

ACIT 2009

Applications sol-gel sur textile

La technologie sol-gel est connue depuis plus de 150 ans. Suite à la production des gels à basse température dans les années 1970, cette technologie a à nouveau éveillé l'intérêt et, ces dernières années, les études ont été orientées vers la production des enductions minces. Les applications principales sont la protection des lentilles optiques (contre les griffes), la protection des bâtiments (humidité et graffiti), la production des poudres céramiques, des fibres optiques et des aérogels, produits super-isolants; elles exigent en général des températures d'application élevées et s'obtiennent à partir de solutions alcooliques.

KRISTOF STEVENS, CENTEXBEL

Les matières chimiques qui sont utilisées dans ces applications sont souvent des alkoxydes métalliques. Les principaux métaux sont le titane, le silicium et l'aluminium bien que d'autres possibilités existent pour des applications spécifiques. La production des enductions sol-gel peut être divisée en deux étapes: la production du sol et la production du gel. Un sol est une solution colloïdale d'oxydes métalliques et le gel est la phase produite après évaporation du solvant. Pour la production du sol, la première étape est l'hydrolyse des alkoxydes métalliques afin de produire des hydroxydes métalliques (Fi-

gure 1 A). Cette étape peut être catalysée par des protons (catalyse acide) ou des hydroxy-anions (catalyse alcaline). Après quatre hydrolyses par molécule, on obtient un tétrahydroxysilane.

Cette molécule forme par condensation des dimères et des polymères. Cette condensation est également catalysée et le type de catalyse déterminera la structure finale du polymère.

En ce qui concerne le textile

Depuis quelques années, plusieurs groupes de recherche ont travaillé sur l'implémentation de la technologie sol-gel dans l'industrie textile. Les

avantages pour le textile sont nombreux: ces enductions sont dures ce qui peut prolonger la vie des textiles, elles sont minces, ce qui permet de conserver le toucher du textile et il existe de nombreux composants sur le marché qui permettent de fonctionnaliser les matériaux.

En ce qui concerne le textile, on utilise le plus fréquemment les silanes car ils sont facilement disponibles, ils ne sont pas chers et ils ne modifient pas la couleur du textile. Les formulations pour textile sont en général composées d'au moins trois composants: un polymère de base, un composant qui améliore l'adhésion au substrat et un composant pour la fonctionnalisation.

L'usage d'un catalyseur afin d'accélérer la solidification des enductions permet d'appliquer des sols-gels à des températures à partir de 120 °C. En introduisant des silanes modifiés, les propriétés du textile, comme par exemple la flexibilité, peuvent être conservées. Ces modifications donnent aussi de nombreuses possibilités pour fonctionnaliser le textile dont les plus communes sont l'effet hydrofuge ou oléofuge, l'effet antimicrobien et la protection contre les UV.

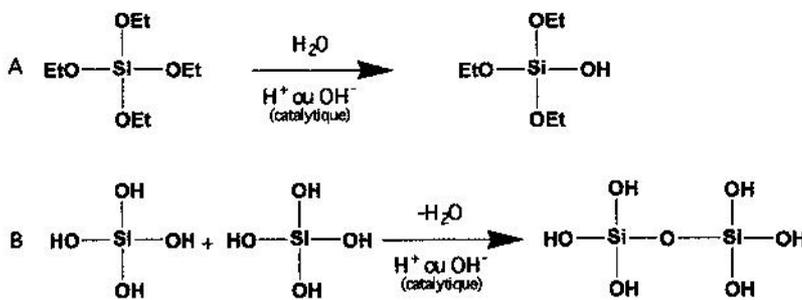


Figure 1: A. Hydrolyse du tétraéthoxysilane - B. condensation du tétraéthoxysilane produit de l'étape A.

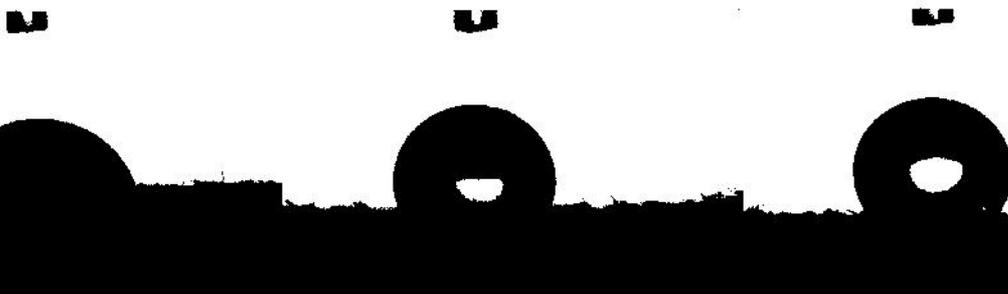


Figure 2: Angles de contact avec eau sur coton à gauche: sans sol-gel, au milieu: avec sol-gel, à droite: avec sol-gel fluoré.

L'application sur le textile est effectuée par foulardage ou spray car ce sont des solutions aqueuses à viscosité faible. On produit ainsi un film mince qui enrobe les fibres individuelles. En évaporant le solvant, on obtient tout d'abord un gel. Lorsque l'on poursuit l'évaporation, des pores se forment dans le gel ce qui produit une surface nanoporeuse comme celle trouvée sur les feuilles de lotus (lotus leaf effect).

► Propriétés

L'amélioration de la résistance à l'abrasion peut être facilement démontrée dans le cas du coton: un tissu de base qui résiste à 16000 tours sur le

Martindale sans sol-gel, peut atteindre 60000 tours avec sol-gel (selon l'ISO 12947 partie 2). Mais si le sol-gel n'est pas bien appliqué, la résistance à l'abrasion diminue car les particules de siloxane se détachent du tissu et ont dans ce cas un effet abrasif supplémentaire. Jusqu'à présent, on a obtenu des résultats similaires pour le polyester et le polypropylène. Le test d'abrasion est primordial afin de vérifier une bonne application et adhésion du sol-gel au textile. Une des autres propriétés bien étudiée est l'effet hydrofuge. Ceci est montré dans la Figure 2: à gauche, on voit l'angle de contact avec eau sur coton immédiatement après le dépôt de la

goutte sur le tissu. Si on applique un sol-gel sur le tissu, on observe déjà une amélioration de l'angle de contact grâce à la nanoporosité de la surface (Figure 2 au milieu). Si on ajoute un composant fluoré dans le sol-gel, l'angle de contact augmente encore jusqu'à obtenir un effet superhydrofuge. Le sol-gel influence aussi la pénétration des liquides dans le tissu: un sol-gel retarde la pénétration et un sol-gel fluoré évite la pénétration de la goutte d'eau, même après une exposition prolongée. Ce textile fluoré a aussi un important effet oléofuge: une valeur de 5 (sur 8, ISO 14419-1998) est facilement obtenue avec des sol-gels fluorés. ►

Conclusion. Les sol-gels sont des solutions colloïdales d'oxydes métalliques qui peuvent former des enductions minces et multifonctionnalisées sur le textile avec conservation des caractéristiques du textile. Les matériaux sur lesquels le sol-gel est appliqué avec de bons résultats sont le coton, le polyester, le polypropylène, le PVC et le polyamide. Comme les solutions utilisées sont aqueuses, certains substrats comme le PP et le PVC nécessitent un traitement corona avant l'application du sol-gel. En général les effets sur ces matériaux sont comparables aux résultats obtenus sur les autres substrats. Les applications principales sont l'amélioration de la résistance à l'abrasion et les effets hydrofuges et oléofuges.

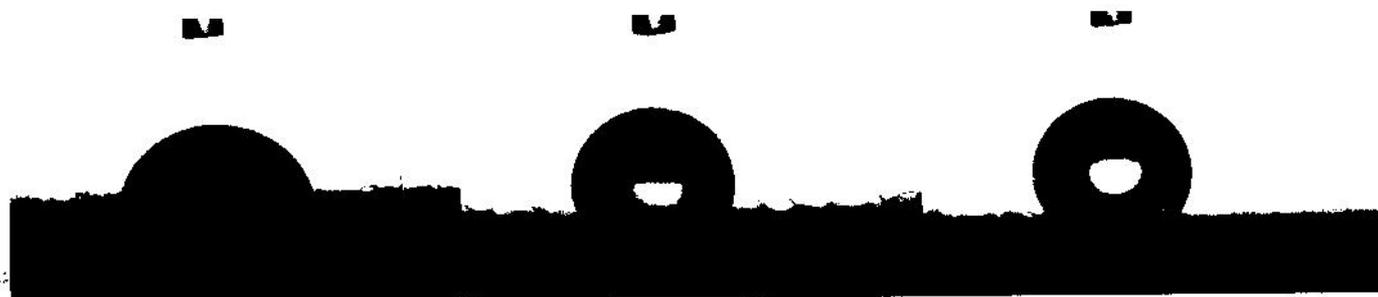


Figure 2: angles of contact with water on cotton, to the left: without sol-gel, in the middle: with sol-gel, to the right: with fluorinated sol-gel.

If a fluorinated component is added to the sol-gel, the contact angle further increases to obtain a super water-proofing effect. The sol-gel also influences the penetration of liquids in the fabric: sol-gel slows down the penetration and fluorinated sol-gel avoids the penetration of drops of water even after prolonged exposure. The fluorinated textile also has a significant oil-repellent effect: a rating of 5 (on 8, ISO 14419-1998) is easily obtained with fluorinated sol-gels. ►

Conclusion. Sol-gels are colloidal solutions using metal oxides which can form thin, multifunctional coatings on textiles while preserving their characteristics. The materials on which sol-gel is applied with conclusive results are cotton, polyester, polypropylene, PVC and polyamide. As the solutions used are aqueous, certain substrates such as PP and PVC require corona treatment prior to the application of sol-gel. In general, the effects on these materials are comparable to the results obtained on other substrates. The main applications are aimed at enhancing resistance to abrasion while improving the water-proofing and oil-repellent effects.