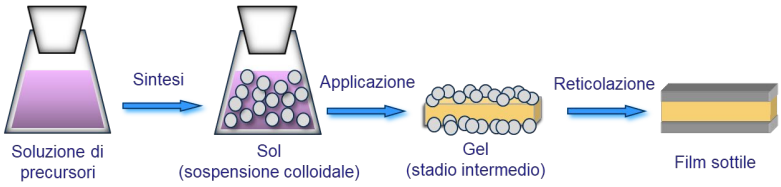
PILLOLE DI COLORE

LA TECNICA SOL-GEL

Con il termine sol-gel, si indica una tecnica per la preparazione di dispersioni colloidali, utili alla realizzazione di rivestimenti ceramici, inorganici o ibridi (organici-inorganici) per il trattamento delle superfici.



Schema generale tecnica sol-gel

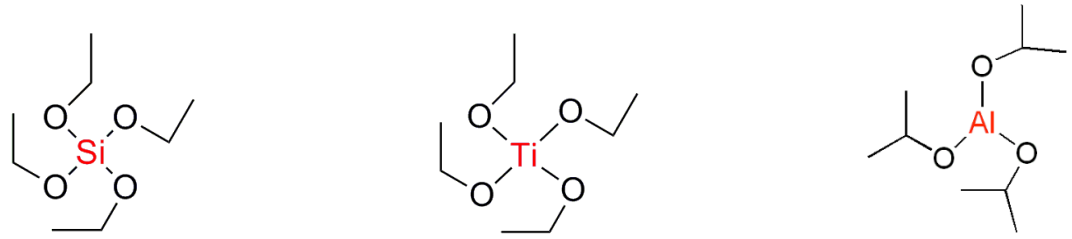
Questa tecnica è fatta risalire alla metà dell'Ottocento ma solamente negli anni Settanta/Ottanta del secolo scorso è stata studiata ed applicata, dapprima nell'industria ceramica allo scopo di migliorare i processi di produzione, e poi in altri settori per lo sviluppo di nuovi materiali o per la funzionalizzazione delle superfici. I primi timidi approcci in ambito tessile risalgono, invece, solamente ai primi anni Duemila.

La versatilità della tecnica sol-gel, la rende una procedura molto interessante grazie alla possibilità di realizzare differenti tipologie di rivestimento o di materiali (es. film sottili, nanoparticelle, aerogel, ecc.) e di conferire numerose proprietà ai supporti trattati. Dal punto di vista tecnico tali rivestimenti possiedono generalmente elevate resistenze chimiche, fotochimiche, meccaniche e termiche e si presentano tossicologicamente e biologicamente inerti.

In ambito tessile, un ulteriore vantaggio risiede nel fatto che il suo impiego prevede l'utilizzo di processi già ampliamente collaudati, come l'impregnazione e la tecnica spray senza la necessità di dover investire in nuovi impianti specifici.

La prima fase nella realizzazione di rivestimenti ceramici mediante la tecnica sol-gel consiste nella preparazione della soluzione. Essa prevede la formazione di una soluzione colloidale (da cui deriva il termine "sol"), con una dimensione media dei colloidi compresa tra 1 nm e 1 µm, stabile e generalmente trasparente. Tale soluzione è preparata a partire da un idoneo precursore metallo, metallo-organico o semimetallo (ad esempio Si, Ti, Al, ecc.), in presenza

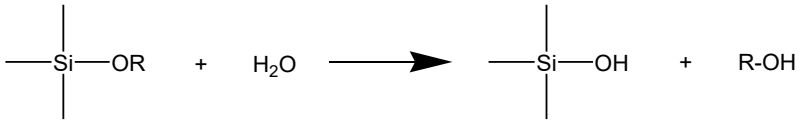
di un opportuno catalizzatore (in genere una sostanza acida o alcalina) in mezzo acquoso o in solventi organici miscibili con l'acqua (es. alcoli).



A B C

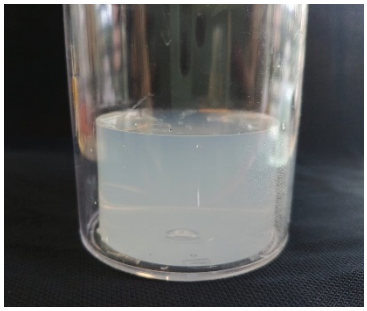
Esempi di precursori di differente natura:
Si (etossido di silicio); Ti (etossido di titanio); Al (isopropossido di alluminio)

Semplificando, l'attivazione della soluzione avviene attraverso lo sviluppo di reazioni di idrolisi che portano alla formazione di un alcossido più reattivo del precursore originale che viene perciò chiamato "alcossido idrolizzato".



Esempio di reazione di idrolisi (generico precursore di silicio)

Le specie chimiche formatesi reagiscono all'interno della soluzione attraverso reazioni di condensazione portando alla formazione di network tridimensionali più o meno estesi.
A seguito dell'applicazione sul materiale e del successivo trattamento termico, la viscosità della soluzione presente sul supporto aumenta fino alla formazione di un vero e proprio gel (da qui il termine "gel") a causa dell'evaporazione del solvente e dell'incremento del network tridimensionale.



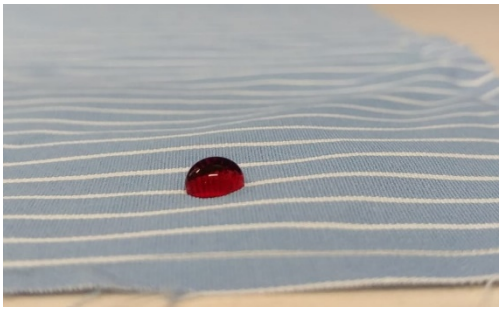
Struttura gel realizzata all'interno di un generico contenitore.

Al termine di questa fase, un film ceramico chiamato "xerogel", privo di molecole di solvente e avente una struttura più o meno porosa, è ottenuto direttamente sulla superficie del substrato. Le caratteristiche del film realizzato sono influenzate dai parametri di sintesi come tipologia e concentrazione del precursore, pH e catalizzatore, rapporto fra i solventi e condizioni di polimerizzazione. In funzione delle condizioni adottate, il rivestimento risulterà in taluni casi più rigido e duro, in altri più flessibile o morbido.

Esempi di strutture Xerogel realizzabili a partire da soluzioni sol-gel

È così possibile realizzare sulla superficie dei materiali, tessili inclusi, rivestimenti di ossido di diversa natura (silicio: SiO_2, titanio: TiO_2: alluminio: Al_2O_3, etc.) per migliorare, ad esempio, la resistenza all'abrasione, conferire proprietà UV absorber, antibatteriche e autopulenti.
In aggiunta, l'additivazione di molecole organiche (come polimeri organici, biomolecole, coloranti o pigmenti) durante la fase di sintesi porta alla realizzazione dei cosiddetti materiali ibridi. Questi ultimi sono caratterizzati da strutture talvolta anche molto complesse, nelle quali si osserva la presenza simultanea di una componente inorganica e di una organica, aventi

anche proprietà multifunzionali. Considerando la varietà e la numerosità di molecole organiche a disposizione, è evidente la potenzialità in ambito tessile di un approccio di questo tipo sia per lo sviluppo di nuove funzionalità sia come possibile alternativa ai tradizionali prodotti di finissaggio impiegati per conferire proprietà antifiamma, antibatteriche/antivirali, idro-oleo repellenza, oppure per realizzare sensori tessili o sistemi a rilascio controllato di molecole ed oli essenziali.



Trattamento sol-gel idrorepellente

Claudio Colleoni