

High Performance Silicone PSA

Paolo Carboni, Technical Account Manager - MOMENTIVE PERFORMANCE MATERIALS



INTRODUCTION

An adhesive material is a chemical substance typically used for holding two surfaces together. It sounds simple, right? Well, if we look at the market, we find an incredible number of needs, technologies, applications, and in the end an almost uncountable number of different chemicals. Different properties can be achieved by a wide variety of molecules, by single or multiple components and different processes and chemical reactions.

If we generalize, we can say that adhesives are mainly polymeric materials which allow a surface to be coated (so they must “wet” the surface by flowing properly), have a certain degree of tackiness (property to stick quickly to the surface), peel adhesion (the ability to resist the removal by peeling) cohesive strength (it must have internal structural strength, to be

able to resist flow when shearing forces are applied) and it must remain stable over a defined period of aging.

Adhesives can generally be divided into two classes: structural (permanent) and pressure-sensitive (“PSA”s that can be removed from a surface and applied to another surface).

To function properly, PSAs must show permanent tackiness at room temperature and adhere to specific surfaces by simple contact and pressure.

PSAs can be divided into the following categories: solvent-based, water-based and 100% solids hot melt. Solvent and water-based PSAs may be based on materials such as acrylic, rubber and silicone, while hot melt adhesives are typically based on thermoplastic rubber materials. Typical applications of these PSAs include Labels and Tapes.

In this brief article we will focus on a specific PSA sub-category based on silicone chemistry.

SILICONE BASED PSA

Silicones are polymers based on the generic formula $(R_2-Si-O)_n$. Depending on their molecular weight and chemical structure, they can take a variety of forms, including liquids, elastomers and resins. Silicone PSAs are a blend of a high viscosity silicone liquid (gum) and a silicone resin.

Compared to more common acrylic or hot melt based adhesives, Si-PSAs can offer significant advantages. For example, unlike organic PSAs, Si-PSAs are typically able to meet the following performance requirements over a wider range of conditions (e.g. very high and very low temperatures):

- Balanced tack, peel and shear performance.
- Effective adhesion to low surface-energy

Adesivi siliconici ad alta performance

Paolo Carboni, Technical Account Manager - MOMENTIVE PERFORMANCE MATERIALS



INTRODUZIONE

Un adesivo è un composto chimico tipicamente utilizzato per unire due superfici fra di loro. Semplice no? Beh, se diamo un'occhiata al mercato ci imbattiamo in un incredibile numero di necessità, tecnologie, applicazioni, e troviamo quindi una grande quantità di differenti sostanze chimiche. Proprietà diverse possono essere ottenute per mezzo di un'ampia gamma di molecole, con singoli o multipli componenti, e con diversi meccanismi chimici.

Generalizzando, possiamo affermare che gli adesivi sono principalmente sostanze polimeriche che hanno la capacità di essere spalmate

su superfici (quindi per “bagnare” una superficie devono essere fluide), che hanno un certo grado di appiccicosità (tack: devono aderire velocemente alla superficie), forza di spelatura (peel: la capacità di resistere alla delaminazione delle superfici), forza coesiva (shear: devono avere forza strutturale interna per poter resistere allo scorrimento quando sottoposte a forze di taglio) e infine devono rimanere stabili in determinate condizioni di invecchiamento.

Gli adesivi possono essere genericamente suddivisi in due classi: adesivi strutturali (o permanenti) e autoadesivi sensibili alla pressione (i cosiddetti “PSA”, che possono essere rimossi da

una superficie e applicati a una seconda superficie). Per poter funzionare correttamente, i PSA devono avere una appiccicosità permanente a temperature ambiente e aderire su specifiche superfici per il semplice mezzo di pressione e contatto.

I PSA possono essere suddivisi nelle seguenti categorie: a solvente, ad acqua, e termofondenti (o hot melt, 100% di contenuto solido). Quelli a solvente e ad acqua possono essere basati su sostanze acriliche, gomme o siliconi, mentre gli hot melt sono di solito composti da gomme termoplastiche. Applicazioni tipiche di questi PSA includono le etichette e i nastri autoadesivi.



Tab. 1

PSA Sub-categories		
Sottocategorie di PSA		
SILICONES	ACRYLICS	RUBBER
SILICONI	ACRILICI	GOMME
Good chemical and solvent resistance <i>Buona resistenza chimica ed ai solventi</i>	Better solvent resistance <i>Miglior resistenza ai solventi</i>	Poor solvent resistance <i>Pessima resistenza ai solventi</i>
Excellent temperature resistance (-73 to 260 °C) <i>Eccellente resistenza termica (da -73 a 260 °C)</i>	Decent temperature resistance (max 150 °C) <i>Resistenza termica accettabile (massimo 150 °C)</i>	Poor high temperature performance <i>Pessima resistenza alle alte temperature</i>
Adhesion to “nonstick” surfaces <i>Adesione su superfici difficili</i>	High bond strength <i>Buona forza adesiva</i>	Poor weathering <i>Scarsa resistenza agli agenti atmosferici</i>
At RT less aggressive adhesion than acrylics <i>A temperatura ambiente adesione meno aggressiva rispetto agli acrilici</i>	Poor adhesion to non-polar surfaces and at low temperatures <i>Scarsa adesione a bassa temperatura o su superfici apolari</i>	Good adhesion to non-polar surfaces <i>Buona adesione su superfici apolari</i>

films and fabric substrates, such as etched PTFE (fluoro polymer), silicone rubber, polyester and polyolefin films.

- Resistance to moisture, weathering (ozone, sunlight), chemical (acids, alkalis, oils) and biological (fungus) attack
 - Electrical insulation
 - Clean removal in diverse applications
 - Clarity/optical properties
 - Greater adhesion retention than organic adhesives at higher and lower temperatures
 - Vibration damping capabilities.
- See also below a PSA comparative overview table of key typical performance properties (Tab. 1). As mentioned above, silicone based PSAs are made of two components: a silicone resin and a silicone polymer (gum), both with silanol functional groups, which react together (via condensation) As seen in Figure 1. This reaction creates a high viscosity and high cohesive structure macromolecule, typically

In questo breve articolo ci concentreremo su una particolare sottocategoria di PSA, basati su chimica silconica.

PSA SILICONICI

I siliceni sono polimeri basati sulla seguente formula generale $(R_2-Si-O)_n$. A seconda del peso molecolare e della struttura chimica, essi possono mostrarsi in una varietà di forme che includono i liquidi, gli elastomeri e le resine. I PSA silconici sono miscele di gomme silconiche liquide ad alta viscosità e di resine silconiche. In confronto con i più comuni adesivi acrilici o hot melt, i PSA silconici possono offrire vantaggi significativi. Ad esempio, diversamente dai PSA organici, quelli silconici sono tipicamente in grado di mantenere le seguenti caratteristiche nell'arco di un ampio spettro di condizioni (come

ad esempio temperature molto alte o molto basse):

- Performances bilanciate di tack, peel e shear
- Efficace adesione su superfici (pellicole o tessuti) a bassa energia come ad esempio PTFE trattati (fluoro polimeri), gomme silconiche, poliesteri e poliolefine
- Resistenza a umidità, agenti atmosferici (ozono, luce solare), sostanze chimiche (acidi, basi, olii) e aggressioni biologiche (funghi)
- Isolamento elettrico
- Rimozione pulita in varie applicazioni
- Chiarezza e trasparenza ottica
- Maggiore adesività rispetto agli adesivi organici a basse ed alte temperature
- Capacità di attenuamento delle vibrazioni

Si veda la tabella comparativa delle proprietà tipiche dei vari PSA (Tab. 1).

Come detto, i PSA silconici sono formati da due componenti: una resina silconica e un polimero silconico (gomma), entrambi con funzionalità silanolica, che permette loro di reagire via condensazione come si vede nella Figura 1.

La reazione forma una struttura macromolecolare ad alta coesione e viscosità, che è tipicamente commercializzata disciolta in solvente (come ad esempio toluene o xilene, intorno al 60% di contenuto solido).

Tack, peel e shear di questo PSA silconico possono essere modulate aggiustando il rapporto tra resina e gomma, di cui esistono due versioni: una con funzionalità metilica e una con funzionalità metil/fenilica (che permette maggiori performances ad alta temperatura). Generalmente, i PSA silconici disponibili in





commercialized as a dissolved component in a solvent (e.g. toluene or xylene, around 60% dry content).

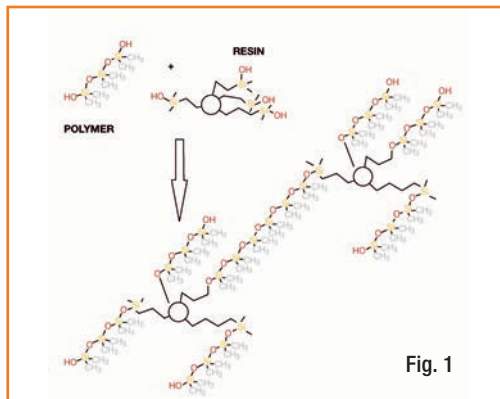
Tack, peel and shear of this silicone PSA can be adjusted by varying the resin to gum ratio, of which there are two types of gums: methyl based, and methyl/phenyl based (which allow higher temperature performance). Generally, commercially available silicone PSAs are prepared at resin/gum ratios wherein tack has fallen below its maximum performance capability.

In the graph (Fig. 2), test data shows that within a certain mix ratio range, tack and peel become inversely related to each other. As shown graphically in the above chart, an increase in resin content can, within a certain range, increase peel and shear properties while tack properties decrease.

Likewise, an increase in gum content can increase tack properties while peel and shear properties decrease. This data can be further applied to conditions where:

High resin content = dry Si-PSA at room temperature, tacky under heat and pressure

High gum content = tacky and adhesive Si-PSA at room and low temperatures.



PROCESSES FOR CURING PSAS

After application of the PSA, and solvent evaporation, usually the material is further cured by the component BPO (Benzoyl peroxide, which initiates radical reactions and further crosslinking of the network). Note that Silicone PSAs do not have to be cured to be tacky. Through the process of curing, performance properties such as chemical and shear resistance are typically enhanced.

TYPICAL PEROXIDE CURING

The peroxide curing process is most commonly used, especially among tape producers.

This method of curing is conducted in a multi-zoned oven in 2 steps:

- Solvent evaporation
 - 2 minutes at 90 °C
- Curing step
 - 2 minutes at 165 °C, if BPO is used
 - 2 minutes at 135 °C, if 2,4 Dichlorobenzoyl Peroxide is used.

CONDENSATION CURING

In applications requiring complete curing (e.g. for permanent lamination, or permanent coupling of different materials), it is possible to use a PSA along with a crosslinking additive (based on amino alkoxy silane promoting complete condensation of the network, even at room temperature).

In such a case, the product is no longer considered a PSA but rather a permanent adhesive. As an example, Momentive Performance Materials produces SilGrip* PSA529 adhesive which can be mixed with SRC18 (crosslinking additive) and used to bond heterogeneous surfaces such as carbon fiber reinforced epoxy materials and aluminum, among many others.

This enables a permanent bond with special



commercio sono preparati con rapporti resina/gomma dove la tack ha superato il proprio massimo valore. Nel grafico (Fig. 2) i dati sperimentali mostrano come entro certi rapporti resina/gomma, la tack e la peel diventano inversamente proporzionali fra di loro. Il grafico mostra che un incremento di resina può, entro un certo range, aumentare le proprietà di peel e shear mentre la tack si riduce. Similmente, un aumento del contenuto in gomma può incrementare la tack mentre peel e shear diminuiscono. Questi dati possono ulteriormente suggerirci che:

Alto contenuto in resina = adesivo silconico secco a temperatura ambiente, appiccicoso se sottoposto ad alte temperature o pressioni.

Alto contenuto in gomma = adesivo silconico appiccicoso a temperatura ambiente e basse temperature.

PROCESSI DI POLIMERIZZAZIONE DEI PSA

Dopo l'applicazione dell'adesivo e l'evaporazione del solvente, normalmente il prodotto è ulteriormente polimerizzato mediante BPO (benzoino perossido, che inizia una polimerizzazione radicalica e successiva reticolazione). Si noti che i PSA silconici non devono essere polimerizzati per essere adesivi. Mediante il processo di polimerizzazione si ottimizzano tipicamente le caratteristiche di resistenza chimica e coesione.

TIPICA POLIMERIZZAZIONE PEROSSIDICA

La polimerizzazione perossidica è quella più utilizzata, in particolare fra i produttori di nastri adesivi.

Questo metodo di polimerizzazione è effettuato in forni a più zone, in due passaggi:

- Evaporazione del solvente
 - 2 minuti a 90 °C

Polimerizzazione

- 2 minuti a 165 °C, se si usa BPO
- 2 minuti a 135 °C, se si utilizza 2,4 diclorobenzoino perossido.

POLIMERIZZAZIONE PER CONDENSAZIONE

In applicazioni che richiedono una polimerizzazione completa (ad esempio nelle laminazioni permanenti, o accoppiamento permanente di materiali differenti), è possibile usare i PSA silconici con un reticolante (un amino alcossi silano che promuove una condensazione con reticolazione completa, anche a temperatura ambiente). In questo caso il prodotto non è più da considerarsi un PSA ma piuttosto un adesivo permanente. Ad esempio, Momentive Performance Materials produce l'adesivo SilGrip* PSA529 che può essere miscelato con SRC18 (reticolante) e utilizzato per unire superfici eterogenee come



properties, such as high and low temperature resistance, vibration and noise reduction, electrical and thermic insulation and UV radiation resistance.

ADDITION CURING

Another curing mechanism (addition cure) is also available, wherein adhesives are cured by a platinum-catalyzed reaction of silicon hydride to vinyl. These systems are also supplied in a solvent, but can be cured in a single-zone oven and at lower temperatures. These are typically used in protective films and electronics applications.

SILGRIP* ADHESIVES BY MOMENTIVE PERFORMANCE MATERIALS

Momentive SilGrip PSAs are excellent candidates for use in:

- Splicing Tapes
- Electrical Insulation Tapes
- Electronic Masking Tapes
- Plasma / Flame Spray Masking Tapes
- Heat Seal Tapes

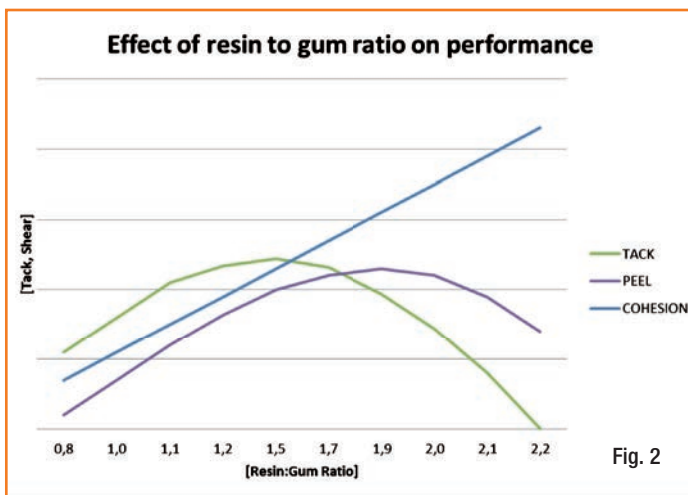


Fig. 2

- Transfer Tapes
- Laminating and Bonding Applications
- Specialty Resins And Additives.

Momentive offers a complete range of methyl based PSAs and high performance phenyl type PSAs.

ABOUT MOMENTIVE

Momentive Performance Materials Inc. is a global leader in silicones and advanced materials, with a 75-year heritage of being

first to market with performance applications for major industries that support and improve everyday life.

The Company delivers science-based solutions by linking custom technology platforms to opportunities for customers.

Company is an indirect wholly-owned subsidiary of MPM Holdings Inc.

Momentive distributor for Release Coatings and PSA's in Italy is Grolman. The Grolman Group operates an international specialty chemical distribution business. It

is composed of individual local sales offices based in all European countries, each supported by technically trained sales staff, customer service teams and local warehousing.

The Grolman Group, run by the fifth generation of the Grolman family, has been privately owned since it was established in 1855.

The key to its success has been the dedication and commitment to building an efficient customer-focused organization where customers' needs are an essential driving force.



ad esempio resine epossidiche rinforzate in fibra di carbonio e alluminio, oltre a numerose altre possibilità. Questo permette un legame permanente con proprietà speciali come resistenza alle alte e basse temperature, riduzione di vibrazioni e rumore, isolamento termico ed elettrico e resistenza alle radiazioni UV.

POLIMERIZZAZIONE PER ADDIZIONE

È disponibile un ulteriore meccanismo di reticolazione, dove gli adesivi sono polimerizzati mediante un catalizzatore al platino che favorisce la reazione di addizione tra idruri e funzionalità viniliche. Anche questi sistemi sono forniti in solvente, ma possono essere polimerizzati in forni a una zona e temperature più basse. Questi adesivi sono tipicamente utilizzati in applicazioni come film protettivi e nell'elettronica.

ADESIVI SILGRIP* DI MOMENTIVE PERFORMANCE MATERIALS

I PSA Momentive SilGrip sono eccellenti candidati per l'utilizzo in:

- Nastri per giunte
- Nastri per isolamenti elettrici
- Nastri per mascheratura (elettronica)
- Mascheratura trattamenti plasma/spray
- Nastri per saldature a caldo
- Transfer Tapes
- Laminazioni e adesioni particolari
- Resine e additivi speciali.

L'azienda offre un range completo di PSA silicomici metilici e fenilici ad alte performances.

CHI E' MOMENTIVE

Momentive Performance Materials Inc. è un leader globale nei siliconi e nei materiali avanzati, ed ha una storia di 75 anni in innovazioni di

mercato con applicazioni per le maggiori industrie che supportano e migliorano la vita di tutti i giorni. L'azienda fornisce soluzioni scientifiche, legando piattaforme tecnologiche a opportunità per clienti. E' una sussidiaria di MPM Holdings Inc. Il distributore in Italia per Release Coatings e i PSA silicomici è Grolman.

Il Gruppo Grolman gestisce la distribuzione di specialità chimiche a livello internazionale. È composto da uffici presenti in tutti i paesi Europei, ognuno supportato da venditori tecnici, servizio clienti e magazzini locali.

Il Gruppo Grolman è gestito dalla quinta generazione della famiglia Grolman, che lo controlla e possiede dalla sua fondazione nel 1855. La chiave del suo successo risiede nella dedizione e nell'impegno per costruire una organizzazione dove i bisogni del cliente sono una forza propulsiva fondamentale.