

Riciclo dei rifiuti in vetroresina

La vetroresina, grazie ai vantaggi derivanti dalla sua leggerezza e dalle sue cospicue caratteristiche meccaniche (combinazioni di proprietà non raggiungibili contemporaneamente in materiali tradizionali come le leghe metalliche e i materiali ceramici) ha avuto un'enorme diffusione, sin dagli anni '50, in variegati settori: aerospaziale, automobilistico, navale, chimico, edilizio, agricolo, elettrico e persino applicazioni ed utilizzi legati allo sport ed al tempo libero. La vasta diffusione di questo speciale materiale ha generato negli anni un aumento consistente sia di scarti industriali, sia di prodotti arrivati ormai a fine vita, sul cui smaltimento e possibile riciclo ci si è interrogati sin da subito, visto il loro incremento esponenziale che non si prevede subirà significative diminuzioni.

IL PROBLEMA DEL RICICLO

Purtroppo, sono proprio le eccellenti proprietà chimico-fisiche della vetroresina a costituire l'ostacolo maggiore alla possibilità di riciclo. La vetroresina, invero, è un polimero termoindurente (la resina comunemente adoperata è una resina poliestere insatura di tipo ortoftalico, isoftalico o vinilestere) che una volta reticolato non può essere fuso e rimodellato come, invece, avviene per i termoplastici.

Il problema dello smaltimento è stato, ed è ancor più oggi, così sentito dal settore di riferimento, che diversi istituti di ricerca a livello internazionale sono stati impegnati a risolverlo in maniera efficiente. Tuttavia, i trattamenti di recupero esplorati negli ultimi dieci anni a livello internazionale hanno avuto risultati piuttosto limitati, a causa di vincoli tecnologici, economici ed ambientali.

Attualmente lo smaltimento in discarica, che dovrebbe rappresentare il sistema di

smaltimento residuale dei rifiuti, rappresenta il principale metodo di smaltimento di questo materiale, senza consentirne una re-immissione nelle filiere produttive. Si stima una produzione mondiale di rifiuti in vetroresina (scarti di produzione e prodotti a fine vita) di ca. 2,4 milioni di tonnellate/anno. Di queste, almeno 800 mila tonnellate sono prodotte in Europa. Di tali rifiuti, a causa della carenza di soluzioni efficienti di riciclo sostenibili, ca. il 90% viene conferito in discariche ed inceneritori, con ovvi impatti ambientali e costi di smaltimento in sensibile aumento (fino ad arrivare a 500 €/ton per l'invio ad incenerimento). Una delle sfide più importanti, dunque, che la vetroresina si trova ad affrontare riguarda proprio la possibilità di riciclo a fine vita.

L'assenza di una soluzione sostenibile al problema del riciclo della vetroresina può costituire, infatti, un elemento frenante sia per lo sviluppo delle industrie che utilizzano estensivamente questo materiale, sia per le nuove applicazioni.

La sostenibilità ambientale, insieme alla tecnologia ed alla funzionalità dei prodotti, rappresenta dunque un fattore di differenziazione in grado di costruire un nuovo vantaggio competitivo sui mercati internazionali dei prodotti in vetroresina.

LA SOLUZIONE

Korec risolve l'annoso problema introducendo sul mercato un'innovazione dirompente, grazie alla messa a punto di un particolare processo termochimico in grado di recuperare, oltre alla fibra di vetro, anche la parte organica contenuta nel rifiuto, con rese elevatissime, anche fino all'85% in peso, sotto forma di liquido che può essere nuovamente riciclato per la produzione di nuovi manufatti in vetroresina. Il processo consente di conse-

guire notevoli risultati, non solo in termini di resa, ma anche in termini di qualità del prodotto, poiché permette di ottenere un liquido caratterizzato da un elevato numero di iodio, ovvero un'alta concentrazione di legami insaturi, che possono essere coinvolti in nuove reazioni di polimerizzazione (cross-linking). Ciò rende il prodotto recuperato perfettamente riciclabile nei cicli produttivi della vetroresina, mediante aggiunta alle resine commerciali impiegate nella sua produzione.

RISULTATI

Korec ha già realizzato un impianto pilota sperimentale e, al fine di verificare la riproducibilità del comportamento della vetroresina, ha testato svariate tipologie derivanti da diversi settori produttivi (parti di camper, di veicoli commerciali/industriali, pale eoliche, componenti del settore ferroviario, del settore nautico, edile, etc), ciascuna composta da resine poliestere ortoftaliche, isoftaliche o vinilestere e ciascuna prodotta con tecniche di lavorazione diverse (laminazione manuale, infusione e stampaggio a compressione). Le verifiche sperimentali hanno dimostrato che il processo è in grado di recuperare i residui in vetroresina, sia separatamente, sia in miscela tra loro nella camera di reazione; il liquido ottenuto ha presentato, in tutti i casi testati, un grado di polimerizzazione analogo, indifferentemente dalle tipologie di resina presenti nel rifiuto originario.

La riciclabilità del liquido realizzato con il processo Korec è stata verificata sperimentalmente, mescolandolo con la resina vergine poliestere normalmente adoperata in commercio. Le analisi calorimetriche differenziali a scansione (DSC) hanno evidenziato un grado di polimerizzazione della miscela "riciclato Korec/resina

PRODOTTI IN USCITA DAL PROCESSO KOREC



Fig. 1: Liquido prodotto dal processo Korec riutilizzabile per la produzione di vetroresina Fig. 2: Fibra di vetro prodotta dal processo Korec

ESEMPI DI CAMPIONI IN VETRORESINA TESTATI CON IL PROCESSO KOREC



Fig. 3: Campioni di vetroresina del settore nautico



Fig. 4: Campioni di vetroresina del settore trasporti (spoiler veicoli commerciali)



Fig. 5: Campione di pala eolica in vetroresina

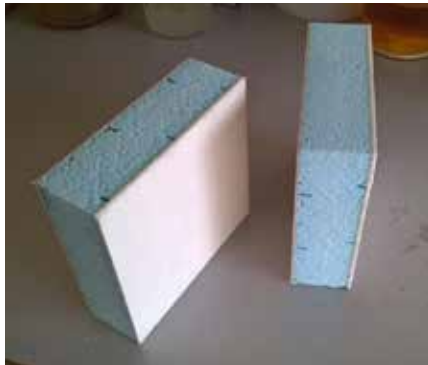


Fig. 6: Parte di camper in vetroresina con pannello estruso in polistirene

Riguardo la fibra di vetro, un trattamento opportuno di calcinazione dopo la prima fase di reazione, che produce il prodotto liquido, consente di eliminare i residui carboniosi depositati sulla superficie delle fibre, ottenendo fibre pulite ed integre, fino al 99% in resa. Tali fibre possono trovare diverse applicazioni. Tra di esse vi è l'utilizzo come fibre tagliate (chopped strands), o fibre macinate (milled fibres), per il rinforzo di pezzi ottenuti per colata; oppure come rinforzo nei mastici di assemblaggio; oppure, ancora, per la produzione (nel caso di fibre tagliate) di nuovi fogli di fibra di vetro (MAT), gli stessi utilizzati in commercio per la produzione degli oggetti in vetroresina.

SOSTENIBILITÀ ECONOMICA DEL PROCESSO

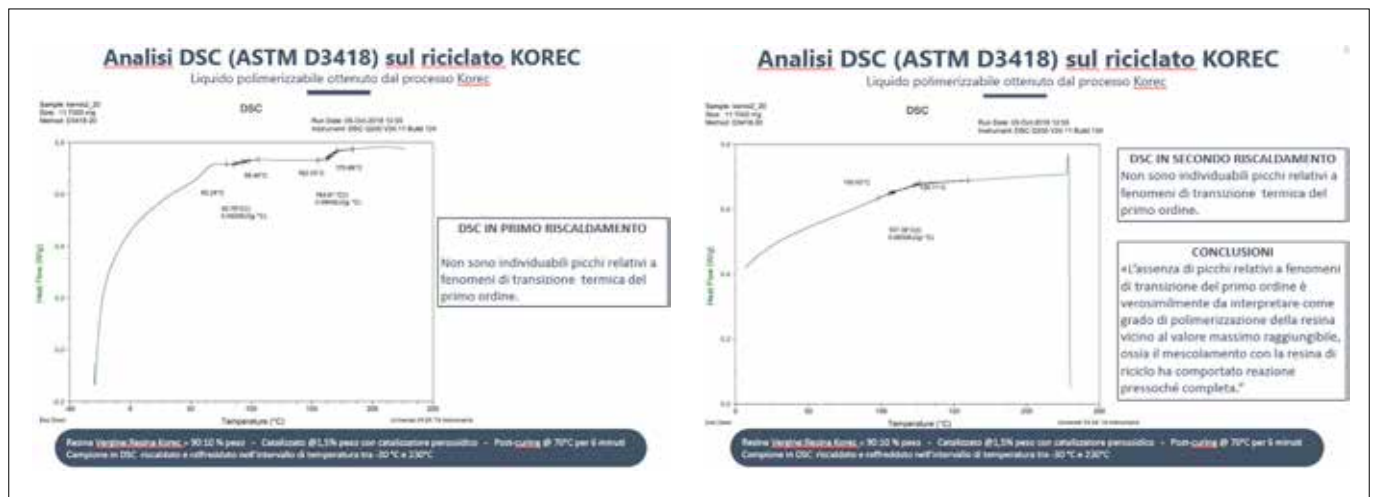
Tenendo conto dei prodotti ottenuti dal processo Korec, degli attuali costi di smaltimento del rifiuto e del valore di mercato delle resine poliesteri vergini (da 1.500 €/ton per le resine ortoftaliche fino a 6.000 €/ton per le vinilesteri), il processo si rivela altamente profittevole, raggiungendo risultati operativi e tassi di rendimento interno molto elevati.

PROSPETTIVE E OPPORTUNITÀ

Il processo, del tutto in linea con le Direttive Europee e la politica di Green Economy, è altamente strategico per la filiera produttiva della vetroresina, non solo perché consente di eliminare o comunque ridurre sensibilmente il volume dei rifiuti collocati in discarica e/o incenerimento, ma anche perché riduce il fabbisogno di materie prime derivanti dal petrolio e apre nuovi mercati / possibilità di campi di applicazione per il business, favorendo la crescita economica endogena e la creazione di posti di lavoro. La tecnologia è matura e Korec, pronta per il passaggio di scala, sta già progettando la realizzazione del primo impianto industriale, che sarà operativo a Bergamo nel 2020 presso la società Rivierasca Spa.

vergine" vicino al valore massimo raggiungibile, comprovando una reazione di indurimento completa della miscela. Sono stati, inoltre, prodotti diversi prototipi di laminati di vetroresina, adoperando miscele di resina vergine e liquido riciclato Korec (sia al 10% sia al 20%). Nella fase di produzione, eseguita da operatori esperti del settore vetroresina, non è stato riscontrato nessun problema nella lavorabilità e nessuna necessità di modifica dei processi di lavorazione. Inoltre, i test meccanici eseguiti sui prodotti in vetroresina riciclata non hanno mostrato decadimenti delle proprietà meccaniche rispetto ai prodotti vergini (in termini di durezza, resistenza a flessione, trazione e compressione). In diversi casi, le caratteristiche di resistenza si sono rivelate addirittura superiori nel manufatto riciclato. Questo risultato è di notevole im-

portanza considerando che una delle peculiarità distintive della vetroresina rispetto ai materiali tradizionali di ingegneria è quella di presentare elevate prestazioni meccaniche, il cui eventuale decadimento ad opera del riciclato avrebbe impedito il riutilizzo nella produzione di nuovi oggetti in vetroresina. Infatti, se è vero che la resistenza e la rigidità del materiale composito dipendono per gran parte dal materiale di rinforzo (fibra di vetro) ed in particolare dall'orientamento specifico delle fibre, è altrettanto vero che il comportamento meccanico è notevolmente influenzato anche dalla sinergia tra il rinforzo e la matrice, ovvero dall'adesione interfacciale tra matrice e fibre. I valori rilevati da Korec sulle proprietà meccaniche evidenziano come tale sinergia non risulti affatto compromessa dalla presenza nella matrice del prodotto riciclato.



Recycling of fiberglass waste

The advantages of fiberglass, stemming from its lightweight properties and remarkable mechanical features – a combination of properties out of reach when dealing with traditional materials such as metallic alloys and ceramic materials – have determined since the '50s the enormous success of this materials in a range of applications: aerospace, automotive, shipbuilding, chemical industry, building and construction, agriculture, electric energy up to applications in sports and leisure. The widespread use of this special material has generated a considerable increase over the years both in industrial waste and in products that have reached the end of their service life, whose disposal and recycling has posed serious questions since the very beginning, since their exponential suggests no expectation of an appreciable drop.

THE RECYCLING ISSUE

Unfortunately, the excellent chemical-physical properties of fiberglass actually represent the main obstacle to recycling. Fiberglass is indeed a thermoset polymer (typically the choice of the resin falls upon an orthophthalic or isophthalic polyester or a vinyl ester type of unsaturated resin) which cannot be melted and re-modelled after the cross-linking process, contrary to thermoplastic polymers.

The fiberglass industry has had a special attention towards the issue of waste disposal since the beginning and this is even more so today, to the point that many research institutes of international stature have been devoting their efforts to finding an efficient solution. Nevertheless, recycling processes investigated in the last ten years at the international scale have reached rather modest results due to technological, financial and environmental constraints. Currently, landfill disposal – a solution that should be applied as the last resort in the disposal of residual waste – represents the main method to dispose of this material, which hinders the possibility of a re-introduction in the production chain. Estimates suggest a worldwide production of fiberglass waste (production scraps and end-of-life products) of about 2.4 million tons/year. At least 800,000 tons out of this total are produced in Europe. Due to the lack of efficient solutions for sustainable recycling, about 90% of such waste is sent to landfills and incinerators, with an obvious environmental impact and disposal costs marking an appreciable growth (up to 500 €/ton in the case of incineration).

Therefore it is clear that one of the main challenges fiberglass faces today is the possibility of recycling at the end of the service life.

The absence of a sustainable solution to the fiberglass recycling issue can indeed have a restraining effect both on the development of the industries that make an extensive use of this material and on new applications.

Therefore environmental sustainability, together with technology and functionality of the products, represents a turning point in the ability to generate a new, competitive advantage on the international markets of fiberglass products.

THE SOLUTION

Korec has solved this long-standing problem introducing on the market a disruptive innovation, thanks to the accurate formulation and tuning of a special thermochemical process capable of recovering, in addition to the glass fiber, also the organic component of waste, with an extremely high efficiency – up to 85% by weight – obtaining a liquid that can be recycled to manufacture new fiberglass products. The process offers remarkable results not only in terms of yield but also in terms of quality of the product, since it results in the production of a liquid characterized by a high iodine number, i.e. with a high concentration of unsaturated bonds, which can hence take part in new polymerization (cross-linking) reactions. This makes the recovered product perfectly recyclable in the production cycles of fiberglass by adding commercially available resins used in the conventional production of fiberglass.

RESULTS

Korec has already set up an experimental pilot plant and tested several types of fiberglass in use in a variety of industries (parts from RV and commercial/heavy duty vehicles, wind turbine blades, railway/boating/building components, etc.), each of which is made out of orthophthalic/isophthalic polyester or vinyl ester resins and obtained by means of different manufacturing processes (manual lay-up, infusion and compression moulding). The aim was to test the reproducibility of fiberglass behaviour.

The experimental tests have demonstrated that the process is able to recover the fiberglass remains both separately and when mixed within the reaction volume; the liquid thus obtained showed a similar degree of polymerization in all test cases, regardless of the resin types contained in the original waste material. The recyclability of the liquid obtained

from the Korec process has been experimentally tested mixing it to a typical, commercially available virgin polyester resin. The differential scanning calorimetry (DSC) measurements have shown a polymerization degree in the 'Korec-recycled/virgin resin' mixture close to the maximum attainable value, thus demonstrating a complete hardening reaction of the mixture.

Furthermore, different fiberglass laminate prototypes were manufactured, using mixtures of virgin resin and a 10% or 20% fraction of Korec's recycled liquid. During the production stage, handled by experts of the fiberglass industry, no issue came to light concerning the workability of the material and no modification of the manufacturing processes was necessary. Again, mechanical tests performed on the recycled fiberglass products showed no degradation of mechanical properties with respect to virgin products (in terms of hardness as well as bending, tensile and compression resistance). In several cases the resistance values of the recycled product resulted even superior. This is a result of great importance, especially considering that one of the distinctive features of fiberglass with respect to traditional engineering materials is represented by its high mechanical performance, whose possible degradation during the recycling process would hinder its re-use in the production of new objects. Indeed, while it is true that resistance and stiffness of the composite material largely depend on the reinforcement material (fiberglass) and specifically on the orientation of fibers, it is also true that the mechanical behaviour is heavily influenced by the synergy between reinforcement and matrix, i.e. by the interface adhesion between matrix and fibers. The values of the mechanical properties obtained at Korec underline the fact that this synergy is not compromised by the presence of the recycled product in the matrix.

Concerning the glass fibers, a suitable calcination process after the first reaction stage, yielding the liquid product, allows the elimination of carbonaceous residues deposited below the fiber surface, thus obtaining clean and undamaged fibers in a yield up to 99%. These fibers can find applications such as chopped strands or milled fibers in the reinforcement of cast components; otherwise they can be used in assembling mastics, or again (in the case of chopped fibers) in the production of new fiberglass sheets (mats) identical to those commercially available for the production of fiberglass objects.

FINANCIAL SUSTAINABILITY OF THE PROCESS

Taking into account the products obtained from the Korec process, the present waste disposal costs and the market value of virgin polyester resins (starting from 1,500 €/ton for orthophthalic resins up to 6,000 €/ton for vinylester resins), the process comes off as highly profitable, reaching very high production results and internal revenue rates.

PROSPECTS AND OPPORTUNITIES

The process is fully compliant with European directives and Green Economy policies

and is highly strategic in the context of the fiberglass production chain, since it offers the chance to eliminate or at least reduce significantly the volume of waste disposal in landfills and/or incinerators, and furthermore since it reduces the demand of raw materials obtained from oil and opens new markets/opportunities of application fields for this business, fostering the endogenous economic growth and job creation. The technology is mature; Korec is ready to scale up the model and is currently designing the production of the first industrial prototype, which will be in function in Bergamo from 2020 at the Rivasca Spa company.

All the mentioned figures refer to the Italian version

PRODUCTS COMING OUT OF THE KOREC PROCESS

Fig. 1: Liquid produced by means of the Korec process, ready for re-use in the production of fiberglass

Fig. 2: Fiberglass produced by means of the Korec process

FIBERGLASS SAMPLES TESTED WITH THE KOREC PROCESS

Fig. 3: Fiberglass samples from the shipbuilding industry

Fig. 4: Fiberglass samples from the transportation sector (spoiler of commercial vehicle)

Fig. 5: Sample of a wind turbine fiberglass blade

Fig. 6: RV fiberglass component with extruded polystyrene panel

COVESTRO

Riprogettare gli interni auto con materiali innovativi

I veicoli autonomi, le auto elettriche e il car sharing ridefiniranno presto e completamente l'uso dei veicoli: l'auto diventerà uno spazio abitativo e di lavoro multifunzionale e mobile. Questo è il principio guida di un concetto di interni innovativo per la mobilità futura, che Covestro ha presentato alla recente fiera delle materie plastiche K 2019 a Düsseldorf. I punti chiave definiti dall'azienda sono funzionalità, comfort e design, ma anche efficienza e leggerezza. L'attenzione è posta su sistemi di infotainment multisensore, concetti di seduta innovativi, superfici intelligenti e illuminazione personalizzata. I materiali high-tech di Covestro aprono numerose possibilità per molti componenti diversi.

Nuovi concetti di seduta per la mobilità futura

Poiché la funzione classica del sedile di guida non è più necessaria, l'abitacolo dell'auto può avere un nuovo design. I sedili devono essere comodi e sufficientemente flessibili per ampliare lo spazio interno. Un sistema di illuminazione integrato e configurabile individualmente garantisce comfort e sicurezza e consente alle case automobilistiche di differenziare i pro-

pri marchi. I materiali Covestro sono all'avanguardia per le proprietà e i vantaggi menzionati, per esempio i compositi in polycarbonato del marchio Maezio™ che nelle sedute offrono un nuovo appeal estetico e una struttura robusta.

Costruzione flessibile del tavolo

Insieme ai partner, Covestro ha sviluppato un tavolo leggero che si adatta alle nuove abitudini di utilizzo dei veicoli autonomi e offre una grande flessibilità. Il prototipo presentato alla fiera K 2019 è realizzato in materiale composito Maezio™ e si caratterizza per la sua struttura a pareti sottili, l'estetica e la stabilità. Il tavolo può essere progettato per essere ripiegabile così da poterlo riporre tra i sedili posteriori e risparmiare spazio. La nuova cupola mobile Privacy Dome è stata progettata per proteggere la privacy degli utenti.

Una schiuma acustica fonoassorbente basata sul sistema poliuretano Baynat® garantisce a ogni persona a bordo la propria tranquillità, indipendentemente dagli altri passeggeri e dall'esterno. Inoltre, i passeggeri possono godere di suoni rilassanti come quello delle onde sulla spiaggia.

