



Christian Neumann

FRAUNHOFER IAP

🇬🇧 Microencapsulated adhesives – Bonding at the push of a button

🇮🇹 Adesivi microincapsulati – Incollaggio alla pressione di un tasto

Microcapsules containing a reactive two-component adhesive can simplify bonding processes in industry and assembly while improving occupational safety: the adhesive is initially safely enclosed in capsules, contact with exposed reactive components can be reduced, and activation takes place only during pressing at room temperature.

The Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research IAP in Potsdam Science Park is looking for partners from industry and research who would like to contribute specific components, carrier materials or assembly processes for application-oriented testing.

Bonding joins components over large surface areas, brings together different materials and enables lightweight designs. In industrial practice, however, applying adhesive is often an additional process step: adhesives have to be dosed, applied and cured. Direct handling of reactive adhesive components can also place additional demands on occupational safety, process management and training.

Depending on the material system, temperature, substrate and load, the adhesive effect of conventional adhesive tapes may also change.

HOW DOES PRESSURE BECOME ADHESIVE STRENGTH?

A new approach based on microencapsulation is intended to simplify these steps. At Fraunhofer IAP, researchers are developing microscopic capsules that contain the components of a two-component adhesive as part of the Fraunhofer Cluster of Excellence Programmable Materials CPM.

“You can think of the microcapsules as many tiny reservoirs for adhesive”, says Dr. Christian Neumann, scientist at Fraunhofer IAP. Each capsule contains one of the two components. As long as the capsules remain

Le microcapsule contenenti un adesivo reattivo bicomponente può semplificare i processi di incollaggio in ambito industriale e di assemblaggio ottimizzando la sicurezza occupazionale: l'adesivo viene inizialmente racchiuso in modo sicuro in capsule, il contatto con componenti reattivi esposti può essere ridotto e l'attivazione ha luogo soltanto nel momento in cui si esercita la pressione a temperatura ambiente. Il Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research IAP nel Potsdam Science Park è alla ricerca di partners del mondo dell'industria e della ricerca intenzionati a contribuire con componenti specifici, materiali veicolo o processi di assemblaggio per eseguire test orientati all'applicazione.

Incollare componenti di giunti su grandi aree superficiali unisce diversi materiali consentendo progettazioni a peso ridotto. Nella pratica industriale, tuttavia, applicare l'adesivo è spesso una fase procedurale aggiuntiva: gli adesivi devono essere dosati, applicati e reticolati. La manipolazione diretta dei componenti dell'adesivo reattivo può anche determinare nuove richieste in merito alla sicurezza occupazionale, alla gestione di processo e alla formazione professionale. In base al materiale, alla temperatura, al substrato e al carico, l'effetto adesivante dei nastri adesivi convenzionali può anch'esso cambiare.

COME PUÒ LA PRESSIONE DAR LUOGO A TENACITÀ ADESIVA?

Una nuova tecnica basata sul microincapsulamento è finalizzata a semplificare queste fasi. Al Fraunhofer IAP i ricercatori stanno mettendo a punto capsule microscopiche che contengono i componenti di un adesivo bicomponente come parte integrante del Fraunhofer Cluster del Excellence Programmable Materials CPM.

“Si può pensare alle microcapsule come molti piccoli serbatoi per l'adesivo”, afferma Dr. Christian Neumann, scienziato del Fraunhofer IAP. Ogni capsula contiene uno dei due componenti. Finché le capsule rimangono intatte, il sistema



The adhesive effect of the adhesive capsules can be tested directly using the demonstrator
L'effetto adesivante delle capsule adesive può essere testato direttamente con l'ausilio della demo

intact, the system remains inactive. When pressure is applied, the capsules burst. The components come into contact and the adhesive crosslinks. This creates a strong bond precisely at the contact surface. "A major advantage is that this crosslinking takes place at room temperature. Additional heating or further curing steps are therefore not required", says Neumann.

The technical challenge lies in the encapsulation itself: two-component adhesives are reactive materials and can react with the chemicals used during production of the capsule shell. However, the researchers can adjust the capsule chemistry with great precision. As a result, the adhesive components remain active, are reliably enclosed, can be stored and processed, and open in a targeted manner during pressing.

WHICH TWO FACTORS MAKE HANDLING THE ADHESIVE SAFER?

"For industrial applications, it is crucial that the adhesive is initially safely enclosed", says Neumann. "This means employees come into less direct contact with reactive components, as activation only takes place during the joining step".

For industrial bonding processes, the approach combines two advantages. First, encapsulation reduces open handling of adhesives: the reactive components are released in the bond line only during joining. This can simplify handling and support occupational safety during processing.

rimane inattivo. Nel momento in cui si applica pressione, le capsule scoppiano. I componenti entrano in contatto e l'adesivo reticola. Ciò crea un forte legame precisamente sulla superficie di contatto. "Un importante vantaggio è rappresentato dal fatto che la reticolazione ha luogo a temperatura ambiente. Di conseguenza, non sono richieste la somministrazione aggiuntiva di calore o fasi di reticolazione ulteriori", afferma Neumann.

La sfida tecnica sta proprio nell'incapsulamento stesso: gli adesivi bicomponenti sono materiali reattivi e possono reagire con i prodotti chimici utilizzati durante il processo produttivo dell'involucro della capsula. Tuttavia, i ricercatori possono regolare il processo chimico della capsula con grande precisione. Di conseguenza, i componenti dell'adesivo rimangono attivi, racchiusi in modo affidabile e possono essere stoccati e trattati e si aprono in modo mirato quando si esercita pressione.

QUALI SONO I DUE FATTORI CHE RENDONO LA MANIPOLAZIONE DELL'ADESIVO SICURA?

"Per applicazioni industriali, è importante che l'adesivo sia racchiuso in modo sicuro", afferma Neumann. "Ciò significa che gli operatori entrano meno in contatto diretto con i componenti reattivi in quanto l'attivazione ha luogo soltanto durante la fase di unione".

Per quanto riguarda i processi di incollaggio industriale, la tecnica enuclea due vantaggi. Il primo è che l'incapsulamento riduce la manipolazione aperta degli adesivi: i componenti reattivi vengono rilasciati nella linea di incollaggio soltanto durante l'operazione di unione. Ciò può semplificare la manipolazione e supportare la sicurezza occupazionale durante il trattamento. In secondo luogo, i ricercatori si stanno concentrando sui sistemi adesivi esenti da isocianati a base di acrilate o di epossidiche, il che rende le capsule e i sistemi veicolo interessanti per le applicazioni in cui le aziende vogliano evitare di usare gli adesivi contenenti isocianate.

COME VIENE USATO IL TESSUTO ADESIVO?

Nella fase successiva, le microcapsule devono essere applicate su materiali veicoli come i laminati che possono essere trattati come materiale interstrato. Le opzioni idonee includono i veicoli tessili, tele di fibra o altri materiali simili a laminato. "In questo modo l'adesivo si trasforma in un materiale gestibile che può essere posizionato nel componente e che produce il proprio effetto durante la

Second, the researchers are focusing on isocyanate-free adhesive systems based on acrylates or epoxies. This makes the capsule and carrier system interesting for applications in which companies want to avoid using adhesives containing isocyanates.

HOW IS ADHESIVE FABRIC USED?

In the next step, the microcapsules are to be applied to sheet-like carrier materials that can be processed like an interlayer material. Suitable options include textile carriers, fibre scrims or other sheet-like materials. "This turns the adhesive into a manageable material: it can be positioned in the component and only develops its effect during the joining step", explains Neumann.

Possible fields of application include processes in which components need to be bonded or joined over large areas, in a controlled manner and without open adhesive application. In the automotive industry, for example, battery stacks are a possible use case. Other fields of application include mechanical engineering, electronics manufacturing and microstructured components with fine channels, where conventional dosing and application methods are technically complex, difficult to access or economically unattractive.

To develop these adhesive textiles, Fraunhofer IAP combines its expertise in microencapsulation with application-oriented testing. The strength of the resulting bonds is being investigated together with the Fraunhofer Institute for Machine Tools and Forming Technology IWU and forms the basis for assessing suitable fields of application with partners in a targeted way.

READY FOR PRACTICAL TESTING?

The approach is now to be transferred to concrete applications. To this end, Fraunhofer IAP is looking for partners from industry and research who can contribute their own components, carrier materials or assembly processes. Companies that want to simplify sheet-like joining processes, make the handling of adhesives safer or integrate the bonding process more effectively into existing assembly workflows are particularly relevant. "Together, we can examine whether the capsule and carrier system can be adapted to specific requirements and what quantities of material are needed for application-oriented testing", says Neumann.

If a partner contributes a suitable use case, Fraunhofer IAP will tailor the capsule and carrier system specifically to it. At the synthesis pilot plant of the Fraunhofer Pilot Plant Center for Polymer Synthesis and Processing PAZ at Fraunhofer IAP, microcapsules can also be produced on a scale of up to several tonnes. This means sufficient quantities of material are available to test the technology under application-oriented conditions.



fase di unione", spiega Neumann.

I campi di applicazione possibili includono i processi in cui i componenti devono essere incollati o uniti su grandi aree, in modo controllato e senza applicazione dell'adesivo con tempi di recupero. Nell'industria automobilistica, ad esempio, le pile delle batterie rappresentano un caso di utilizzo. Altri campi di applicazione includono l'ingegneria meccanica, la produzione di componenti elettronici e microstrutturati con canali sottili dove il dosaggio convenzionale e i metodi di applicazione sono tecnicamente complessi, di difficile accesso o economicamente poco interessanti.

Per mettere a punto questi tessuti adesivi, Fraunhofer IAP associa la propria esperienza nel campo del microincapsulamento ai test a orientamento applicativo. La tenacità dei legami risultanti viene studiata con il Fraunhofer Institute for Machine Tools and Forming Technology IWU e forma le basi di una valutazione per campi di applicazione idonei con partner in modo mirato.

PRONTI PER I TEST PRATICI?

La tecnica dovrà poi essere trasferita ad applicazioni concrete. A tal fine, Fraunhofer IAP è alla ricerca di partner dal mondo dell'industria e della ricerca che possano contribuire con i loro componenti, materiali veicolo o processi di assemblaggio. Le aziende che vogliono semplificare i processi di incollaggio come - laminati, rendere la manipolazione degli adesivi più sicura oppure integrare il processo di incollaggio più efficacemente nel flusso di lavoro di assemblaggio esistente, rivestono un grande interesse. "Insieme, possiamo esaminare se la capsula e il veicolo possono essere adattate a requisiti specifici e quali quantità di materiale sono richieste per i test orientati all'applicazione", ha aggiunto Neumann.

Se un partner contribuisce a un caso di utilizzo idoneo, Fraunhofer IAP personalizza la capsula e il veicolo in modo mirato e specifico. Nell'impianto pilota del Fraunhofer Pilot Plant Center for Polymer Synthesis and Processing PAZ di Fraunhofer IAP, le microcapsule possono essere prodotte su una scala di diverse tonnellate. Ciò significa che sono disponibili quantità sufficienti di materiale per testare la tecnologia nelle condizioni orientate all'applicazione.