

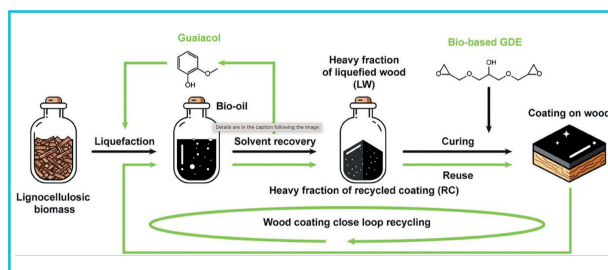
Fully bio-based epoxy resins from liquefied wood for wood coatings

Addressing the need for environmentally friendly wood coatings, a recyclable and bio-based epoxy resin has been derived from wood liquefaction and offering properties comparable to commercial coatings. Among various coatings, epoxy resin coatings are particularly valued for their outstanding durability, mechanical properties, chemical resistance, and strong adhesion. However, the majority of epoxy resins are manufactured from bisphenol A, a petroleum-based compound identified as an endocrine disruptor, raising significant environmental and health concerns. Additionally, commonly used hardeners or curing agents, which are able to harden epoxy resins by reacting with them to form a rigid crosslinked network, such as amines, anhydrides, and thiols, are also mostly derived from fossil sources. And the crosslinked nature of traditional epoxy resins further complicates recycling, as the rigid network structure makes it difficult to break down, and the coating itself is hard to detach from the substrate. These factors contribute to increased waste and sustainability challenges. Therefore, there is a need for the development of 2-component epoxy resin

systems that are bio-based, recyclable, and capable of being recycled along with the substrate in an easy and practical way, without the need to detach the coating from the matrix. Driven by the demand for sustainable materials, research has focused on the synthesis of both bio-based epoxy resins and corresponding hardeners. Among various bio-based resins, glycerol diglycidyl ether (GDE) stands out due to its ease of synthesis and cost-effectiveness. Equally important is the selection of suitable hardeners. While bio-based alternatives, including amines, acids, anhydrides, and polyphenols like lignin or tannic acid have been investigated, the heavy fraction of liquefied wood (LW) remains an unexplored option with

significant potential.

A study led by a group of researchers of the Twente University, explored a cradle-to-cradle approach for bio-based epoxy wood coatings using the heavy fraction of liquefied wood (LW) as a renewable curing agent. LW, a lignin-like compound rich in aromatic structures, acts as a hydroxyl donor and reacts with bio-based glycerol diglycidyl ether (GDE). The study presents the molecular characterization of LW by different techniques. It demonstrates that the resulting coating has a performance comparable to commercial bisphenol A epoxy-amine systems, and shows that the crosslinked product of LW and GDE can be depolymerized and recycled as aromatic polyol using the same liquefaction process. Importantly, this work highlights that the recycling process does not require removing the coating from the wood matrix. Instead, the coated wood, including both the wood and coating, can be recycled together through the same liquefaction process used to produce the LW.



Resine epossidiche bio da legno liquefatto per rivestimenti per legno

Rivolgendo l'attenzione all'esigenza di ottenere rivestimenti per legno ecocompatibili, dal legno liquefatto è stata estratta una resina epossidica bio che offre proprietà comparabili a quelle dei rivestimenti in commercio. Fra i vari rivestimenti, quelli a base di resine epossidiche sono particolarmente apprezzati per la loro durabilità, per le proprietà meccaniche, la resistenza chimica e per il forte potere adesivo. Tuttavia, la maggior parte delle resine epossidiche è realizzata con il bisfenolo A, un composto a base di petrolio, considerato un distruttore endocrino e per questo, che suscita una grande preoccupazione per la tutela dell'ambiente e della salute. Inoltre, gli indurenti comunemente usati o agenti reticolanti che possono indurre le resine epossidiche reagendo con loro formano un reticolo rigido, quali le ammine, le anidridi e i tioli che derivano prevalentemente da risorse fossili. La natura reticolata delle resine epossidiche tradizionali, complica ulteriormente le operazioni di riciclo in quanto la struttura reticolare rigida rende difficile separarle e di conseguenza

il rivestimento stesso si distacca con difficoltà dal substrato.

Questi fattori contribuiscono ad incrementare i prodotti di scarto lanciando nuove sfide alla sostenibilità. Di conseguenza è indispensabile sviluppare sistemi di resina epossidica bicomponente che siano bio, riciclabili e in grado di essere riciclati con il substrato in modo semplice e pratico, senza dover staccare il rivestimento dalla matrice.

Stimolate dalla richiesta di materiali sostenibili, le attività di ricerca si sono concentrate sulla sintesi di resine epossidiche bio e degli indurenti corrispondenti. Fra le varie resine bio, il glicerolo diglicidil etere (GDE) spicca per la facilità di sintesi e l'efficacia dei costi. Ugualmente importante è la selezione di indurenti idonei. Se è vero che le alternative bio, fra cui le ammine, gli acidi, le anidridi e i polifenoli come la lignina o l'acido tannico sono stati studiati, la frazione pesante del legno liquefatto (LW) rimane un'opzione inesplorata con potenzialità ancora da scoprire.

Uno studio compiuto da un gruppo di ricer-

catori dell'Università di Twente, ha esplorato un approccio "dall'inizio alla fine" per rivestimenti per legno epossidici di origine naturale utilizzando la frazione pesante del legno liquefatto (LW) come reticolante rinnovabile. LW, un composto simile alla lignina ricco di strutture aromatiche, agisce da donatore idrossile e reagisce con il glicerolo diglicidil etere (GDE) bio. Lo studio presenta la caratterizzazione molecolare di LW con tecniche differenti. Dimostra inoltre che il rivestimento risultante offre una prestazione comparabile a quella dei sistemi bisfenolo A ammina-epossidiche e dimostra che il prodotto reticolato di LW e GDE può essere depolimerizzato e riciclato come poliolo aromatico utilizzando lo stesso processo di liquefazione.

Ancora più importante, questo lavoro mette in luce che il processo di riciclo non richiede la rimozione del rivestimento dalla matrice del legno. Al contrario, il legno rivestito compreso sia il legno che il rivestimento possono essere riciclati insieme grazie allo stesso processo di liquefazione per produrre il LW.