

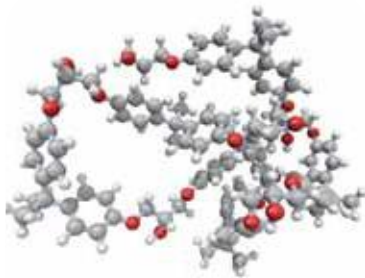
CAPIRE LE PROPRIETÀ MECCANICHE DEGLI EPOSSIDICI PER LA MODELLAZIONE E L'ANALISI AGLI ELEMENTI FINITI (FEA)

WHAT

Proprietà meccaniche degli epossidici per il FEA

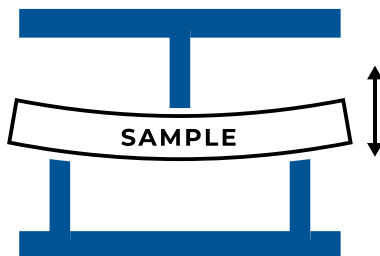
WHY

Capire le proprietà degli epossidici aiuta nella scelta del prodotto quando si utilizza il FEA



Resina reticolata

Geometria della prova di piegatura a tre punti per DMA



L'esclusiva struttura molecolare dell'epossidico consente di ottenere una grande varietà di proprietà meccaniche attraverso formulazioni diverse. Le epossidiche possono variare da molto morbide e flessibili a molto dure e rigide. I materiali più morbidi possono sopportare sollecitazioni, mentre i prodotti più duri sono utilizzati per la loro elevata resistenza e le loro proprietà acustiche. La natura termoindurente degli epossidici, quando vengono applicate le sollecitazioni, li fa comportare in modo diverso rispetto ai termoplastici e ad altri materiali ingegnerizzati. La comprensione di queste proprietà può aiutare nella scelta del prodotto migliore e nella modellazione di sistemi come l'analisi a elementi finiti (FEA).

Resistenza meccanica

Nella maggior parte delle applicazioni, la sollecitazione maggiore su un materiale epossidico è il taglio, non la trazione. Per questo motivo, per determinare la resistenza dell'epossidico, eseguiamo due tipi di prove di taglio: lap shear e die shear.

Lap shear viene eseguita incollando due supporti di alluminio sovrapposti e applicando una forza di taglio tirando i supporti in direzioni opposte finché non cedono a taglio. La resistenza al lap shear fornisce una buona approssimazione per la resistenza nelle applicazioni strutturali e viene riportata in unità di libbre per pollice quadrato (psi).

Die shear viene tipicamente eseguita utilizzando una sonda per spingere un die d'oro di 2 mm x 2 mm, aderente a un substrato di kovar placcato in oro. La die shear viene riportata come forza in chilogrammi (kg) e come sollecitazione in unità di pressione (psi). Per l'incollaggio di piccoli componenti, come quelli elettronici, questo è il metodo di prova preferito.

(Per ulteriori dettagli, consultare la Guida all'applicazione degli adesivi con tecnologia epossidica).

Modulo

Il modulo è una proprietà eccellente per giudicare la rigidità o la flessibilità di un materiale ed è molto importante nella modellazione. La struttura polimerica altamente reticolata degli epossidici mostra principalmente una risposta elastica ai carichi, ma esiste anche una risposta viscosa che causa una certa deformazione plastica. Questa combinazione di risposte è nota come viscoelasticità, che viene misurata con l'analisi meccanica dinamica (DMA) e fornisce una caratterizzazione più accurata del materiale.

Il DMA utilizza un test ciclico di piegatura a tre punti che consente di vedere la risposta viscoelastica come uno sfasamento nella risposta del materiale.

Lo sfasamento, riportato come $\tan(\delta)$, può essere espresso anche come rapporto tra il modulo di perdita e il modulo di accumulo. Il modulo di perdita rappresenta la componente complessa o viscosa, mentre il modulo di accumulo rappresenta la componente reale o elastica.

Ciò consente al modulo di accumulo di agire come una buona approssimazione del modulo di Young per un materiale epossidico.

(Per ulteriori dettagli, consultare la Guida all'applicazione degli adesivi con tecnologia epossidica).

Temperatura

Gli epossidici sono polimeri termoindurenti, che si comportano in modo diverso dai materiali termoplastici alle alte temperature. A differenza dei termoplastici, gli epossidici non fluiscono o si fondono quando vengono portati al di sopra della loro temperatura di transizione vetrosa (Tg). Al di sopra della sua Tg, un epossidico diventa più morbido, come dimostra la diminuzione del modulo. Tuttavia, la reticolazione delle catene polimeriche fa sì che il materiale mantenga la sua forma e la sua adesione attraverso questa transizione. Molte epossidiche sono comunemente utilizzate ben oltre la loro Tg con risultati eccellenti. Al di sopra della Tg, si verifica un aumento del volume libero all'interno della struttura che consente un maggiore movimento delle catene polimeriche. L'aumento del movimento delle catene è responsabile della diminuzione del modulo e dell'aumento del coefficiente di espansione termica (CTE).



NOTA

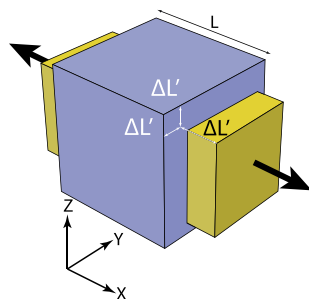
Spesso l'istinto suggerisce che un valore di CTE più basso comporti una migliore resistenza alle sollecitazioni termiche, ma non è sempre così. Sebbene i valori di CTE bassi indichino una minore espansione delle dimensioni dell'epossidico con l'aumento della temperatura, può essere impossibile far coincidere esattamente il CTE dei substrati da incollare. I materiali a basso CTE tendono inoltre a essere molto rigidi, per cui le sollecitazioni termiche trasferite alla bond line possono spesso portare allo scollamento dell'epossidico.

Invece di avere un CTE basso, i materiali più resistenti alle sollecitazioni termiche hanno di solito un modulo basso. Un basso modulo consente all'epossidico di assorbire le sollecitazioni causate dalle variazioni di temperatura, anche se l'epossidico ha un valore CTE elevato. Ciò è particolarmente importante per i pezzi più grandi, dove le forze causate dall'espansione termica sono proporzionalmente maggiori.

La durezza

Oltre alla resistenza meccanica e al modulo, un'altra proprietà importante è la durezza di un epossidico. La durezza è un'utile approssimazione della rigidità di un epossidico. Insieme al modulo, la durezza può fornire ulteriori dati sulla scelta di un epossidico.

La durezza si misura con il Durometro Shore®. Valori di durezza più elevati indicano un materiale più rigido, mentre un valore più basso indica un materiale più morbido. Esistono due scale di misurazione della durezza: Shore D per i materiali più rigidi e Shore A per i prodotti più morbidi. Ogni lettura della durezza può variare da un campione all'altro e anche all'interno dello stesso campione se misurata da operatori diversi. Ciò può portare a una variazione di circa ± 5 per la maggior parte dei prodotti.



Coefficiente di Poisson

Un'altra proprietà meccanica utile per la modellazione dei sistemi è il coefficiente di Poisson. Il coefficiente di Poisson descrive la relazione tra la variazione delle dimensioni di un materiale in direzione assiale e trasversale quando viene applicata una sollecitazione. Epoxy Technology non misura questa proprietà, ma la maggior parte degli epossidici presenta un valore di circa 0,3-0,35. A scopo di modellazione, il valore più comunemente utilizzato è 0,3.

CONCLUSIONI

Le informazioni qui sopra forniscono una linea guida generale per la selezione degli epossidici nell'analisi degli elementi finiti e possono aiutare a prevedere le prestazioni di un adesivo per applicazioni specifiche. Spesso le prestazioni dell'adesivo possono essere ottimizzate modificando i tempi di polimerizzazione, il metodo di applicazione e la preparazione della superficie.