

## DOMANDE RISPOSTA APERTA (2022/2023)

### CARNIEL

- **Descrivere il comportamento perfettamente elastoplastico ed elastoplastico incrudente di un materiale**

Il comportamento perfettamente elastoplastico di un materiale implica che il materiale può subire una deformazione plastica irreversibile senza alcuna perdita di energia. Dopo la rimozione dello sforzo, il materiale ritorna alla sua forma originale senza alcuna deformazione residua. Nel comportamento elastoplastico incrudente, oltre alla deformazione plastica, si verifica anche un aumento della resistenza del materiale dovuto all'incremento della sua durezza. Questo aumento della resistenza è chiamato incrudimento e può essere causato da fenomeni come la dislocazione e la formazione di difetti cristallini.

- **Descrivere il significato delle condizioni di persistenza e di complementarità**

Le condizioni di persistenza, nel contesto della meccanica dei materiali, si riferiscono alle condizioni necessarie affinché un campo di tensioni e deformazioni possa persistere in un materiale. Queste condizioni implicano che il materiale debba soddisfare gli equilibri statico e dinamico, garantendo che le forze interne e le forze esterne siano in equilibrio. D'altra parte, le condizioni di complementarità si riferiscono all'equilibrio delle deformazioni, richiedendo che le deformazioni siano compatibili e coerenti tra di loro, evitando la presenza di distorsioni inaccettabili.

- **Descrivere alcuni aspetti salienti del comportamento tempo dipendente dei materiali viscoelastici**

Il comportamento tempo dipendente dei materiali viscoelastici è caratterizzato da diverse caratteristiche. Primo, mostrano sia proprietà elastiche che viscosi, con una risposta dipendente dalla velocità di deformazione. Secondo, presentano isteresi nel loro ciclo di carico-scarico, con una perdita di energia sotto carichi ciclici. Terzo, la loro risposta al carico è influenzata dalla temperatura e dal tempo, con effetti di rilassamento e creep. Infine, la loro risposta può essere descritta mediante modelli reologici come il modello di Maxwell o il modello di Kelvin-Voigt.

- **Descrivere le capacità predittive del modello di Maxwell e di Kelvin-Voigt**

Il modello di Maxwell e il modello di Kelvin-Voigt sono entrambi utilizzati per descrivere il comportamento dei materiali viscoelastici nel tempo. Il modello di Maxwell può prevedere la risposta del materiale a un carico repentino, mentre il modello di Kelvin-Voigt può prevedere la risposta del materiale a un carico costante nel tempo. Entrambi i modelli consentono di calcolare la deformazione e lo sforzo nel tempo e possono essere utilizzati per prevedere il rilassamento del materiale, il creep e la risposta dinamica in diverse condizioni di carico.

- **Descrivere le capacità predittive del modello di Zener**

Il modello di Zener è utilizzato per descrivere il comportamento dei materiali viscoelastici che presentano effetti di rilassamento e di creep. Questo modello consente di prevedere la risposta del materiale a carichi costanti nel tempo, tenendo conto della presenza di elementi elastici e viscosi in parallelo. Il modello di Zener permette di calcolare sia la deformazione elastica istantanea che la deformazione viscosa nel tempo, consentendo di comprendere la risposta del materiale sotto carichi variabili e complessi.

- **Fornire una classificazione dei meccanismi di deformazione**

I meccanismi di deformazione nei materiali possono essere classificati in diverse categorie. La prima categoria comprende la deformazione elastica, che avviene reversibilmente senza alcuna perdita di energia. La seconda categoria è la deformazione plastica, che comporta una deformazione permanente del materiale a causa dello scorrimento delle dislocazioni. La terza categoria è la deformazione viscosa, che si verifica nei materiali viscoelastici a causa del movimento delle catene polimeriche. Altri meccanismi includono la frattura, la deformazione da taglio e la deformazione da torsione, che si verificano in risposta a sollecitazioni specifiche.

- **Descrivere in termini generali le modalità di formulazione del modello costitutivo**

La formulazione di un modello costitutivo nei materiali comporta l'identificazione delle relazioni matematiche tra lo sforzo, la deformazione e altre variabili di interesse. Queste relazioni possono essere ottenute attraverso l'analisi di dati sperimentali, l'uso di principi fisici fondamentali o l'applicazione di teorie specifiche. I modelli costitutivi possono essere formulati in termini di equazioni differenziali, relazioni costitutive, leggi materiali o attraverso l'uso di approcci numerici e simulazioni al computer.

- - - - -

- **Comportamento di un punto materiale quando subisce deformazione**

Un punto materiale subisce deformazione quando viene sottoposto a forze esterne. Il suo comportamento dipende dalle proprietà del materiale, come la resistenza e la rigidità. La deformazione può causare variazioni nella forma e nelle dimensioni del punto materiale, che possono essere reversibili o permanenti a seconda delle caratteristiche del materiale e dell'intensità delle forze applicate.

- **Definizione energia libera di Helmholtz, in particolare legame con i lavori interni e che significato assume nei materiali elastici**

L'energia libera di Helmholtz è una funzione termodinamica che descrive l'energia disponibile in un sistema a temperatura costante. È definita come la somma dell'energia interna e del prodotto tra la temperatura assoluta e l'entropia del sistema. Nei materiali

elastici, l'energia libera di Helmholtz è associata ai lavori interni, cioè l'energia necessaria per deformare il materiale. Minimizzando l'energia libera di Helmholtz, è possibile determinare lo stato di equilibrio e le condizioni di stabilità del materiale elastico.

- **Descrizione di reversibilità, irreversibilità, tempo dipendenza, istantaneità, dissipazione e non, di un processo deformativo**

La reversibilità indica la capacità di un processo deformativo di ritornare al suo stato iniziale senza perdite energetiche o modifiche permanenti. L'irreversibilità implica una deformazione permanente o una perdita di energia. Il tempo dipendenza si riferisce al fatto che il processo può richiedere un certo periodo per raggiungere il suo stato finale. L'istantaneità si verifica quando il processo avviene istantaneamente senza un periodo di transizione. La dissipazione implica una perdita di energia sotto forma di calore, mentre l'assenza di dissipazione indica che l'energia è conservata durante il processo.

- **Evidenze sperimentali sui materiali viscoelastici riguardo: rilassamento tensioni, creep, influenza della velocità di deformazione nelle prove di carico a velocità di deformazione costante, area di isteresi**

Le evidenze sperimentali sui materiali viscoelastici includono il fenomeno del rilassamento delle tensioni, in cui una tensione costante applicata nel tempo provoca una diminuzione graduale dello sforzo nel materiale. Il creep è un'altra evidenza, dove una tensione costante provoca una deformazione graduale nel tempo. Nelle prove di carico a velocità di deformazione costante, la velocità di deformazione influisce sulla risposta del materiale, con una maggiore deformazione a velocità più elevate. L'area di isteresi rappresenta la dissipazione di energia sotto forma di calore durante un ciclo di carico e scarico, indicando la natura viscoelastica del materiale.

- **Materiali fibrorinforzati: modulo di Poisson e Young**

Nei materiali fibrorinforzati, il modulo di Poisson è una misura della loro capacità di contrarsi in direzione trasversale quando sono sottoposti a uno sforzo unidirezionale. Questo modulo rappresenta il rapporto tra la deformazione laterale e la deformazione longitudinale. Il modulo di Young, d'altra parte, è una misura della rigidità del materiale e rappresenta il rapporto tra lo sforzo applicato e la relativa deformazione longitudinale. Nei materiali fibrorinforzati, l'orientazione, la concentrazione e la disposizione delle fibre possono influenzare sia il modulo di Poisson che il modulo di Young, fornendo proprietà meccaniche uniche e ottimizzate per specifiche applicazioni.

- **Modello costitutivo: descrivere ruolo matematico e fisico, l'energia libera di Helmholtz e il significato delle variabili interne**

Il modello costitutivo è un insieme di equazioni matematiche che descrivono il comportamento meccanico di un materiale. Ha un ruolo sia matematico che fisico nel predire la risposta del materiale sotto carico. L'energia libera di Helmholtz è una funzione

che rappresenta l'energia potenziale totale del sistema, includendo sia l'energia interna che l'energia potenziale elastica. Le variabili interne nel modello costitutivo rappresentano quantità fisiche che descrivono lo stato interno del materiale, come ad esempio la deformazione, lo sforzo o la temperatura, e vengono utilizzate per determinare l'energia libera e quindi la risposta meccanica del materiale.

- **Spiegare il modello di Zener per i materiali viscoelastici e in particolare per prove di creep, stress relaxation e velocità di deformazione costante**

Il modello di Zener è un modello costitutivo utilizzato per descrivere il comportamento viscoelastico dei materiali. Esso consiste di un elemento elastico in serie con un elemento viscoso. Nel caso delle prove di creep, il modello di Zener considera che il materiale si deformi nel tempo a causa dello sforzo costante applicato. Nelle prove di stress relaxation, il modello di Zener prevede che lo sforzo diminuisca nel tempo a causa di una deformazione costante. Quando si effettuano prove a velocità di deformazione costante, il modello di Zener tiene conto dell'effetto della velocità di deformazione sulla risposta del materiale viscoelastico.

- **Spiegare il significato della disuguaglianza di Clausius-Duhem, in particolare energia libera di Helmholtz e i valori che può assumere e il significato di disuguaglianza dissipativa**

La disuguaglianza di Clausius-Duhem è una relazione fondamentale nella termodinamica dei materiali che descrive la conservazione dell'energia e la dissipazione all'interno di un sistema. L'energia libera di Helmholtz è una funzione termodinamica che rappresenta l'energia totale disponibile per il sistema a temperatura costante. Può assumere valori positivi, negativi o nulli a seconda delle condizioni del sistema. La disuguaglianza dissipativa nella disuguaglianza di Clausius-Duhem rappresenta la perdita irreversibile di energia all'interno del sistema sotto forma di calore, che indica il carattere dissipativo del processo.

## TODROS

- **Comportamento di un materiale polimerico sollecitato a trazione**

Un materiale polimerico sollecitato a trazione mostra un comportamento viscoelastico. Inizialmente, segue una regione elastica lineare in cui lo sforzo è direttamente proporzionale alla deformazione. Successivamente, entra nella regione di snervamento, in cui la deformazione aumenta rapidamente mentre lo sforzo rimane costante o diminuisce leggermente. Infine, il materiale può raggiungere la rottura se la sollecitazione supera la sua resistenza massima. Durante il carico e lo scarico, possono verificarsi fenomeni come il rilassamento delle tensioni e l'isteresi stress-deformazione.

- **Comportamento di un materiale sottoposto a trazione**

Un materiale sottoposto a trazione segue un comportamento elastico fino a un certo limite di resistenza, in cui la deformazione è proporzionale allo sforzo applicato. Oltre il limite di resistenza, il materiale entra nella regione di snervamento, dove la deformazione aumenta senza un aumento significativo dello sforzo. Questo può portare a una deformazione permanente o alla rottura del materiale. Il comportamento dipende dalle proprietà del materiale, come la sua resistenza, la duttilità e la fragilità.

- **Meccanismi di deformazione dei materiali ceramici covalenti, con particolare riferimento all'effetto della tipologia di legame chimico sulle proprietà meccaniche**

I materiali ceramici covalenti deformano principalmente attraverso meccanismi di rottura e scorrimento dei legami covalenti. La loro resistenza meccanica dipende fortemente dalla tipologia di legame chimico presente nel materiale. I materiali ceramici con legami ionici tendono ad essere fragili e presentano una scarsa deformazione plastica, a causa della rottura dei legami ionici. Al contrario, i materiali ceramici con legami covalenti forti mostrano una maggiore resistenza e durezza, ma possono presentare una deformazione plastica limitata a causa dello scorrimento limitato dei legami covalenti.

- **Meccanismi di deformazione dei materiali ceramici ionici, con particolare riferimento all'effetto della tipologia di legame chimico sulle proprietà meccaniche**

I materiali ceramici ionici deformano principalmente attraverso il movimento delle dislocazioni e il scorrimento delle parti cristalline. La loro resistenza meccanica è influenzata dalla tipologia di legame chimico, essendo i legami ionici responsabili della coesione tra gli ioni nel reticolo cristallino. I materiali ceramici ionici tendono ad essere fragili a causa della rottura dei legami ionici durante la deformazione, limitando la deformazione plastica. Tuttavia, la resistenza e la durezza possono essere elevate grazie alla forte interazione tra gli ioni nel reticolo cristallino.

- **Meccanismi di deformazione nei materiali polimerici viscoelastici**

Nei materiali polimerici viscoelastici, la deformazione avviene attraverso meccanismi di scorrimento delle catene polimeriche e di riarrangiamento molecolare. A basse velocità di deformazione, il materiale mostra un comportamento elastico con un ritorno elastico parziale alla forma originale. A velocità di deformazione più elevate, il materiale può presentare fenomeni di scorrimento viscoso e deformazione plastica. Il tempo e la temperatura influenzano significativamente la risposta viscoelastica dei materiali polimerici.

- **Ruolo delle dislocazioni in un processo deformativo nei metalli**

Le dislocazioni giocano un ruolo fondamentale nel processo deformativo dei metalli. Attraverso il loro movimento, le dislocazioni consentono alle regioni cristalline di scorrere

l'una rispetto all'altra, permettendo la deformazione plastica dei materiali metallici. Le dislocazioni agiscono come difetti lineari, riducendo la resistenza alla deformazione e facilitando la plasticità dei metalli. La loro presenza influisce sulla resistenza meccanica e sul comportamento a fatica dei materiali metallici.

- **Ruolo delle reticolazioni nei materiali elastomerici**

Le reticolazioni sono cruciali nei materiali elastomerici. Queste sono interazioni chimiche che formano legami tridimensionali tra le catene polimeriche, conferendo al materiale la sua caratteristica di elasticità. Le reticolazioni consentono al materiale di deformarsi reversibilmente sotto l'applicazione di uno sforzo e di ritornare alla sua forma originale quando lo sforzo viene rimosso. La densità e la natura delle reticolazioni influenzano le proprietà meccaniche e l'elasticità del materiale elastomerico.

- **Spiegare il procedimento di un processo di rafforzamento dei metalli a piacere, in particolare l'effetto sul comportamento elastoplastico**

Un processo di rafforzamento dei metalli, come la deformazione a freddo o il trattamento termico, può aumentare la resistenza meccanica del materiale. Questo avviene attraverso la creazione di difetti come dislocazioni, precipitati o tensioni residue, che ostacolano il movimento delle dislocazioni durante la deformazione. Questo rafforzamento riduce la plasticità del materiale, rendendolo più rigido e aumentando la sua capacità di sopportare carichi senza deformarsi permanentemente.