

## CARATTERISTICHE ED IMPIEGO DEGLI ADESIVI

Di Sergio Rossani

Stabilire quando l' uomo ha cominciato ad usare gli adesivi non è possibile.

Di certo secoli fa si usavano colle animali e vegetali; fino a circa 60 anni fa queste due tipologie di adesivi erano le uniche in uso, mi ricordo che negli anni '50 usavamo colle animali per incollare il cuoio su pulegge di ghisa, e mi ricordo inoltre l' uso del famoso silicato per incollare bussole di ceramica su piastre di ghisa usate principalmente in tessitura.

In campo ottico ancora oggi si usa per incollare le lenti degli obbiettivi una colla vegetale di nome Balsamo del Canada.

In campo aeronautico si usava molto la famosa caseina, si è notato però che era un adesivo molto sensibile all'umidità ed ammufliva alterando così la resistenza meccanica del giunto.

Oggi la caseina si è sostituita con la famosa colla chiamata AEREOLITE, polvere in sospensione acquosa che si stende su uno dei due aderenti e sull' altro si stende un acido che aggredisce le fibre del legno.

Durante l' ultima guerra mondiale, si è sviluppato l'uso delle resine epossidiche e fenoliche, chiamate allora araldite e fenolite.

Con l' andare del tempo le industrie chimiche hanno sviluppato una miriade di adesivi sempre più specifici; d'altro canto l' evoluzione dei materiali ha richiesto sempre più nuovi adesivi specifici e di semplice applicazione.

### MECCANISMI DI ADESIONE

#### Definizione di adesione

Il termine adesione descrive uno stato nel quale due superficie, appartenenti a due aderenti uguali o diversi, sono mantenute unite per mezzo di forze interfacciali.

Queste forze sono le stesse che all'interno di un determinato materiale, legano le diverse molecole costituenti le une e alle altre, determinando a secondo della loro intensità i diversi stati fisici: liquido - solido o pseudosolido.

#### Definizione di coesione

Il termine coesione descrive uno stato all' interno dei corpi, per il quale le diverse molecole costituenti non sono libere di muoversi le une rispetto alle altre, ma sono legate fra loro influenzandosi reciprocamente con forza di natura attrattiva.

#### Le forze di adesione e coesione

E' facile verificare la presenza di tali forze; in un liquido poco viscoso, queste forze sono di moderata intensità, il

liquido infatti si verserà facilmente ed assume la forma del recipiente nel quale è contenuto.

In un liquido viscoso queste forze sono più evidenti e lo scorrimento più lento si mostra che le unità costituenti il liquido stesso non sono libere di muoversi le une rispetto alle altre.

In un solido elastico, silicone, gomma, si possono attuare facilmente degli spostamenti fra le diverse unità per azioni di forze esterne, al cessare delle quali, le forze coesive riportano le diverse unità nelle posizioni di equilibrio originali.

Nel caso di solidi plastici si esclude che esistano posizioni preferenziali delle diverse unità, perchè si ottengono solo deformazioni permanenti, variando le temperature.

Nei solidi cristallini, ad alta coesione, le diverse unità sono rigidamente fissate nello spazio, ogni loro movimento avviene in modo distruttivo per azione di forze esterne di alta densità.

Le forze responsabili di fenomeni di adesione e coesione sono genericamente definite forze di natura secondaria.

Se si ritiene valido il principio della reciprocità d'azione di queste forze, se la superficie di un aderendo e la superficie di un adesivo sono la sede di forze di natura diversa, non si avrà nessun effetto attrattivo all'interfaccia.

La facilità con la quale un adesivo si espande su una superficie è indicata con il termine di BAGNABILITA'.

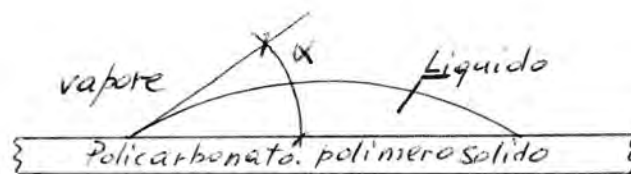
La bagnabilità è la caratteristica che guida il fenomeno dell'adesione, e stabilisce la capacità che un adesivo possiede per unire due aderendi.

Riveste pertanto enorme importanza la misura di questa bagnabilità, che risulta possibile da misure dirette della tensione superficiale.

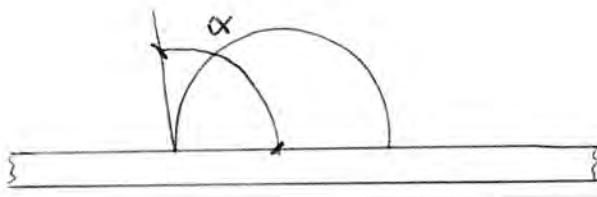
Infatti se una goccia di un liquido adesivo si depone sulla superficie di un solido, si può affermare che la bagnabilità è buona se l'adesivo si sparge spontaneamente fino a formare un sottile film continuo.

In caso di incompleta bagnabilità la goccia di liquido deposta su un solido prende la forma di una lente, la tangente a questa lente nel punto di contatto delle tre superficie (solido, liquido, vapore) forma con la superficie di contatto solido-liquido un angolo definito angolo di contatto.

Per esempio: se facciamo cadere una goccia di dicloroetano su un solido polimerico come il policarbonato, la goccia si stenderà e formerà una lente molto bassa.



Se una stessa goccia la facciamo cadere su una lastra per esempio di resina acetilica o teflon la forma della lente cambia, di conseguenza cambia l'angolo di contatto.



Tentando di modificare la goccia sui due materiali nel primo caso la goccia diventa un film sottile, nel secondo la goccia si appiattisce e poi tende a ritornare alla dimensione iniziale.

Studiando a fondo tale fenomeno della tensione superficiale fra adesivi ed aderenti si sono sviluppati i vari prodotti specifici per le diverse combinazioni di assemblaggio.

#### PRINCIPALI TIPI DI ADESIVI

Questa tabella riporta gli adesivi più importanti per l'assemblaggio di parti, divisi per famiglie.

Adesivi anaerobici: a base di resine acriliche che induriscono in assenza di ossigeno di scarso uso in campo aeromodellistico;

Adesivi cianoacrilici: a base di esteri cianoacrilici, i tipi predominanti sono esteri etilici o esteri metilici raramente si usano esteri butilici. Induriscono in films sottili per effetto dell'umidità presenti sulle superficie degli aderenti;

Adesivi acrilici modificati: a base di resine monomere acriliche rinforzate ed elasticizzate con elastomeri, induriscono con catalizzatore e con raggi U.V.;

Adesivi epossidici: a base di resine epossidiche che polimerizzano dopo miscelazione con indurenti (bicomponenti) e dopo riscaldamento a temperature elevate (120° ± 150°) mono-componenti;

Adesivi poliuretanicici: a base di polimeri contenenti gruppi isocianici che polimerizzano dopo miscelazione con sostanze correttive e con l'umidità atmosferica;

Adesivi pastisol: normalmente a base di dispersioni di polivinilcloruro in plastificanti che passano dallo stato liquido allo stato solido dopo riscaldamento;

Adesivi termofusibili: hot melt a base di termoplastici (poliesteri - poliammidi ecc.) che fanno presa, dalla fase liquida pre riscaldamento, appena raffreddano.

Adesivi a base solvente: bostik a base di gomme di vario tipo, derivati dalla cellulosa in soluzione che induriscono con l'evaporazione del solvente;

Adesivi a base acquosa: A base di elastomeri vinilici, acrilici e altro tipo, in dispersione acquosa, che induriscono dopo l' evaporazione dell'acqua;

Nastri adesivi: disponibili su vari supporti spalmati generalmente con adesivi presso sensibili; poco usati in modellismo.

Non tutti gli adesivi elencati si prestano in modo ottimale in campo aeromodellistico.

Vediamo quali sono gli adesivi più in uso, come usarli e quando usarli a seconda dei vari materiali da assemblare

### TIPI DI MATERIALI DA ASSEMBLARE IN CAMPO AEROMODELLISTICO E QUALI SONO I LIMITI DA RAGGIUNGERE

1) In campo modellistico il peso è determinante perciò l'adesivo deve risultare il più leggero possibile;

2) Molte strutture, ali, timoni, travi, sono sottoposte a sforzi notevoli, perciò devono avere una certa elasticità, l'adesivo deve avere una notevole tenacità ma deve essere anche elastico;

3) In campo aeromodellistico dobbiamo assemblare materiali con diversità strutturali elevate:

carbonio - balsa, mylar - balsa, mylar - carbonio, alluminio - carbonio, acciaio - carbonio, parti meccaniche altamente sollecitate in presenza di vibrazioni, pressioni ed aggressivi chimici.

4) Semplicità dell'assemblaggio: è importante usare per ogni tipo di assemblaggio l'adesivo con tempi di indurimento adeguati all'operazione di posizionamento.

### TECNOLOGIA DEGLI ASSEMBLAGGI CON ADESIVI

Ancora oggi, nonostante le grandi evoluzioni nella produzioni di materiali, per ragioni di peso, il materiale principe e più usato è ancora il legno di balsa.

Per assemblare balsa con balsa, penso che l'adesivo più adatto sia ancora il collante cellulosico, più o meno diluito o più o meno modificato.

Infatti se usato correttamente, dà ottimi risultati: è tenace, leggero e relativamente elastico, inoltre penetrando nella vena del balsa irrobustisce il giunto senza aggredire la fibra del legno.

Molti aeromodellisti oggi usano l'adesivo cianoacrilico.

Bisogna fare molta attenzione, infatti abbiamo detto che gli adesivi cianoacrilici induriscono in films sottili per effetto dell'umidità presente sulla superficie degli aderenti.

Difficilmente troviamo umidità sulle superficie del balsa, abbiamo però delle polveri di lavorazione sui giunti le quali fanno da accelerante al cianoacrilato; cosa succede quindi: che il cianoacrilato indurisce rapidamente e nei meati larghi schiuma, e secondo la curva del diagramma 2 la resistenza del giunto diminuisce drasticamente.

E' importante eseguire i giunti perfetti e impregnar-

li con collante diluito o con lo stesso cianoacrilato; attenzione però al peso: la media dei cianoacrilici ha un peso specifico di  $1,08 \pm 1,2$ , il collante ha un peso specifico di  $0,8 \pm 0,85$ .

Oggi è diventato di uso normale ricoprire il profilo delle centine con piattine di carbonio di diverso spessore.

Anche in questo caso la totalità degli aeromodellisti usa l'adesivo cianoacrilico.

Quali sono i problemi che nascono in questi tipi di accoppiamenti:

1) i due materiali sono assolutamente diversi, il balsa è tenero e poroso, il carbonio è rigidissimo e liscio; succede che nel balsa l'adesivo penetra e molte volte non riesce a riempire le irregolarità di lavorazione;

2) quando si applica la copertura e la si tende, può succedere che, sollecitando la struttura, il carbonio si stacchi dal balsa e rimanga sollevato, trattenuto solamente dalla copertura.

**Soluzione:** è bene preparare tutte le superficie dove si devono incollare le fettucce impregnandole con collante molto diluito o addirittura con resina epossidica.

Questo in caso di struttura geodetica, nel caso di centine diritte è preferibile tamponare una tavoletta in sagoma e applicare il carbonio con resina epossidica da impregnazione, quindi tagliare le centine una per una.

E' importantissimo: quando si usa il cianoacrilato consultare il catalogo, in quanto esistono molti tipi di questo adesivo.

Esistono dei cianoacrilici molto liquidi e molto rapidi ma adatti a riempire spessori molto sottili perciò non adatti ai materiali porosi.

Per esempio, il tipo 10 della Super bond può sopportare uno spessore di giunto di appena  $20 \mu$ , mentre il tipo 27 può sopportare un giunto di ben  $200 \mu$ , e si nota inoltre che questo tipo sopporta molto di più la sollecitazione all'urto, perciò più elastico.

Altro tipo di assemblaggio molto in uso fra i vololiberisti è quello di rivestire i bordi d'entrata con il classico D-Box.

Primo problema: tutti gli stratificati di carbonio, kevlar, vetro, quando sono induriti sono difficilissimi da incollare.

Normalmente le resine da impregnazione vengono mescolate con l'indurente appropriato e in questa operazione, dato che usiamo quantità piccole, chiunque commette molti errori.

1) la pesatura dei due componenti raramente è precisa, cosa avviene: siccome le molecole del legante e dell'indurente mescolate polimerizzano lentamente e in combinazione molto precisa, se abbiamo più o meno uno dei due elementi, rimarrà a reticolazione avvenuta un residuo latente di uno o dell'altro componente che normalmente affiora in superficie.

Così sulla superficie da incollare si avrà un velo sottilissimo che altererà la possibilità di adesione. E' bene lavare le superficie con del cloruro di metilene.

2) bisogna considerare molto bene il materiale di riempitivo di questo D-Box per poter selezionare in modo adeguato il tipo di adesivo.

Ho potuto sperimentare adesivi epossidici modificati

dalla CIBA del gruppo Redox specialmente del tipo 420 bicomponente, il quale mi ha dato risultati ottimi nell'assemblaggio di materiali compositi e metallici.

Questa resina l'ho usata anche per l'assemblaggio di parti meccaniche componenti il serbatoio con attacchi vari e le prese di pressione ed alimentazione; ho verificato che tiene molto meglio di una saldatura a stagno.

Un altro tipo di accoppiamento difficile da eseguire è quello fra stratificato e film di alluminio.

Personalmente non farò mai questo tipo di accoppiamento, specialmente mettendo l'alluminio all'esterno della struttura, in superficie infatti si sviluppano le forze a trazione e compressione più alte.

Lo stratificato in carbonio, anche preparato artigianalmente, resiste a trazione ben oltre i 120 Kg/mm<sup>2</sup>, il miglior alluminio che ho potuto testare arriva sì e no al massimo a 42 ± 45 Kg/mm<sup>2</sup>.

L'andamento termico dei due materiali è estremamente differente, l'alluminio si allunga molto di più, quindi l'unione con questi due materiali dovrebbe essere eseguita con un adesivo elastico, conseguentemente aumenta il peso del giunto e si perde in rigidità.

Personalmente preferisco proteggere le strutture con una semplice verniciatura.

Un altro tipo di assemblaggio che è entrato nel mondo del volo libero è quello di ricoprire le strutture con films di mylar di diverso tipo e spessore.

Gli adesivi usati in questo caso si dividono in due grandi famiglie: le gomme polimeriche in soluzione solvente e le resine viniliche in soluzione acquosa.

Questi adesivi hanno la proprietà di stendersi perfettamente sulla struttura avendo un'ottima bagnabilità.

Evaporato il solvente o l'acqua rimane un film sottilissimo secco o quasi; questo film per un effetto della temperatura rammollisce e dopo raffreddamento aderisce perfettamente al film di mylar.

Di questo argomento tratterà in modo dettagliato l'amico Baracchi.

Questa trattazione sugli adesivi è ovviamente ristretta per ragioni di tempo; chi volesse approfondire l'argomento può richiedere le fotocopie dei seguenti libri:

- GLI ADESIVI STRUTTURALI - problematiche e tecnologie esecutive dell'assemblaggio - di Giulio Alberio Ciba Geigy Spa;
- Monografia de: Progettista industriale;
- GLI INCOLLAGGI - Informazioni commerciali: per l'acquisto di questi materiali rivolgersi ai seguenti distributori:
- Adesivi cianoacrilici e strutturali tessuti per compositi;
- MASCHERPA - ISECO Via Anfossi 36 Milano Tel. 02/55185026;
- Per le resine:
- HERWAL Snc - Via Aldini 16 20157 Milano Tel 02/3572175.