

## **Analisi in trasformata di Fourier (FTIR): come funziona e quali risultati fornisce**



# IMPRONTE E SPETTRI

di Stefano Beltrando

**Una tecnologia innovativa, basata sull'assorbimento dei materiali della radiazione infrarossa, che rappresenta una nuova frontiera nell'analisi non distruttiva dei compositi.**

La Spettroscopia a trasformata di Fourier è un metodo di analisi non distruttiva per l'identificazione dei materiali tramite l'analisi delle vibrazioni dei legami chimici; si basa sull'assorbimento da parte dei materiali della radiazione infrarossa. Un componente (spettrometro) focalizza la radiazione infrarossa sul campione per misurare sia le lunghezze d'onda assorbite dal materiale sia l'intensità dell'assorbimento. Si produce quindi uno spettro tramite un'operazione matematica chiamata trasformata di Fourier. Gli spettri possono fornire informazioni sia qualitative sia quantitative. Le lunghezze d'onda assorbite dal campione sono caratteristiche dei gruppi chimici presenti nel campione. L'intensità di assorbimento ad una definita lunghezza d'onda indica la concentrazione del gruppo chimico responsabile dell'assorbimento. Elenchiamo alcune applicazioni pratiche:

- ❑ Misura della degradazione delle resine per esposizione al calore
- ❑ Verifica della composizione dei materiali
- ❑ Verifica della pulizia delle superfici (esempio tracce di grassi, distaccanti..)
- ❑ Presenza di contaminazioni (esempio tracce di carburante sui laminati)
- ❑ Degradazione chimica (per esempio per radiazione ultravioletta e l'esposizione ad agenti chimici)
- ❑ Invecchiamento del prepreg

### **ESEMPIO 1: gel coat ingiallito nel tempo**

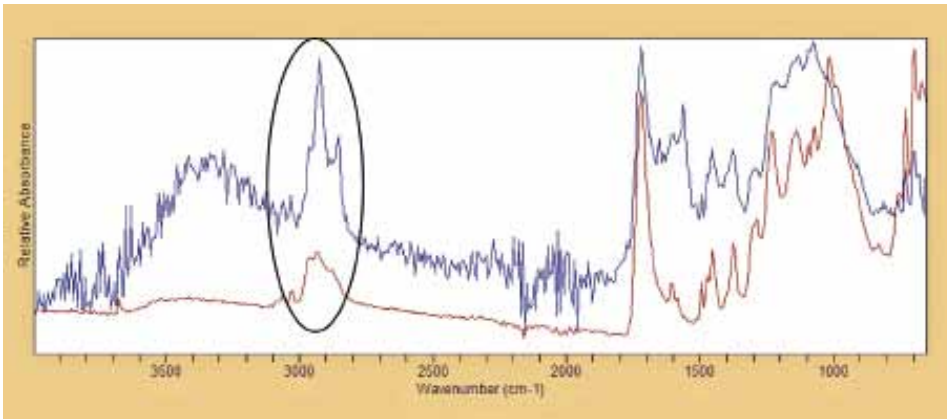
Due spettri FTIR misurati su due campioni di gelcoat prelevati sulla stessa imbarcazione: lo spettro rosso è relativo al gelcoat bianco, lo spettro blu è relativo al gelcoat ingiallito nel tempo (originalmente bianco). Con-



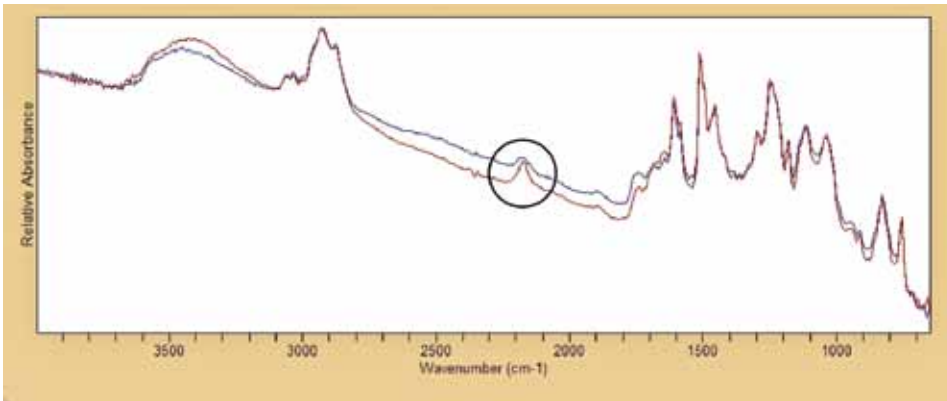
Immagine che ritrae i due campioni d'alluminio incollati su di un supporto in carbonio e resina epossidica



L'immagine ritrae i due campioni dopo la trazione. Quello di sinistra ha tracce di adesivo fratturato segno che la colla ha lavorato a dovere (infatti il risultato è 9 MPa) mentre a destra il campione contaminato non mostra alcun segno di adesivo (2,4 MPa) che infatti si è perfettamente separato dal supporto in alluminio.



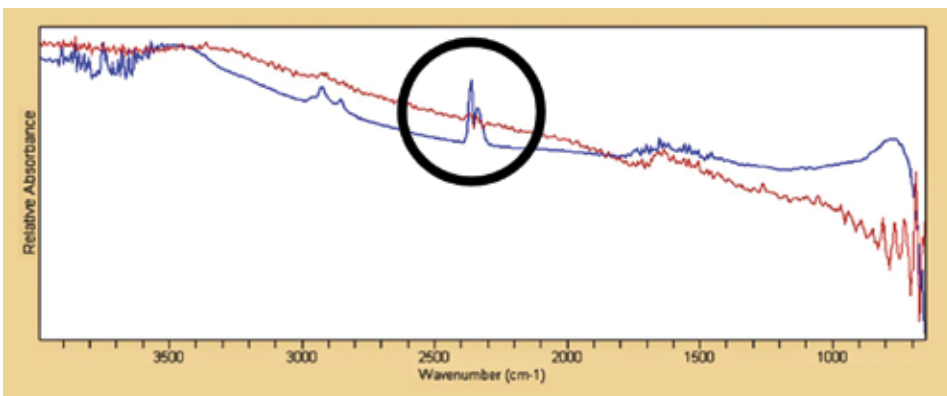
Es 1. il cerchio nero identifica i picchi che non ci dovrebbero essere in un gel coat ovvero le tracce di olii.



Es 2 All'interno del cerchio si può osservare la minor altezza del picco blu rispetto a quello rosso. L'altezza di questo picco, in questo caso, è l'indicatore degli effetti del riscaldamento.

frontando i due spettri con il riferimento miscelato e catalizzato in laboratorio si osserva che entrambi i campioni sono contaminati da un olio. Questo permette di affermare che

minato di carbonio e resina epossidica: lo spettro rosso è relativo al laminato corretto, lo spettro blu è stato rilevato dallo stesso laminato esposto ad alta temperature in seguito al



Es 3 Spettri FTIR dei due campioni, il grosso picco sul grafico blu rappresenta il materiale "rilasciato" dalla ditata.

probabilmente anche il campione bianco sarà destinato ad ingiallire in futuro.

**ESEMPIO 2: Laminato in carbonio colpito da un fulmine**

Due spettri FTIR di due campioni di la-

passaggio di un fulmine. Si osserva che le catene molecolari sono state degradate dall'esposizione al calore e di conseguenza anche le caratteristiche meccaniche sono compromesse.

**ESEMPIO 3: incollaggio alluminio car-**



Esempio di ispezione di una sezione di albero alla ricerca di contaminazioni superficiali.

**bonio contaminato dal contatto con la mano dell'operatore**

E' sorprendente osservare l'influenza del semplice contatto della mano con la superficie metallica da incollare già accuratamente pulita e carteggiata. Nel caso da noi osservato, ci siamo trovati a dover capire il perché due campioni di alluminio incollati su lamine di carbonio presentassero resistenze allo strappo così diverse tra di loro. L'analisi FTIR ha permesso di riscontrare che il campione scollato con facilità presentava tracce di grassi ed ormoni (tutte sostanze presenti sulla mano). Da qui risulta determinante per un produttore e per i suoi operatori essere a conoscenza dell'influenza degli agenti contaminanti sui materiali trattati quotidianamente.

**Dati dei campioni testati:**

diametro del campione incollato: 20mm  
 incollaggio: mediante colla epossidica  
 resistenza alla trazione del campione contaminato: **2.7MPa**  
 resistenza alla trazione del campione non contaminato: **9MPa**  
 .....ovvero una ditata divide per 3 la resistenza della colla!!