

Futuro roseo per gli adesivi strutturali



Probabilmente non vivremo così a lungo per vedere un giorno auto, autocarri e bus completamente incollati senza il più piccolo sistema di fissaggio meccanico; in compenso i giunti incollati saranno sempre più utilizzati anche perché è il naturale trend di crescita di questa, relativamente nuova, tecnologia. La ragione di questa piccola rivoluzione è generata dal fatto che recentemente sono stati messi a punto adesivi di nuova generazione con caratteristiche di resistenza pari alle saldature, in grado di resistere a urti, a severe sollecitazioni ed a peeling. Questi nuovi prodotti sopportano carichi notevoli, resistono ad aggressivi chimici e a temperature estreme; sono in grado di assorbire notevoli quantità di energia, accusando grandi deformazioni senza rompersi. Riducono di molto, se non del tutto, le operazioni di pulizia delle superfici e possono passare indenni attraverso un forno di verniciatura, tutte cose queste fino a ieri impensabili. Carroz-



Caratteristiche e prestazioni superiori assicurano agli adesivi di ultima generazione la possibilità di sostituire rivetti, viti, saldature e altri sistemi di fissaggio. Un modo di produrre che è già da tempo in uso negli Stati Uniti e ora sta prendendo piede anche in Europa

La Mickey Truck Bodies di High Point nel North Carolina è un'azienda specializzata nella costruzione di mezzi per il trasporto di bibite, consegne di merci e pacchi porta a porta per piccoli e grossi autocarri. Da sempre l'azienda utilizzava per la costruzione di questi mezzi, rivetti e viti per il fissaggio di pannelli in acciaio galvanizzato, per le parti esterne e fogli in alluminio e fibra di vetro per le parti interne, il tutto fissato con rinforzi alle centine del carrozzeria. Queste lavorazioni, intuitivamente, non sono semplici da automatizzare. Mediamente per il montaggio di ciascun mezzo erano necessari due operai specializzati con un grande dispendio di ore e materiali. Le viti erano fissate ogni 60 cm e l'estetica esterna lasciava desiderare. Passare da questa tecnica agli adesivi di nuova generazione Loctite è stato tutto più semplice. Un adesivo acrilico specifico bi-componente, per incollare lamiere, ha ridotto i tempi del 20% il tutto poi è possibile realizzarlo con un solo operatore invece di due.

zerie specializzate nell'allestimento di autocarri e bus, ad esempio, ora utilizzano gli adesivi strutturali per sostituire completamente, o in parte, rivetti, viti, saldature e altri metodi di fissaggio tradizionali. Questo nuovo modo di produrre è già da tempo in uso negli Stati Uniti e ora sta prendendo piede anche in Europa. Gli adesivi, piuttosto che altri tipi di fissaggi come quelli meccanici, permettono ora di assemblare di tutto e di più come parti di telai, pannelli, pavimenti, rivestimenti, parti accessorie del veicolo, cabine di guida, cassonetti, ripostigli, l'arredo della cuccetta di bordo e altro ancora. Le parti così realizzate hanno una miglior finitura, in quanto meglio rifinite aumentando in modo sensibile il valore commerciale del veicolo. Gli adesivi strutturali semplificano di molto i cicli produttivi degli assemblaggi in quanto permettono di eliminare tutti i fori, obbligatoriamente allineati e precisi, necessari per rivetti o altri sistemi. Questi nuovi adesivi assemblano parti che lavorano anche in ambienti con un elevato tasso d'umidità come tubi, grondaie, vasche e piscine per impianti termali realizzati con lamiere trattate galvanicamente, fibra di vetro o Abs. Grazie a queste caratteristiche questi prodotti sono sempre di più preferiti da architetti e designer di arre-

di urbani e domestici in quanto ben si adattano al moderno design che sfrutta sempre più l'uso di nuovi materiali. Molto spesso questi substrati non sono facili da incollare perché la più delle volte sono protetti da trattamenti speciali, oppure perché per ragioni estetiche, spesso subiscono trattamenti di lucidatura o satinatura molto particolari come quelli usati nella costruzione di sedie leggerissime, scrivanie e armadi, e complementi d'arredo dal moderno design ora molto richiesti.

Scelte costruttive

Sono tre i principali metodi di fissaggio: termico, meccanico e chimico. I sistemi termici sfruttano il calore: saldatura, brasatura e saldatura elettrica a punti. I fissaggi meccanici sono noti a tutti e permettono l'unione di materiali diversi per forma e tipo con viti, bulloni, rivetti punti di clinciatura, ecc. Gli adesivi offrono il meglio delle due precedenti tecnologie. Permettono di assemblare materiali uguali e dissimili in modo molto semplice e con ottimi risultati estetici. Un altro aspetto, non di poco conto, nel caso delle saldature, è il loro costo legato all'energia. È questo un aspetto sempre più sentito da molte aziende come una forte limitazione in quanto il costo dell'energia è sempre più alto e sta portando fuori controllo i costi di produzione. I progettisti sono quindi molto stimolati nel cercare soluzioni alternative. Se al costo attuale dell'energia di per sé già molto

elevato, si somma il costo del personale specializzato in grado di saldare bene la somma di questi fattori non garantisce che i giunti, così realizzati, siano perfettamente uguali, uniformi, anzi spesso il loro aspetto estetico lascia molto a desiderare. I pezzi saldati poi non sono più smontabili; questa limitazione è valida anche per gli incollaggi il cui smontaggio è solo possibile scaldando le parti così da degradare la resistenza della resina. Per i montaggi meccanici invece non è richiesta manodopera specializzata, anche se non è proprio così semplice realizzare moltissime forature precise e perfettamente allineate. Questa tecnica, per le diverse sagome da realizzare, non è poi affatto semplice e da automatizzare. I montaggi meccanici nel tempo si rilassano e si allentano. Se a tutti questi inconvenienti si sommano anche i costi di gestione di questi particolari come le spese di magazzino, d'inventario dei componenti differenti per lunghezze, foggia e diametri i vantaggi si riducono ulteriormente. Le forature poi, è noto, favoriscono l'innescio di piccoli fenomeni di corrosione che nel tempo degenerano in ruggine scoperta che vanno a deteriorare l'aspetto esteriore del mezzo o dell'oggetto. Meccanicamente parlando è opportuno sottolineare che in corrispondenza dei fori o di punti di saldature si concentrano le sollecitazioni talvolta anche solo su un singolo punto provocandone prematuramente la rottura. In alternativa a questi sistemi l'uso degli adesivi richiede invece po-

Tabella 1. Indicazioni sulla scelta degli adesivi strutturali.

	Epossidici	Bicomponenti MMA	Bicomponenti acrilici	Bicomponenti uretanici	Silani modificati
vantaggi	Resistono ad alte temperature, ad agenti chimici, hanno basso ritiro, elevata resistenza a taglio-trazione. Incollano anche il vetro.	Resistono agli urti, hanno un buon allungamento. Sono flessibili, riempiono grandi giochi, hanno elevata resistenza a peeling, trazione e a taglio. Incollano bene metalli, composti e plastiche.	Resistono all'impatto; alta temperatura. Hanno elevata resistenza a taglio e trazione. Non richiedono miscelatura; indurimento veloce; incollano metalli e vetro.	Elevato allungamento, buona flessibilità e tenacità.	Prodotti molto flessibili, si possono verniciare e sono ottimi sigillanti. Non è richiesta miscelatura.
svantaggi	Hanno un modesto allungamento e poca flessibilità. Modesta adesione sulle plastiche e le gomme. La miscelazione dei due componenti è talvolta vista come una limitazione.	Non incollano la gomma. È richiesta buona miscelazione ed hanno forte odore.	Necessitano di attivatore. Hanno adesione modesta su plastiche e gomme. La loro capacità di riempire 'grandi giochi' è molto limitata.	Sono sensibili all'umidità. Necessitano di esser ben miscelati, contengono isocianati.	Hanno una modesta resistenza alla temperatura. Bassa resistenza ai solventi, modesta adesione alle gomme in genere ed elevato tempo d'indurimento.

Gli acrilici bicomponenti di nuova generazione hanno permesso all'azienda canadese Hesse Group specializzata nella costruzione di autocarri per le consegne porta-porta di ridurre considerevolmente costi e tempi di assemblaggio che prevedevano un larghissimo uso di rivetti per fissare pannelli e carrozzerie al telaio in alluminio. Altro vantaggio è stato l'eliminazione dei rivetti all'esterno che ha permesso di applicare meglio qualsiasi scritta pubblicitaria ormai tutte stampate con pellicole a contatto che ora aderiscono meglio su pareti perfettamente lisce, prive di rivetti e viti. La Hesse Group ora usa un nuovo adesivo acrilico bicomponente Loctite messo a punto dalla Henkel Corp. per incollare i pannelli anteriori e posteriori in sole 4 ore con un abbattimento di tempo di ben 5,25 ore senza nessun rinforzo aggiuntivo. Un test su strada della durata di ben 18 mesi eseguito su una pre-serie di autocarri adibiti alla consegna di bevande gassate ha verificato sia la maggior longevità in termini di resistenza di questi mezzi su strada e sia il maggior 'appeal' che sul pubblico avevano i messaggi pubblicitari e le figure riportate sulle pareti esterne. Queste, essendo perfettamente lisce permettevano una lettura immediata del testo e del prodotto veicolato. Le tracce e punti di corrosione che sui mezzi precedenti erano molto evidenti sono stati anche così eliminati. Il gruppo Hesse sta valutando ora nuovi prodotti Loctite per assemblare anche il telaio in alluminio. I tecnici si aspettano che l'adesivo possa migliorare la resistenza integrale di tutta la struttura partendo dal giusto presupposto che le sollecitazioni, in un giunto incollato, sono uniformemente distribuite.



chissima manodopera specializzata che per la sua semplicità d'uso è in grado di ridurre di 20 volte il tempo necessario al montaggio rispetto a quello impiegato per saldare o rivettare. I giunti incollati resistono molto bene a flessioni e vibrazioni senza contare che sigillano le parti proteggendole dalla corrosione. Se il giunto incollato è ben progettato l'adesivo il più delle volte potrà esser messo in zone nascoste migliorando ulteriormente l'aspetto estetico anche sull'arredo interno al veicolo che spesso non è oggetto di molta attenzione. Particolare importante, in questi adesivi di nuova generazione, è stato dato al valore della viscosità e tiosotropicità così da permettere il riempimento di gap molto grandi evitando antiestetiche sbavature di prodotto anche su superfici verticali, oppure tagliate male o mal finite. Questo modo di costruire è innegabilmente più semplice e pratico di qualsiasi altro sistema meccanico senza contare che è possibile anche automatizzar-

lo soprattutto perché le resine, prima d'indurire, sono dei fluidi e come tali possono esser dosati nella giusta quantità. Nelle applicazioni manuali l'eccesso di prodotto potrà esser rimosso facilmente prima della verniciatura senza nessun problema. Vantaggio non da poco questo rispetto ai giunti saldati che prima della verniciatura finale necessitano di esser molati, stuccati, carteggiati e lisciati con molta cura. Per alcuni clienti una sentita limitazione a questa tecnologia è legata al fatto che gli adesivi per indurire necessitano di tempi più o meno lunghi: dai pochi secondi per le plastiche a diverse ore per i metalli. Tutto questo per alcuni è penalizzante. Un suggerimento brillante per eludere questo inconveniente è quello di usare temporaneamente i fissaggi meccanici come se questi fossero dei punti di imbastitura; in questo modo si potranno movimentare le parti in tempi molto rapidi. Altre limitazioni all'uso degli adesivi sono le leggi e i regolamen-

ti governativi, talvolta anche molto restrittivi, che condizionano l'uso, lo stoccaggio e lo smaltimento di molte sostanze di natura chimica.

Gli adesivi strutturali

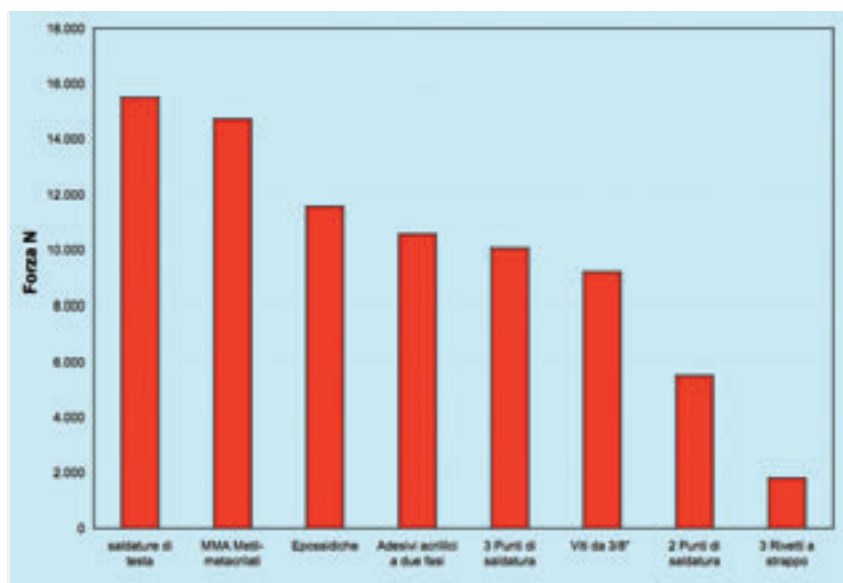
Sotto la voce "adesivi strutturali" possiamo classificare le resine epossidiche, le acriliche, i metil-metacrilati (MMA) i silani modificati (MS) e i poliuretani (PU). Tutti questi prodotti possono esser formulati 'su misura' per i clienti così da poterli usare con dosatori, su linee completamente automatizzate. Per ottenere questi risultati si cerca di soddisfare le richieste del cliente andando a modificare qualche parametro importante come la riformulazione del prodotto da mono a bi-componente e viceversa, l'indurimento a temperatura ambiente od

in forno al fine di sfruttare una fonte di calore disponibile velocizzando la produzione oppure utilizzare formulazioni molto più lente così da permettere l'allineamento o addirittura un pre-assemblaggio dei componenti tra loro senza che il prodotto indurisca (tabella 1). Oltre alla modifica della viscosità si possono ora realizzare resine colorate, non più quindi solo bianche o nere e adesivi anche perfettamente trasparenti. Ogni prodotto completo di tutte le

informazioni tecniche è successivamente testato nei nostri laboratori da personale qualificato anche sui sistemi di dosaggio cosicché i nostri tecnici possono trasferire ai clienti anche questo tipo d'informazioni consigliandoli al meglio su come ridurre ulteriormente i costi, ottimizzare i processi produttivi, minimizzando i consumi e gli sprechi, il tutto in modo ripetibile e controllato.

Valutazione delle prestazioni

Ci sono vari modi per valutare la bontà di un incollaggio. Il primo aspetto è sempre quello mirato a dimostrare i vantaggi economici nella scelta di questa o quella tecnologia, nondimeno mostrare che le prestazioni così realizzate sono anche le più robuste, tenaci ed affidabili. I classici test per confrontare le differenti performances degli adesivi sono le classiche prove di resistenza a taglio, trazione, urti, fatica, frattura, peeling. A queste prove si sono ora aggiunti i test di verifica ambientale come



1. Resistenza al taglio tra le varie tipologie di esecuzione.
Il grafico mostra il confronto dei diversi valori di resistenza in Newton di giunti realizzati su lamiere in acciaio laminato a freddo e assemblate con diverse tecniche di fissaggio: adesivi, punti di saldatura e fissaggi meccanici. Gli adesivi testati hanno mostrato resistenze ben superiori ai metodi di fissaggio meccanico e molto prossime ai sistemi di saldatura.

quelli in nebbia salina, umidità, a temperatura e in ambienti particolarmente aggressivi. Queste prove, ormai consolidate, rispondono a specifiche norme standard e possono esser riprodotte sia in laboratorio che sui pezzi o sui veicoli nelle reali condizioni di funzionamento. Queste prove però non sono le uniche. Ora se ne eseguono delle altre mirate non solo a verificare il comportamento tra le diverse tipologie di adesivi: MMA, epoxy, acrilici bicomponente, ecc...ma mette anche a confronto questi risultati con quelli ottenuti con i tradizionali fissaggi meccanici come le giunzioni con viti da 3/8" (≈M10), rivetti, saldature sia a punti e sia di testa.

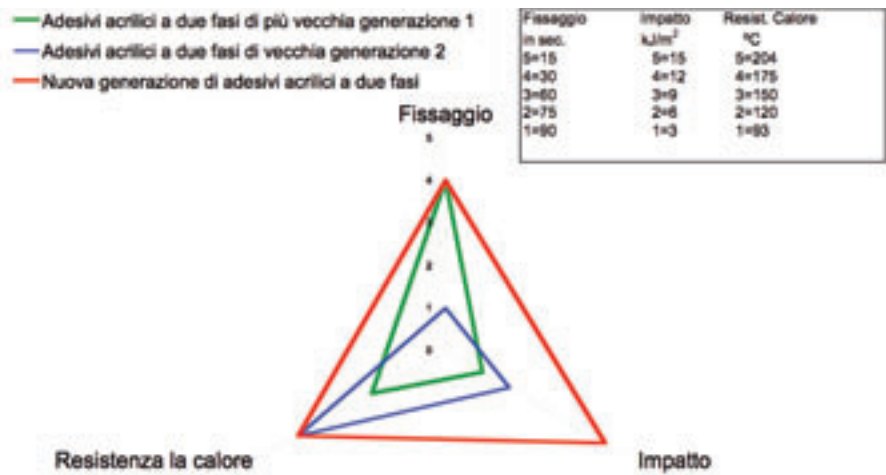
Da queste analisi per esempio è emerso che (figura 1) i giunti incollati, con gli adesivi di nuova generazione, sono più tenaci e resistenti dei tradizionali sistemi e solo secondi, con uno scarto modesto, sui giunti saldati. Progressi importanti sono stati fatti in tutti i campi e le potenziali applicazioni si sono ora allargate a tutti i settori merceologici. Sino a non molti anni fa, per esempio, gli adesivi tradizionali perdevano in adesione su substrati come gli acciai

protetti galvanicamente; ora, queste nuove resine garantiscono migliori prestazioni anche su acciai da costruzione sempre più usati nei pre-montaggi. Questi materiali sono per lo più zincati; spesso sono montati di testa con prigionieri, spine di riferimento, affrancati con mensole al sostegno di travi soggette a flessione e tutto ciò è possibile ora realizzarlo anche con gli adesivi.

Gli adesivi strutturali, come detto, possono avere problemi di resistenza nel tempo se esposti in modo continuato ad elevate temperature. Per i costruttori di motori elettrici, per esempio, questo era ed è un dato importante per decidere se continuare a montare i magneti con delle clip meccaniche oppure passare agli ade-

sivi. I motori elettrici che lavorano in modo continuo, è noto, raggiungono elevate temperature. L'incollaggio dei magneti, sino a non molti anni fa, era visto con una certa diffidenza dai costruttori, ora si è guadagnato una sua buona reputazione su aspetti importanti come la resistenza in temperatura e alle vibrazioni migliori di tanti altri sistemi meccanici. Pochi sanno infine che da molti anni gli altoparlanti sono quasi tutti incollati anche quelli più piccoli montati nei piccoli telefoni cellulari (figura 2). Una domanda che spesso ci sentiamo rivolgere da questi clienti è la richiesta di adesivi ancor più performanti. La domanda è motivata dal fatto che l'elettronica si miniaturizza sempre di più, quindi l'adesivo si trova non solo sempre più esposto al calore, ma confinato in spazi sempre più angusti del tutto privi di qualsiasi ventilazione. Velocità d'indurimento ed elevata resistenza agli urti sono altri parametri indispensabili per soddisfare le esigenze di questo importante mercato. La velocità d'indurimento è richiesta per soddisfare produzioni elevatissime; la resistenza agli urti, anche ripetuti, è un parametro altrettanto importante per verificare la resistenza agli urti di un telefonino o di un let-

2. I costruttori di altoparlanti sono sempre alla ricerca di adesivi sempre più resistenti a urti, temperatura e sempre più rapidi a indurire.
Questa tecnologia solo qualche anno fa non aveva buone doti di resistenza agli urti e pertanto i progettisti di questi manufatti potevano solo scegliere tra la resistenza al calore e il tempo di fissaggio. Ora la nuova tecnologia è in grado di offrire adesivi veloci, resistenti al calore e ora anche agli urti.



La Thomas Built Buses è l'azienda specializzata nella costruzione degli scuola-bus gialli che sono ormai parte integrante del panorama veicolistico americano. L'azienda costruisce anche ambulanze e mezzi per i pompieri. La Thomas, per la costruzione dei nuovi SAF-T liner C2, utilizza adesivi strutturali di nuova generazione che induriscono a temperatura ambiente. Prima i bus erano montati con viti e rivetti; ora tutto questo gran lavoro è stato sostituito dai nuovi adesivi Henkel molto tenaci in grado di conferire anche un'elevata resistenza strutturale al mezzo. S'incolla di tutto: pannelli del soffitto, canaline per la ventilazione ed il condizionamento ma pure i rivestimenti dell'arredo interno. Ogni componente è fissato alla struttura ed al telaio. L'adesivo incolla rapidamente a temperatura ambiente ed una volta che è perfettamente indurito questo processo aiuta a preservare il mezzo dalla corrosione. Non è una nota di poco conto se pensiamo che in America i bus sono sempre parcheggiati all'esterno anche in Stati dove elevatissima è la presenza di umidità salina, in altri dal clima torrido ed in presenza di elevati sbalzi di temperatura, ma pure anche in luoghi, vicini all'Oceano, dove le piogge insistenti durano settimane... quindi in un contesto d'uso dove le condizioni climatiche severe sono del tutto diverse da Stato a Stato. In questo scenario così diversificato gli incollaggi hanno dimostrato di esser superiori agli altri sistemi, offrendo altresì un elevato standard di sicurezza in grado di superare i severi test di omologazione imposti da leggi federali che in America sono severissime, soprattutto nel caso dei mezzi preposti al trasporto pubblico in particolare dei ragazzi.



tore di compact disc che maldestramente possa cadere di mano più volte...

A queste richieste imposte dai costruttori, di per sé già molto impegnative, si sono ora aggiunte prove di durata in ambienti ostili e saturi d'umidità. La nostra ricerca quindi è sempre in prima linea per soddisfare queste particolari esigenze come quella che ci è stata posta da un cliente di riuscire a formulare un prodotto bicomponente MMA che potesse mantenere integre le proprie performance anche dopo un'esposizione in nebbia salina per oltre 1000 ore. Con soddisfazione possiamo affermare di esserci riusciti al 95%.

Non male! Ed a fatica? I giunti incollati hanno dimostrato di durare più a lungo dei sistemi tradizionali. Giunti così assemblati hanno resistito a oltre 10 milioni di cicli a taglio trazione senza rompersi. Il segreto di tutto questo, come detto all'inizio, sta nel fatto che un giunto incollato è in grado di distribuire le tensioni su

tutta la superficie interessata. Anche i test a frattura sono altrettanto eloquenti, perché permettono di verificare il tempo che intercorre tra l'innescio della cricca ed il collasso del giunto in tempi più o meno veloci. Questi risultati sono di grande aiuto a tecnici ed ingegneri, in particolare ad aeronautici e meccanici, perché permettono loro di conoscere il comportamento del giunto incollato prima che questo raggiunga il punto di collasso e quindi di poter progettare i giunti con sicurezza.

Da queste prove sono poi nate strutture più compatte e leggere. Recentemente sono stati formulati nuovi adesivi che resistono a spot di saldatura, a trattamenti di fosfatazione, a processi di rivestimento a polvere in grado di mantenere pressoché intatte le loro doti di resistenza. Alcuni di questi prodotti possono sostituire le saldature (MIG) o quelle al tungsteno (TIG) od integrarsi a queste sfruttando per esempio la tecnica della saldatura per punti co-

sì da imbastire la struttura conferendole una minima resistenza sufficiente all'adesivo d'indurire in tempi successivi.

Questi veloci metodi di fissaggio sono ora possibili utilizzando adesivi in grado di tollerare la saldatura per spot ma pure di non degradarsi se messi in un forno di verniciatura per un tempo non superiore ai 20 minuti. Alcuni adesivi della famiglia dei metil-metacrilati sono insensibili in toto od in parte alla presenza di oli e contaminanti, eliminando la necessità della preparazione delle superfici da incollare e ridurre così l'uso di attivatori.

La pulizia delle superfici, utilizzando adesivi di vecchia generazione, è stata spesso un problema per molti clienti soprattutto su pezzi ricoperti da oli protettivi, antiossidanti od altri contaminanti sempre presenti in molte soluzioni di lavaggio. Tutte queste voci influenzavano non poco le prestazioni finali di resistenza e durata e, il successo dell'incollaggio era direttamente proporzionale all'investimento in impianti che il cliente era disposto a fare sul processo di pulizia e risciacquo dei pezzi. Materie plastiche come le poliolefine, da sempre considerate difficili da incollare, ora lo sono molto meno perché i nuovi adesivi superano queste limitazioni e le incollano bene senza uso di primer e/o trattamenti superficiali particolari. Nel campo dei giunti incollati con adesivi flessibili, poliuretani (PU), silani modificati (MS) di recente generazione, si è visto che resistono bene ad urti e vibrazioni ed hanno lunga durata. Sono largamente usati per l'incollaggio dei doppi vetri, dei pannelli, dei giunti strutturali usati per la costruzione di caravan, veicoli commerciali, macchine agricole, bus per il trasporto urbano ed il trasporto di ragazzi come i famosi scuola-bus gialli visti in centinaia di film e fiction televisive.

Recentemente sono stati formulati nuovi prodotti MS in grado d'incollare e sigillare materiali che posseggono differenti coefficienti di dilatazione termica (CDT). Questi prodotti sono oltretutto verniciabili, trasparenti, resistenti agli UV e molto usati per l'assemblaggio di elettrodomestici, carrozzerie ed impianti di trattamento e condizionamento dell'aria.

P. Mauri, educational trainer Henkel Italia.

readerservice.it n. 57