introdotti un certo numero di LEGAMI A PONTE che conferiscono al materiale una struttura tridimensionale, assicurando proprietà di elasticità elevate. Questi legami, covalenti o non-covalenti sono introdotti dopo lo stampaggio del materiale, mediante una reazione chimica chiamata VULCANIZZAZIONE.

ISOLATORI SISMICI

POLIMERI IMPIEGHI EDILIZI

TERMOFORMATURA: Simile al processo di stampaggio a compressione, un foglio ripido di materiale termoplastico viene riscaldato a 200°C e poi formato su uno stampo



FORMATURA TERMOINDURENTI

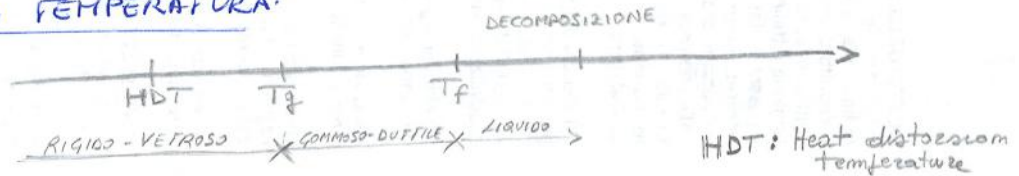
- STAMPAGGIO PER COMPRESSIONE - Vedi quella per i termoplastici
- STAMPAGGIO A INIEZIONE PER TRASFERIMENTO
- POLTRUSIONE → ?
- STAMPAGGIO ROTAZIONALE

CAUSE DI DEGRADO DEI POLIMERI

Il degrado dei polimeri, porta tra le conseguenze, la PERDITA DI FLESSIBILITA' e la PERDITA DI TENACITA'

EFFETTO DELLA TEMPERATURA:

TERMOPLASTICO:



TERMOINDURENTE:



INVECCHIAMENTO FISICO

Aumento di rigidità e fragilità del materiale che interessa per lo più polimeri amorfi o comunque la parte amorfa dei semicristallini. Si tratta di un FENOMENO REVERSIBILE

INTERAZIONE CON SOSTANZE LIQUIDE AGGRESSIVE

Solventi, acqua... possono provocare rigonfiamento o rammolimento → dissoluzione e infine reazione. Le molecole di solvente si accumulano in determinati siti del polimero e rompono i legami secondari tra le molecole

ENVIRONMENTAL STRESS CRAZING

Azione combinata di determinati liquidi organici e sollecitazione di trazione il polimero passa da un comportamento duttile a fragile con rottura per crazing → il polimero si rompe per sollecitazioni di trazione molto inferiori rispetto a quelle necessarie

EFFETTO DELLE RADIAZIONI SOLARI

Si ha una degradazione termica, tramite eccitamento degli elettroni dei legami covalenti a livelli energetici maggiori → possibile rottura dei legami

CLASSIFICAZIONE SULLA BASE DELLA MICROSTRUTTURA

- 21 -

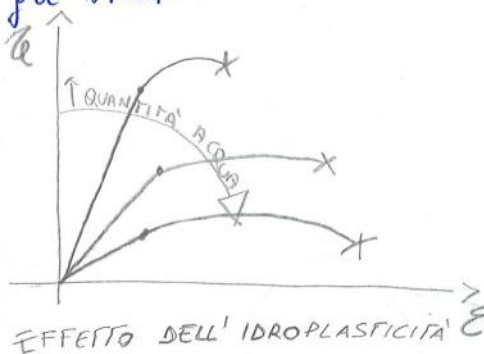
- A PASTA POROSA: grani separati da un numero di pori e interstizi
- A PASTA COMPATTA: i vuoti sono in buona parte riempiti da una loro vetrina in seguito alla parziale fusione subito durante la cottura

LE MATERIE PRIME

- ARGILLA → Conferisce PLASTICITÀ all'impasto
- SMAGRANTI → Regolano il ritiro durante l'essiccamento e la cottura
- FONDENTI → Danno luogo alla formazione di una fase liquida in grado di legare, in fase di solidificazione, i grani del materiale

ARGILLE CAOLINO → ARGILLE BIANCHE

Le argille oltre ad essere ABBONDANTI ⇒ poco costose hanno anche il pregio di essere IDROPLASTICHE, ossia se mescolate con acqua, esse formano una MASSA PLASTICA FACILMENTE LAVORABILE, perché l'acqua s'interfonde fra gli strati di lamelle e forma un film sottile attorno alle particelle.



PLASTICITÀ: Capacità di deformarsi sotto l'azione di una pressione esterna e conservare la forma acquisita dopo la rimozione di tale azione meccanica

Acquisite in presenza di opportune quantità d'acqua. Perdute dopo l'essiccamento

FORMATURA → ESSICAMENTO → COTTURA

SMAGRANTI: Tipicamente costituiti da SILICE sotto forma di QUARZO e QUARZITI. Non hanno proprietà leganti, ma formano uno scheletro RIGIDO. Ha il ruolo di rinforzo al "verde" la resistenza necessaria per far sì che si fosse sagomata l'oppe e si possa mantenere la forma.

FONDENTI: Sono utilizzati i FELDSPATI, $CaCO_3$. Durante la cottura provocano la formazione di una fase liquida/vetrina che solda insieme i granuli ceramici e riempie le porosità.

⇒ 50% ARGILLA + 25% SMAGRANTE (QUARZO) + 25% FONDENTE (FELDSPATI)

TIPOLOGIA DI CERAMICI TRADIZIONALI

-23-

CERAMICHE BIANCHE: ARGILLA, QUARZO, FELDSPATI. (in queste tipologie (SMAGRAN) (FONDEN.)

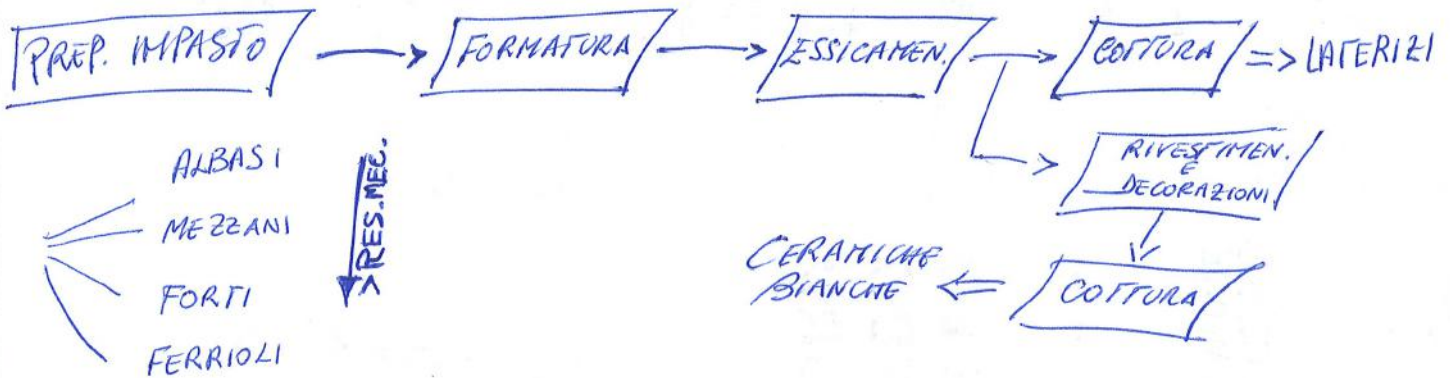
Si utilizza un'argilla pregiatissima e finissima (CAOLINO), il suo aspetto BIANCO e TRASLUcido fornisce all'oggetto un particolare aspetto estetico. Sono impiegate per la produzione di STOVIGLIE, SANITARI, ISOLANTI PER CANDELE - D' AUTOMOBILI...

Le più importanti sono le PORCELLANE, infatti grazie all'elevato contenuto di vetro possono essere impiegate non smaltate

I LATERIZI: Sono invece costituiti da ARGILLE COMUNI e rappresentano il prodotto ceramico più diffuso. Sono ABBONDANTI e le materie prime sono facilmente reperibili. La tecnologia di produzione (e pressione) semplice e poco costosa permette una loro vasta diffusione. Le cotture avviano tra i 900 e 1050 °C

ARGILLA + CARBONATO DI CALCIO (CaCO₃) + QUARZO + SOLFATI
(FONDENTE) (SMAGRANTE)

PRODUZIONE DEI LATERIZI



MATERIALI PER STRUTTURE MURARIE

MATTONI PIENI: Si presentano anche con una rientrata foratura (45%). Sono impiegate come murature strutturali o come semplice confinamento di ambienti (5,5 x 12 x 25 cm)

MATTONI O BLOCCHI SEMIPIENI: Elementi forati (15-45%) gli elementi di formato più grande, il cui volume superiore i 5,5 dm³ vengono nominati BLOCCHI. Possono essere prodotti in LATERIZZO NORMALE o ALLEGGERITO IN PASTA

L'ALLEGGERIMENTO IN PASTA si ottiene miscelando all'impasto dell'argilla (fame delle loro formature), del MATERIALE COMBUSTIBILE FINEMENTE SUDDIVISO (carbone, segatura di legno, polistirolo...). Questo materiale durante la cottura brucia completamente, lasciando all'interno delle masse laterizie dei piccolissimi vuoti che contribuiscono ad aumentare le caratteristiche di ISOLAMENTO TERMICO ed ACUSTICO.

LATERIZI PER PAVIMENTAZIONI: Possiedono variegate forme ed altrettanto grande varietà di dimensioni

- RESISTENTI ALLO SCIVOLAMENTO
- FERMEABILI AL VAPORE
- DURABILI
- BIO E ECOLOGICAMENTE COMPATIBILI
- VALORI DI RESISTENZA MECCANICA (a compress. $40 \div 60 \text{ MPa}$)

Le PROPRIETÀ MECCANICHE dei prodotti in laterizio sono influenzate in maniera complessiva dalle CARATTERISTICHE MICROSTRUTTURALI, e loro volte determinate dalle composizione dell'impasto originale e dalle condizioni di processo

L'aggiunta di polistirolo o altro alleggerimento in fase determina un'indebolimento, una diminuzione del 30% della resistenza a flessione del laterizio

Altoppiò il contenuto di CARBONATI influenza chiaramente la resistenza meccanica dei prodotti, favorendo la formazione di microcraquelure di coesione. $\uparrow 1\% \Rightarrow \downarrow 0,2 \text{ MPa}$ della RESISTENZA A FLESSIONE

Un aumento del contenuto di minerali organici o di frazione granulometrica $< 2 \mu\text{m}$ dell'impasto, favorisce un incremento delle resistenze meccaniche dei corredi. Parallelamente però un \uparrow di frazione grossolana rappresentata da quarzo e feldspati diminuisce le proprietà meccaniche del laterizio

COMPORIAMENNO SOTTO L'AZIONE DEGLI AGENTI ATMOSFERICI

NON GELIVITÀ \Rightarrow Resistenza al gelo dopo ripetuti cicli di gelo e disgelo sotto condizioni ben precise di temperatura e di tempo di permanenza

IMPERMEABILITÀ \Rightarrow Definisce i limiti del passaggio di acqua dalla faccia superiore e quella inferiore

LE PIASTRELLE
Le piastrelle, nelle loro diverse tipologie, si basano sulle seguenti materie prime.

1. ARGILLA
2. CARBONATI
3. FELDSPATI
4. QUARZO
5. INERTI

TIPI DI COTTURA

COTTURA: Per le piastrelle si amica $950 \leq T \leq 1100 \text{ }^\circ\text{C}$

Maestri per ceramiche e piastrelle SMALTATE

PORCELLANE: Prodotti a pasta bianca, molto compatte e vetrificate (Caolino + quarzo + feldspati)

-27-

TENERE

Debole la fase liquida
→ elevate traslucidez

DURE

Prevalenza della fase cristallina, con doppie cotture a 900-1000°C e poi a 1400°C. Elevata resist. chimica, meccanica elettrica ---

GRES PORCELLANATO: Ottenuto per miscela di caolino, feldspato e quarzo, di qualità inferiore alla porcellana. Si cuociono a T=1200. È un prodotto a pasta bianca, quasi completamente vetrificato
→ mat. impermeabile a liquidi e vapori e con elevate caratteristiche meccaniche

CELIKER: Prodotto ottenuto da argille eterogenee. Buona resist. meccanica e agli agenti atmosferici

GRES ROSSO: Prodotto vetrificato che non viene smaltato. Basso contenuto di carbonati e elevato tenore di ossido ferroso

PRODOTTI NON SMALTATI: (CELIKER, GRES ROSSO, COTTO) → Pavimenti

MAYOLICA: Rivestimenti di parti interne

COTTOPORTE: " " " ed esterne

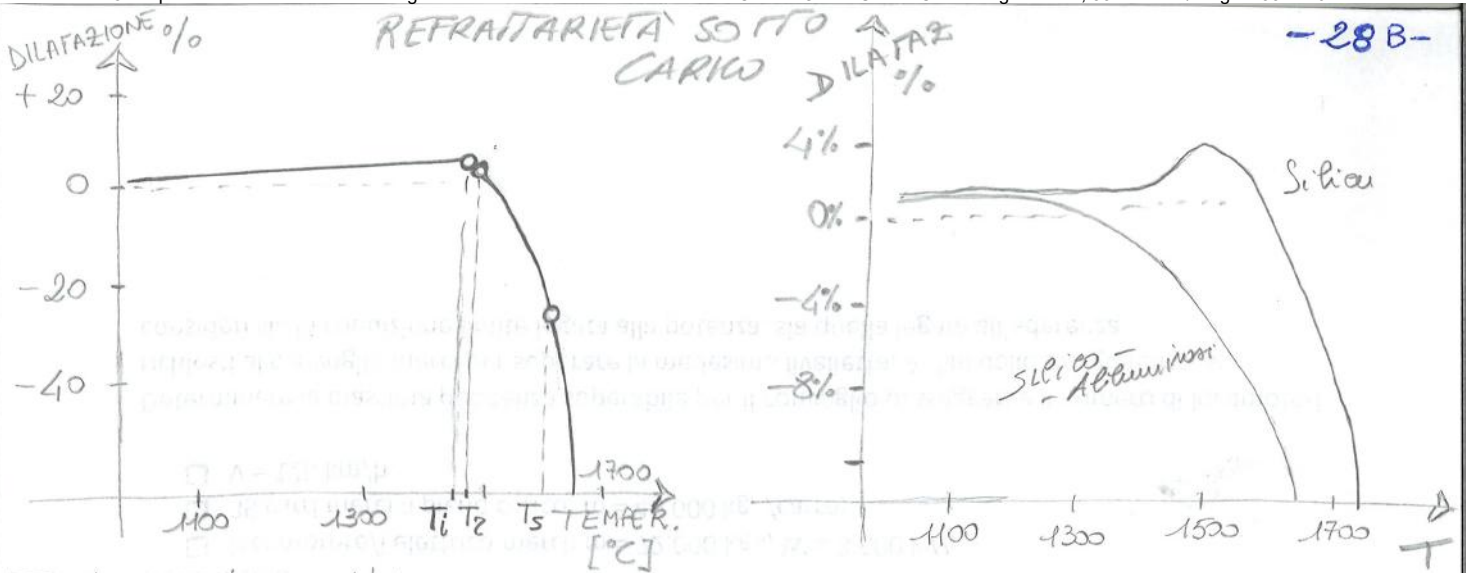
* Vedi grafico delle porosità → aumento dell'assorbimento d'acqua e + il modulo di rottura e flessione diminuisce.

DURABILITÀ DEI MATERIALI CERAMICI

I materiali ceramici data la loro porosità residua, possono subire DEGRADO DA GELO-DISGELO; EFFLORESCENZE date da trasporto di sali; ABRASIONE SUPERFICIALE O DEGRADO BIOLOGICO

REFRAATTARI

Vengono definiti come materiali da costruzione, non metallici, capaci di RESISTERE e SOSTENERE le sollecitazioni meccaniche a ELEVATE TEMPERATURE ($T > 583^{\circ}\text{C}$). Normalmente impiegati i forni, impianti metallurgici. Devono resistere a quelle temperature, conservando le proprie caratteristiche. È necessario inoltre che non reagiscano con i materiali o le sostanze con cui vanno a contatto.



T_i = temperatura d'inversione
 T_2 = temperatura massima alle quale può essere utilizzato il refrattorio
 T_s = temperatura di scioccamento

(Faint, mostly illegible text, possibly bleed-through or very light handwriting)

- $C = 0.20$
- $\alpha = 10^{-5} / ^\circ C$
- $\rho = 3.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- $\mu = 30 \text{ MPa}$

ESERCIZIO #3 - SOTTILI REFRATTARI - 31 MARZO 2012

A.A. 2011/12

CLASSE - 5° ANNO

Corso di Laurea in Ingegneria Metallurgica - Dipartimento di Ingegneria Metallurgica

COMPOSITI RINFORZATI CON FIBRE

Rispetto ai preparativi con particelle, essi risultano più complessi per le fibre; proporzionalmente i costi aumenteranno ma vengono anche fornite proprietà meccaniche superiori. In questa situazione le proprietà meccaniche risultano essere anisotrofe (maggior resistenza sulla lunghezza delle fibre). Si possono utilizzare diverse tipologie di fibre: VETROSE CERAMICHE POLIMERICHE...

► FIBRE DI CARBONIO

Si tratta di una miscela di C amorfo e grafite, esso ha modulo elevato in direzione parallela ai piani basali delle celle cristallografiche (PROPRIETÀ ANISOTROFE).

- C coefficiente di dilatazione bassissimo, elevate conduttività termica ed elettrica
- Si C' ottenute per decomposizione di precursori solamenti

Soprattutto per le FIBRE POLIMERICHE bisogna far attenzione che esse risultano essere sensibili agli UV e all'umidità

È importante tener presente la LUNGHEZZA DELLE FIBRE esse esse deve essere sufficientemente ancorata per svolgere correttamente il proprio lavoro, si dice che deve avere una LUNGHEZZA MINIMA per avere UN'EFFICACE MECCANISMO DI RINFORZO.

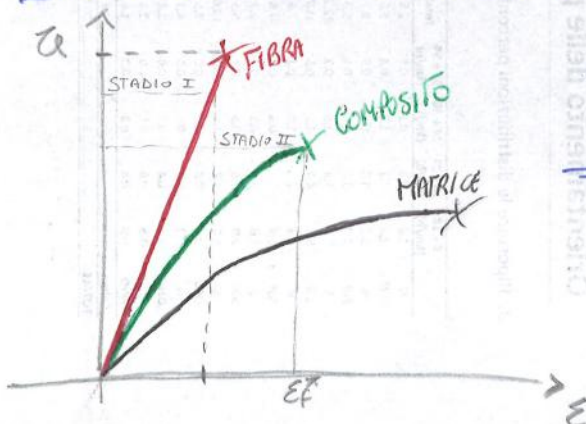
Indico con "lc" la LUNGHEZZA CRITICA DELLA FIBRA:

$$l_c = \frac{\sigma_f^* d}{2 \tau_c}$$

σ_f^* = Resistenza a trazione
 d = Diametro delle fibre
 τ_c = Carico di ancoramento a taglio delle matrici

Le proprietà meccaniche di un materiale composito rinforzato con fibre continue e allineate dipendono da:

- COMPORTAMENTO MECCANICO DELLE FIBRE E DELLA MATRICE
- DALLA FRAZIONE IN VOLUME DELLE FASI
- DALLA DIREZIONE D'APPLICAZIONE DEL CARICO



STADIO I: Sia fibre che matrice si deformano elasticamente

STADIO II: La matrice comincia a deformarsi plasticamente mentre le fibre è ancora in campo elastico

Prossimamente E_f^* il composito inizia a fratturarsi con una FRAATTURA NON CATASTROFICA → NON TUTTE LE FIBRE SI ROMPONO CONTEMPORANEAMENTE

Altra applicazione può essere per le TENSOSTRUTTURE -32-
ossia strutture architettoniche la cui forma è determinata
dalle membrane di copertura che sono tensionate tra
punti differenti, senza dunque ricorrere ai tradizionali archi
di sostegno. Esse sono realizzate in materiali polimerici con
fibre polimeriche oppure di vetro.

ESERCITAZIONE N°1 - SQUADRE RIUNITE - 4 aprile 2012

Esercizio #1 - Descrizione di un sistema

Individuare la funzione minima della cosa, della sua forma, del suo modo di essere, di un sistema strutturale
interessa che parliamo di un sistema strutturale come la struttura di un ponte o di un edificio in
Figura 1



Figura 1: autostrada a tre assi

lunghezza di coppia

Si supponga che l'asse stradale segua una traiettoria di raggio R pari a 40 m e che il veicolo abbia
una larghezza $L_v = 1 = 2,55$ m.

Esercizio #2 - Progetto di curve stabili

Progettare il piano di una curva stabile di una curva circolare con pendenza trasversale pari al 2% e di raggio di
giriante l'equilibrio di un veicolo che la percorra a 70 km/h. Determinare inoltre per la massima
pendenza la velocità di percorrenza di una curva di raggio 350 m. Nel dimensionamento, si
adottino i valori di aderenza trasversale fissati dalla normativa italiana.



Esercizio #3 - Progetto di curve per ovviare

Individuare il raggio minimo R_{min} e la sovravelocità V_{max} di una curva circolare di raggio
dato e di pendenza trasversale data.

- $V_{max} = 150$ km/h
- $V_{min} = 70$ km/h
- $\alpha = 0,05$ m/s
- $\mu = 0,08$ m/s