

Materiali innovativi e nuove opportunità di sviluppo per il settore medicale

La scelta corretta di materiali e tecnologie si pone in primo piano anche nel settore del biomedicale dove nuove opportunità possono essere colte attraverso un sapiente utilizzo del trasferimento tecnologico.

Materiali come polimeri tecnici ad elevate prestazioni detti "tecnopolimeri" o "ultrapolimeri", polimeri a memoria di forma, polimeri derivati da risorse rinnovabili, elettronica flessibile, sono alcuni esempi di materiali e tecnologie che possono trovare interessanti nuove applicazioni aprendo nuove strade allo sviluppo di prodotti in grado di fornire anche alle imprese del biomedicale una competitiva presenza nel mercato.

I tecnopolimeri sono materiali termoplastici che offrono prestazioni superiori a quelle dei polimeri tradizionali; possono essere forniti in granuli e/o lastra ed essere lavorati attraverso le più comuni tecnologie quali lo stampaggio ad iniezione, la termoformatura, la calandratura, ecc.; inoltre, questi materiali sono trasformabili a partire da un pieno con l'impiego di tradizionali lavorazioni meccaniche con utensili.

I tecnopolimeri sono stati sviluppati originariamente nel settore aeronautico e automotive, con l'obiettivo di ridurre il peso dei prodotti realizzati sostituendo il materiale metallico dei componenti con materiali più leggeri. Le ricerche e le applicazioni realizzate hanno poi permesso di trasferire i tecnopolimeri anche in nuovi settori come ad esempio quello industriale e in particolare quello biomedicale ed elettronico.

Oggi i tecnopolimeri trovano applicazione nella realizzazione di corpi pompa e valvole per il settore degli elettrodomestici e di valvole di flusso o portalampade per l'industria automobilistica; in tecnopolimero, inoltre, vengono prodotte anche bobine per il campo dell'elettronica e apparecchiature complesse per il biomedicale.

I tecnopolimeri esistono sia nella versione naturale, priva di qualsiasi additivo, sia nelle versioni caricate con rinforzi particellari o fibrosi; infatti, per migliorare le proprietà specifiche che contraddistinguono il tecnopolimero base, questi materiali possono essere caricati ad esempio con fibra di vetro lunga per aumentarne rigidità e comportamento al fuoco, con fibra/particelle di Kevlar o di carbonio per aumentare in modo considerevole modulo elastico e resistenza a trazione del materiale base; infine, nel caso si desideri migliorare il comportamento tribologico (riduzione del coefficiente di attrito) del materiale, si possono utilizzare rinforzi a base di PTFE (Teflon) o altri prodotti autolubrificanti quali i bisolfuri di tungsteno e di molibdeno.

Tra i tecnopolimeri oggi utilizzati nel settore del biomedicale, grazie anche alla sua biocompatibilità, si distingue il PEEK. Questo tecnopolimero presenta la più alta temperatura di esercizio in continuo (260°C), oltre che ottime caratteristiche meccaniche, e per questo motivi viene ampiamente utilizzato nell'automotive anche nella costruzione di ingranaggi; l'impiego di questo materiale consente di ottenere inoltre una riduzione di peso e del rumore nonché, spesso, una riduzione dei costi di produzione grazie alla possibilità di lavorare il materiale attraverso il processo di stampaggio ad iniezione.

Nel campo dei tecnopolimeri la tecnologia CFM (Composite Flow Moulding) permette di produrre materiali compositi fortemente rinforzati con fibra lunga senza danneggiare le fibre. Il contenuto di rinforzo raggiunge anche il 62% in volume per garantire massima resistenza. Con questo processo sono possibili varie combinazioni di rinforzi (fibre in carbonio, vetro e Kevlar) e di resine termoplastiche (PEEK, PA, PEI, PPS); i prodotti così ottenuti consentono di soddisfare la crescente richiesta da parte dell'industria di materiali leggeri e dotati di ottime proprietà meccaniche, chimiche e termiche.



Forchetta per disabili con impugnatura in Polimero a Memoria di Forma, forma stabile



Forchetta per disabili con impugnatura in Polimero a Memoria di Forma, forma modificata.

Attraverso tale tecnologia si possono realizzare, per esempio, viti in PEEK rinforzato: questi prodotti offrono eccellenti caratteristiche di resistenza alla frizione, all'usura, alla corrosione, alle alte temperature e a numerosi agenti chimici. La resistenza alla rottura della resina viene fortemente incrementata grazie alle fibre di rinforzo. Sono inoltre prodotti adatti ad essere utilizzati in processi chimici, in applicazioni marittime, nella tecnologia del vuoto e in campo biomedicale (ad esempio per la realizzazione di viti e spacer).

Una classe di polimeri che merita un'attenzione particolare è quella dei Polimeri a Memoria di forma, molto interessanti per altro in ambito biomedicale per la loro eccellente ergonomia. I materiali a memoria di forma appartengono all'ampia e diversificata famiglia degli 'smart materials' o 'materiali intelligenti', che si differenziano da quelli tradizionali per particolari proprietà che si evidenziano a seguito di stimoli esterni, quali ad esempio la temperatura, la pressione, la luce, l'umidità o il pH. I Polimeri a Memoria di Forma (PMF) sono resine che, a partire da granuli per lo stampaggio ad iniezione e ad estrusione o da liquidi/soluzioni per rivestimenti superficiali/impregnazioni, possono essere lavorate per ottenere oggetti di qualsiasi forma e caratterizzati dalla proprietà chiamata "Memoria di Forma". Sono così definiti perché se, partendo da uno stato iniziale "A", vengono riscaldati superando la temperatura di transizione vetrosa (Tg), passano rapidamente da uno stato rigido ad uno più morbido e malleabile, che può essere quindi modificato a piacere; se subiscono un raffreddamento, la nuova forma impressa resta 'congelata' e quindi mantenuta (stato "B"); nel caso in cui venga nuovamente fornito del calore, il materiale perde la forma raggiunta nello stato "B" e, come se avesse una memoria, torna esattamente alla sua configurazione originale che, raffreddandosi, si irrigidisce nuovamente. A questo punto il polimero è pronto per un nuovo ciclo di cambiamento di forma. Questa trasformazione può avvenire n volte senza che le caratteristiche di 'memoria' vengano perse: il recupero della forma è assicurato infatti al 100% a meno che lo stato "B" sia ottenuto per stiramento lineare con superamento del limite elastico del materiale.

Spesso i polimeri a memoria di forma vengono sfruttati non solo per le loro proprietà di ritorno alla forma iniziale, che prevede il passaggio intermedio allo stato "B", ma

anche per la caratteristica di essere 'plasmabili' ad un valore utile di temperatura, che, ad esempio, in molte applicazioni può coincidere con quello corporeo; in quest'ultimo caso quindi si sfrutta solamente il passaggio dallo stato "A" a quello "B". Nessun altro polimero, tra quelli tradizionali, evidenzia un comportamento simile a temperature così basse. Sfruttati inizialmente per un impiego nel settore aerospaziale, oggi prevedono utilizzi nei settori industriali più vari.

Grazie alla loro biocompatibilità, alcune tipologie di resine termoplastiche sono impiegate nel settore medicale. Similmente a quanto accade con i metalli a memoria di forma, questi polimeri sono rigidi e duri a temperatura ambiente ma, una volta impiantati nel corpo umano, diventano più morbidi a contatto con la temperatura corporea, offrendo in tal modo maggiore biocompatibilità con i tessuti umani. Questo ha implicazioni importanti in tutti quei casi in cui è richiesta un'elevata adattabilità a una data struttura anatomica una volta che l'impianto è inserito nel corpo. Sono già in produzione delle cannule intravenose realizzate con questi polimeri e il vantaggio che ne deriva è immediato; il paziente è infatti molto più libero nei movimenti, dato che nel suo corpo sono presenti elementi non rigidi ma dotati di elasticità simile a quella dei tessuti corporei.

La versatilità dei processi produttivi applicabili (iniezione e estrusione) permette di ottenere dispositivi dalle forme complesse e miniaturizzate, ottimizzate per l'inserimento nel corpo umano oppure, sfruttando la proprietà di memoria di forma, si possono ricavare forme molto più complesse a partire da forme semplici, come tubi, filamenti, tondini o film.

La biocompatibilità viene sfruttata per la realizzazione di cinturini per orologi da polso che, del tutto personalizzabili, si avvolgono attorno al polso partendo da una forma piatta.

Sono state realizzate anche impugnature di forchette per disabili che possono adattarsi alla forma della mano a fronte di un minimo riscaldamento, mantenendo la sagoma impressa fintantoché la posata non venga posta in lavastoviglie - o lavata in acqua calda - dove, per effetto termico, torna alla configurazione iniziale ed è quindi pronta per un nuovo utilizzo da parte di un utente differente.



Vite in Peek rinforzato fibra lunga



Salviette igieniche in bambu

I Polimeri a Memoria di Forma, pur essendo già presenti sul mercato con diverse tipologie di prodotti, sono dei materiali nuovi e il loro sviluppo continua ancora oggi per poter individuare caratteristiche, forme e possibili altre applicazioni. Infatti le loro particolari proprietà, uniche nel mondo delle plastiche, fanno sì che siano infiniti gli utilizzi ancora possibili, spaziando da prodotti di uso comune, realizzati con tecniche industriali standard, ad elementi funzionali di giunzione 'intelligente', a pezzi dotati di buona ergonomia o semplicemente strumenti per migliorare le prestazioni o il comfort del prodotto in cui sono inseriti.

Nel mondo dei "materiali intelligenti" rientrano anche alcune membrane a base di polimero a memoria di forma. Esse sfruttano il principio della vibrazione termica ovvero, quando la temperatura ambiente è sotto il punto di attivazione (dettato dalla temperatura corporea), la struttura molecolare si irrigidisce abbassando la permeabilità consentendo in tal modo di mantenere la temperatura corporea; viceversa, quando la temperatura ambiente supera il punto di attivazione, la struttura molecolare si rammollisce creando degli spazi liberi tra le molecole, permettendo l'eliminazione del vapore acqueo e del calore corporeo in eccesso. Queste membrane possono essere utilizzate per realizzare tessuti impermeabili all'acqua e resistenti al vento, traspiranti e allo stesso tempo permeabili al vapore acqueo garantendo quindi la caratteristica di anti-condensazione.

Nel mondo del tessile oggi la tecnologia applicata ai tessuti ha permesso la creazione di veri e propri "mini laboratori di biomeccanica" su misura dell'utente grazie a tessuti che acquistano funzionalità elettroniche. Questo è possibile soprattutto grazie alla nuova frontiera dell'"elettronica flessibile".

Diventa allora possibile integrare nell'abbigliamento in modo quasi invisibile cardiofrequenzimetri, misuratori della frequenza respiratoria o misuratori di pressione del piede e delle scarpe sul terreno (pronazione del piede), senza limitare la libertà di movimento; inoltre, l'applicazione di film fotovoltaici plastici sottili ai tessuti e ai capi di abbigliamento permette di sfruttare l'energia solare convertendola in energia elettrica da riutilizzare come caricabatterie o alimentazione diretta di dispositivi elettronici di piccole medie dimensioni.

Alla luce delle considerazioni fatte, grazie alle tecnologie "flessibili" l'elettronica può essere conformata a strutture o oggetti dalle forme più varie consentendo allo stesso tempo una interattività con gli ambienti. In questo modo strumenti che solitamente vengono utilizzati per uno scopo ben definito, come la scarpa che serve per camminare, acquistano funzionalità diverse o diventano addirittura nuove periferiche di comunicazione. Una recente applicazione è quella dell'integrazione di microsensori in guanti, consentendo di ottenere un guanto in grado di trasmettere un segnale soltanto con il movimento delle dita.

In questo senso anche l'impiego di nanotecnologie ha consentito enormi sviluppi, aprendo la strada al mondo di quelli che oggi vengono definiti "ultrapolimeri"; ad esempio, grazie alla deposizione di inchiostri conduttivi su siliciumi, si possono realizzare chip o elettrodi. Queste deposizioni possono essere realizzate in spessori da 20 a 200nm con materiali sia trasparenti che non e con coatings sia in single-layer che multi-layers. Nel campo a nanolitografia inoltre, possono essere riprodotte strutture micro e nano; questa tecnica è particolarmente utile in campo biomedico per la realizzazione di biostrutture su scala nanometrica che possono consentire l'ottenimento di sensori ottici e telecamere in miniatura.

Inoltre l'impiego di trasduttori consente di trasformare superfici in altoparlanti. Tale caratteristica nei vibrotrasduttori è resa possibile dall'utilizzo di una lega metallica magnetostrittiva denominata Terfenol-D in grado di trasferire o convertire energia magnetica in lavoro meccanico e viceversa. La lega è in grado di espandersi e contrarsi se sottoposta a magnetizzazione fino a 20.000 volte al secondo. Questo permette di convertire un segnale audio in vibrazione (onda meccanica) che può essere trasferita ad un materiale solido in modo tale da rendere tutta la superficie un diffusore uniforme del suono. Le superfici possono essere in vetro ma anche granito, legno, materiale plastico come plexiglass e composito. In questo modo muri, vetrate, tavoli, finestre, laminati possono essere convertiti in altoparlanti. Questa tecnologia è stata sfruttata con successo nella realizzazione di termoculle per bambini neonati prematuri al fine di trasmettere la vibrazione sonora della voce della mamma anche in termoculla; questa applicazione è tuttora in fase di sperimentazione in alcuni ospedali d'Italia.



Tessuti derivati da semi di soia



Tessuti con video integrati

Nel campo tessile sono degni di nota i tessuti derivati da risorse rinnovabili o naturali. Abbigliamento dal mais? Sì, ma anche da fibre di latte o bambù oppure da semi di soia. Le fibre sono costituite da proteine ottenute dalla compressione dei semi di soia, previa oliatura, attraverso un processo di bioingegneria hi-tech. Il tessuto risulta lucido ed elegante come la seta. Alle proprietà estetiche si associa una morbidezza e una vestibilità simile ai tessuti in cashmere. Le proprietà di assorbimento dell'umidità delle fibre in semi di soia sono analoghe a quelle del cotone, mentre l'indice di permeabilità è superiore. Il tessuto può essere applicato in tutti i settori tessili, dall'intimo ai calzini, maglie maniche lunghe e corte, serafini, tessuti per divani o tappetini.

Un metodo del tutto innovativo consiste nell'introdurre alghe naturali nelle fibre in cellulosa. Come risultato si ottengono fibre ricche di vitamine e aminoacidi ad effetto prolungato, che producono una sensazione di benessere e di piacevolezza al contatto con la pelle. La fibra di cellulosa funge da substrato per il funzionamento dei principi attivi delle alghe. Queste piante marine contengono infatti un'elevata percentuale di oligoelementi che conferiscono proprietà dermoprotettive e antinfiammatorie. Grazie agli estratti di alghe viene stimolata inoltre la produzione di un polisaccaride (il glicosaminoglicano) che da un lato velocizza la guarigione di processi infiammatori e dall'altro protegge la pelle dai radicali liberi (secondo Alban Muller International).

Nel campo delle risorse rinnovabili vale la pena citare il recente sviluppo di additivi plasticizzanti a base di acido citrico come alternativa agli ftalati, ad esempio da impiegare con PVC o derivati della cellulosa. Questi additivi hanno la proprietà di ridurre la durezza del polimero, sono idonei al contatto alimentare e biodegradabili; possono venire utilizzati in campo alimentare, farmaceutico e medicale, nel settore dei giocattoli e della cosmesi.

Ancora in campo tessile, attraverso un processo particolare vengono inserite all'interno della fibra delle microcapsule contenenti materiale a cambiamento di fase, in genere speciali paraffine, che assorbono il calore del corpo in eccesso, lo trattengono e lo rilasciano quando la temperatura corporea si abbassa. Il tessuto rimane comunque traspirante. Sono a disposizione anche molte tipologie di tessuti dove le

microcapsule, anziché essere presenti all'interno della fibra, sono spalmate sulla superficie interna, più a contatto con la pelle, dove la regolazione termica è più efficace.

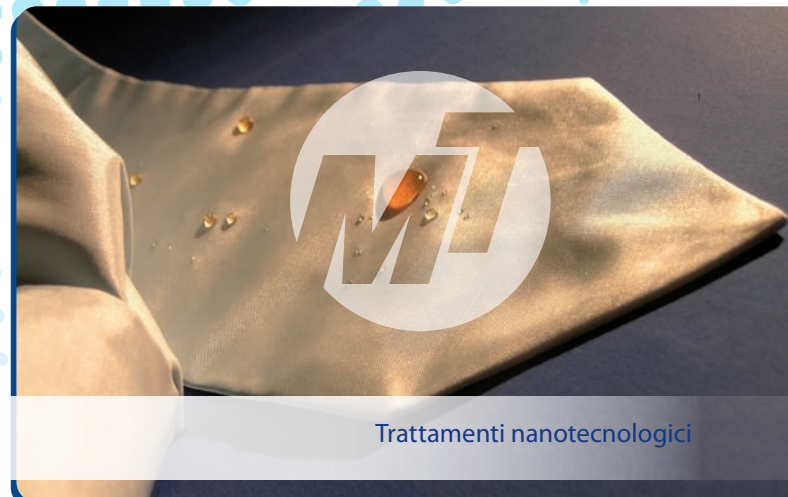
Questo materiale permette di mantenere la temperatura corporea ad un livello ottimale e di benessere, eliminando gli sbalzi termici e quindi evitando periodi di surriscaldamento o di raffreddamento eccessivo. Ciò avviene perché, quando la temperatura corporea raggiunge la temperatura di transizione di fase della paraffina, settata attorno alla temperatura corporea di benessere, questa assorbe il calore e passa dallo stato solido a quello liquido; viceversa, quando il corpo si raffredda eccessivamente, la paraffina ritorna alla fase solida rilasciando calore precedentemente assorbito. La sostanza contenuta nelle microcapsule non viene mai rilasciata, anche se sottoposta a carico elevato. Questo tessuto termoregolante, agendo attivamente seguendo le condizioni fisiche di chi lo indossa, anche se caratterizzato da spessori sottili, caratteristici dei tessuti, è molto più efficace degli isolanti termici tradizionali. Esso viene utilizzato nel settore dell'abbigliamento intimo e tecnico-sportivo.

Infine, vi è da aggiungere anche che oggi hanno ormai trovato una perfetta ottimizzazione i trattamenti per funzionalizzare la superficie dei tessuti. In particolare l'impiego del biossido di titanio nanometrico permette di variare la tensione superficiale del materiale rendendolo antimacchia; trattamenti di questo tipo possono essere anche antibatterici, alcuni di questi hanno ottenuto presidio medico chirurgico e possono essere applicati a substrati di diverso tipo (tessuti, vetri, ceramiche).

Restiamo quindi attenti alle innovazioni di prodotto nel settore biomedicale, con lo sguardo rivolto ai suddetti materiali, le cui prime applicazioni si preannunciano già numerose e diversificate.



Guanto interattivo



Trattamenti nanotecnologici