

Cationic UV-curing of isosorbide-based epoxy coating reinforced with macadamia nut-shell powder

Politecnico di Torino

■ The depletion of fossil resources and the climate change are main topics among the scientific community. Researchers are studying new routes to decrease the massive use of non-renewable materials and limit the pollution in order to operate the green transition toward a more sustainable world. One strategy is the use of renewable raw materials or the exploitation of agricultural side stream to produce chemicals and energy in the frame of a circular economy. However, not only the change of raw materials plays a crucial role, but also the development of new and more eco-friendly industrial processes and technologies play a key role in this transition. In this view, the conjugation between bio-based materials and UV-technology can be an interesting route to pursuit in order to develop new green and sustainable materials.

Forestry materials, food and industry side stream (e.g. black liquor from the pulp and paper industry) are widely used as bio-sources for several platform of different chemicals. Cellulose, hemicellulose, and lignin represent the key sources toward the development of sustainable monomers useful for polymer production. Lately the investigation concerning cellulose raised the possibility to develop several different platforms, such as terpenes, furans, isosorbide, carboxylic acids and bio-derived multifunctional alcohols.

The scientific community is deeply investigating bio-based derivatives to reduce the consumption of fossil-based material and lessen the environmental impact. The development of bio-based plastic is one of the main challenges that needs to be overcome to achieve the goal of sustainability and green economy. In this view, the research group lead by Prof. Marco Sangermano from the Politecnico di Turin, exploited the use of a bio-based monomer, isosorbide, for the production of bio-based resins which can be used in coating applications. The isosorbide was functionalized in a two-step reaction to introduce epoxy groups that subsequently were activated via UV radiation to trigger cross-linking to obtain dry films. The curing process was followed by means of real time analyses such as FT-IR, photo-DSC and photorheology. The bio-based resin showed the feasibility to be used in UV-cationic curing reaching conversion above 85%. Furthermore, a bio-based filler from macadamia nutshell was selected as an additive to the formulation with the aim of increasing the surface hardness of the final coating. A significant increase in hardness was observed for coatings containing 30 wt% of macadamia nut shell powder (MAC). In this case, the hardness reached 72 Shore D, whereas the pristine bio-based epoxy resin achieved only 19 Shore D. Thermo-mechanical analysis of the final properties was carried out by means of DMTA, DSC and tensile test. Interestingly, the addition of MAC resulted in a noticeable increase of the T_g , from 24 °C for the pristine resin to 39 °C for the coating with 20 wt% of filler. Lastly, a morphology assessment was performed to investigate the size and shape of the filler and the interaction between the polymer matrix and the filler.



Rivestimento epossidico cationico a reticolazione UV a base di isosorbide rinforzato con polvere di guscio di noce di macadamia

Politecnico di Torino

■ L'esaurimento delle risorse fossili e il cambiamento climatico sono temi centrali nella comunità scientifica. I ricercatori stanno studiando nuove strade per diminuire l'uso massiccio di materiali non rinnovabili e limitare l'inquinamento per poter operare la transizione "verde" verso un mondo più sostenibile. Una strategia è l'uso di materie prime rinnovabili o lo sfruttamento del flusso secondario agricolo per produrre prodotti chimici ed energia nel quadro di un'economia circolare.

Tuttavia, non solo il cambiamento delle materie prime gioca un ruolo cruciale, ma anche lo sviluppo di nuovi processi e tecnologie industriali più rispettosi dell'ambiente gioca un ruolo chiave in questa transizione. In quest'ottica, la coniugazione tra materiali a base bio e tecnologia UV può essere una strada interessante da perseguire per sviluppare nuovi materiali green e sostenibili. I materiali forestali, gli alimenti e i flussi secondari industriali (ad esempio il liquore nero dell'industria della polpa e della carta) sono ampiamente utilizzati come risorse bio per diverse piattaforme di diverse sostanze chimiche. Cellulosa, emicellulosa e lignina rappresentano le fonti chiave verso lo sviluppo di monomeri sostenibili utili per la produzione di polimeri.

Ultimamente lo studio sulla cellulosa ha sollevato la possibilità di sviluppare diverse piattaforme, come terpeni, furani, isosorbide, acidi carbossilici e alcoli multifunzionali bioderivati.

La comunità scientifica sta studiando approfonditamente i derivati bio per ridurre il consumo di materiali di origine fossile e diminuire l'impatto ambientale. Lo sviluppo della plastica a base bio è una delle principali sfide da superare per

raggiungere l'obiettivo della sostenibilità e della green economy. In quest'ottica, il gruppo di ricerca guidato dal Prof. Marco Sangermano del Politecnico di Torino, ha sfruttato l'uso di un monomero di origine bio, l'isosorbide, per la produzione di resine bio-based che possono essere utilizzate nei rivestimenti. L'isosorbide è stato funzionalizzato in una reazione in due fasi per introdurre gruppi epossidici che successivamente sono stati attivati tramite radiazione UV per innescare la reticolazione per ottenere film secchi. Il processo di polimerizzazione è stato seguito mediante analisi in tempo reale come FT-IR, foto-DSC e fotoreologia. La resina a base bio ha mostrato la propria fattibilità per essere utilizzata nella polimerizzazione cationica UV raggiungendo una conversione superiore all'85%. Inoltre, come additivo alla formulazione è stato selezionato un riempitivo a base bio ricavato dal guscio di noce di macadamia con l'obiettivo di aumentare la durezza superficiale del rivestimento finale. È stato osservato un aumento significativo della durezza per i rivestimenti contenenti il 30% in peso di polvere di gusci di noce di macadamia (MAC). In questo caso, la durezza ha raggiunto 72 Shore D, mentre la resina epossidica bio ha raggiunto solo 19 Shore D. L'analisi termo-meccanica delle proprietà finali è stata effettuata mediante DMTA, DSC e test di trazione. È interessante notare che l'aggiunta di MAC ha comportato un notevole aumento della T_g , da 24 °C per la resina pura a 39 °C per il rivestimento con il 20% in peso di riempitivo. Infine, è stata eseguita una valutazione morfologica per studiare la dimensione e la forma del riempitivo e l'interazione tra la matrice polimerica e il riempitivo.