

Superhydrophobic and self-cleaning wood via wax within Epoxy/PDMS nano-composite coatings

Università del Salento

■ Wood is a three-dimensional bio-polymer and engineering material that is widely used for various applications, in constructions as well as for decoration purposes. The protection of wood surfaces, for instance, with the application of a hydrophobic coating, can help to limit the water ingress for indoor and especially outdoor applications, improving also the resistance against destructive biological attacks. Superhydrophobic (SH) treatments display extreme water repellency with a water contact angle $>150^\circ$ and a rolling-off angle of below 10° . Therefore, the application of SH layers on wood surfaces is a promising route to overcome the vulnerability of wood in wet environments. The stability of wood materials exposed to harsh environments requires the application of a permanent water-repellent coating. A innovative sustainable super-hydrophobic (SH) coating, suitable for interior and exterior applications of wood, was developed to this aim by reinforcing with bio based carnauba-wax two matrices, i.e. Epoxy resin or polydimethylsiloxane (PDMS). Fluorine-free dodecyl-terminated silica nanoparticles (DDT-SiO₂), prepared through a chemical procedure, have been used to increase the hydrophobicity of all coating formulations.



The results showed that long-term water repellency of the SH coatings can be enhanced by performing solvent/ultrasonic pretreatments, controlling the chemical and morphological characteristics of the wood substrate before coating. The formulation containing wax exhibited a contact angle of 172° and a sliding angle $<3^\circ$ when applied on a clean/micro-structured wood surface subjected to solvent pre-treatments. The PDMS-based coating displayed excellent durability to water impact test, 120 cycles outdoor weathering/aging and severe environments (i.e. chemicals, ultrasonic and sea-water) than epoxy one. While wax decreased the transparency of epoxy-based coatings, the synergistic effect on the durability of the coating was evident. The superior characteristics of non-wetting, mechanically durable and resistance to finger-touch test of wax-PDMS-DDT-SiO₂ coating were attributed to the hierarchical structure and self-assembly of carnauba-wax around SiO₂NPs-PDMS or SiO₂NPs-Epoxy. In fact, the wax helps keep the "PDMS-NPs" lotus-like structures tightly connected, producing a robust surface. The surface treatment obtained can be considered "eco-friendly" as it is composed of vegetable carnauba-wax containing nanoparticles modified with non-fluorinated compounds.

The research, involving the development and characterization of the superhydrophobic innovative coating, was carried out within the framework of an international collaboration between University of Salento (Lecce, Italy), University of Teheran (Teheran, Iran), Université Polytechnique Hauts-de-France (Valenciennes, France), Czech University of Life Sciences (Prague, Czech Republic) and it was recently published on the international journal "Progress in Organic Coatings".

Legno superidrofobico e autopulente tramite applicazione di rivestimenti nano-compositi a base di resina epossidica e PDMS con cera

Università del Salento

■ Il legno è un polimero naturale tridimensionale, un materiale tecnico ampiamente utilizzato per varie applicazioni, sia nelle costruzioni che per scopi decorativi. La protezione delle superfici in legno, ad esempio mediante applicazione di un rivestimento idrofobo, può aiutare a limitare l'ingresso di acqua su applicazioni per ambienti interni e soprattutto per esterni, migliorando anche la resistenza del legno dagli attacchi biologici. I trattamenti superidrofobici (SH) permettono di raggiungere una elevatissima idrorepellenza della superficie, con valori di angolo di contatto all'acqua superiori a 150° e di rolling-off inferiore a 10° .

Pertanto, con l'applicazione di trattamenti SH sulle superfici in legno è possibile se non evitare almeno mitigare la vulnerabilità del legno in ambienti umidi. La stabilità di componenti in legno esposti ad ambienti severi richiede l'applicazione di un rivestimento idrorepellente esso stesso stabile. Un nuovo rivestimento per legno, super-idrofobo, sostenibile ed adatto per applicazioni da interno ed esterno, è stato recentemente sviluppato. Si basa su due matrici, resina epossidica o polidimetilsilossano (PDMS), e contiene cera naturale carnauba. Per migliorare la idrofobicità dei rivestimenti, sono state aggiunte nano-particelle di silice con terminazione dodecile e prive di fluoro (DDT-SiO₂).

L'idrorepellenza a lungo termine dei rivestimenti SH può essere ulteriormente migliorata mediante pretrattamenti con solvente/ultrasuoni, che modificano le caratteristiche chimiche e morfologiche della superficie di legno prima della verniciatura. Con

i nuovi rivestimenti SH, applicati su superfici in legno pretrattate, si raggiungono angoli di contatto di 172° e di rolling-off inferiori a 3° . Il rivestimento a base di PDMS ha mostrato un'eccellente durabilità sia al test di impatto dell'acqua che dopo 120 cicli di esposizione all'esterno o in ambienti severi (con presenza di sostanze chimiche o acqua di mare) rispetto a quello a base di resine epossidiche. La cera ha contribuito alla resistenza agli agenti ambientali, benché abbia leggermente ridotto la trasparenza del rivestimento. Le ottime caratteristiche di idrorepellenza e durabilità del rivestimento a base di cera e PDMS, contenente nanofiller DDT-SiO₂, è stato attribuito alla struttura gerarchica e all'autoassemblaggio della cera carnauba all'interno del rivestimento. La cera, infatti, aiuta a mantenere le nanostrutture simili alla foglia di loto strettamente collegate, dando luogo ad una superficie resistente. Il nuovo trattamento superficiale può essere ritenuto anche "ecologico" in quanto composto da cera vegetale carnauba e contenente nanoparticelle modificate con composti non fluorurati. L'attività di ricerca, comprendente sviluppo e caratterizzazione del nuovo rivestimento super-idrofobo, è stata condotta nell'ambito di una collaborazione internazionale tra l'Università del Salento (Lecce, Italia), la University of Teheran (Teheran, Iran), l'Université Polytechnique Hauts de France (Valenciennes, Francia), la Czech University of Life Sciences (Prague, Repubblica Ceca). Il lavoro, con la descrizione delle attività di ricerca sul nuovo trattamento per legno, è stato recentemente pubblicato sulla rivista internazionale "Progress in Organic Coatings".