



CORSO DI DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo 32°

Proposta di progetto di dottorato

Il sottoscritto Prof.

Francesco

Branda

Nome

Cognome

Professore IF x Professore IIF Ricercatore Ricercatore a tempo determinato

affidente al Dipartimento Ingegneria Chimica dei Materiali e della Produzione Industriale

chiede di essere inserito nell'elenco dei tutors per il 32° ciclo.

Tematica di ricerca proposta:

Modifiche superficiali di fibre di canapa e sintesi di particelle inorganiche per l'ingegnerizzazione dell'interfaccia ed il ritardo alla fiamma di compositi canapa/resina epossidica

Curriculum di riferimento:

x Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Ingegneria Chimica

Tecnologie e Sistemi di Produzione

N° di dottorandi con borse ministeriali dei quali il proponente è stato tutor nell'ultimo triennio

Nessuna

Curriculum del proponente (Max 500 parole. Indicazione di pubblicazioni, brevetti, responsabilità di o coinvolgimento in progetti di ricerca, esperienze scientifiche) con riferimento alla tematica proposta

Francesco Branda è Ordinario di Fondamenti Chimici delle Tecnologie dal 1/11/1994. Presta attualmente servizio presso il Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale (DICMaPI) dell'Università "Federico II" di Napoli.

Pubblicazioni scientifiche

L'attività di ricerca concretizzatasi in 134 pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali, che sono elencate a parte (all.A), (oltreché 70 comunicazioni a Convegni nazionali ed internazionali) ha riguardato i seguenti campi della Scienza dei Materiali:

- a) Sintesi e funzionalizzazione di nanoparticelle
- b) Sintesi e caratterizzazione di materiali ibridi e nano compositi
- c) Chimica Sol-Gel
- d) Scienza dei Materiali amorfi con particolare riferimento a: 1) transizioni di fase; 2) vetri bioattivi; 3) struttura e degrado di reperti archeologici

Coinvolgimento in progetti di ricerca

Il progetto di ricerca è proposto come sviluppo dell'attività svolta nell'ambito di un progetto PON ("IMM – Interiors with Multifunctional Materials" PON03PE_00138_1 (CUP B88F12000990005) in collaborazione con aziende aerospaziali del Distretto Aerospaziale Campano (DAC), dove sono state analizzate le potenzialità dell'applicazione della metodologia di sintesi Sol-Gel a compositi a base di tessuti di canapa e matrici epossidiche. I risultati hanno mostrato che effetti benefici sul comportamento alla fiamma possono essere ottenuti:

- 1) Trattando i tessuti di canapa con soluzioni opportunamente acidificate di silicati solubili (waterglass)
- 2) Applicando una procedura "in situ" che consente, con l'aggiunta dei precursori alcossidici alla resina in presenza di un agente di "coupling", di far generare particelle di silice, di dimensioni nano, direttamente nella resina

Attività in consessi internazionali

E' stato Delegato Nazionale per l'Azione "COST MP0701 – "Composites With Novel Functional And Structural Properties By Nanoscale Materials (Nano Composite Materials-Ncm)". Nell'ambito di tale Azione:

- a) Ha ricoperto il ruolo di coordinatore della Commissione per le "Short Term Scientific Missions"
- b) Ha organizzato presso la facoltà di Ingegneria dell'Università "Federico II" di Napoli una "Training School" dal 28/2/2011 al 2/3/2011 sull tema "Synthesis of Hybrid Organic-Inorganic Nanoparticles for Innovative Nanostructured Composites"

E' stato Delegato Nazionale per l'Azione COST MP1105 – Sustainable Flame Retardancy for Textiles and related Materials based on Nanoparticles substituting conventional Chemicals". Nell'ambito di tale azione:

- a) Ha presieduto, insieme al prof. Giulio Malucelli, il gruppo di lavoro WG1 – Novel Flame Retardants
- b) Ha organizzato, presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università "Federico II" di Napoli in data 17/9/2013 un workshop sul tema "Multifunctional textiles based on hybrid coatings and nanoparticles"

Attività didattica inerente al tema del progetto

Oltre ai corsi di Chimica di I anno e di laurea magistrale per allievi Ingegneri dell'Università "Federico II" di Napoli tiene (dall'anno accademico 2010-2011) il corso di

"Sintesi di materiali ibridi e nanocompositi: la via Sol-Gel"

per allievi dei corsi di Dottorato di Ricerca dell'Università "Federico II" di Napoli

E' anche autore di una pubblicazione didattica riguardante il tema proposto:

"The Sol-Gel Route to Nanocomposites" (<http://www.intechopen.com/books/advances-in-nanocomposites-synthesis-characterization-and-industrial-applications/the-sol-gel-route-to-nanocomposites>), cap. 14 di "Advances in Nanocomposites - Synthesis, Characterization and Industrial Applications", book edited by Boreddy Reddy, ISBN 978-953-307-165-7, Published:

April 19, 2011, utilizzato nel corso che tiene per il Dottorato di Ricerca

Svolge attività di "referee" per riviste scientifiche internazionali quali: American Ceramic Society, Materials Science and Engineering, Archeometry.....

Parla il Francese e l'Inglese

Sintesi del Progetto di Ricerca (Max 500 parole. Stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

MODIFICHE SUPERFICIALI DI FIBRE DI CANAPA E SINTESI DI PARTICELLE INORGANICHE PER L'INGEGNERIZZAZIONE DELL'INTERFACCIA ED IL RITARDO ALLA FIAMMA DI COMPOSITI CANAPA/RESINA EPOSSIDICA

Nelle ultime due decadi si è preso coscienza delle problematiche ambientali connesse con l'uso dei compositi polimerici tradizionali. Le difficoltà di riuso o riciclo determinano il loro destino di smaltimento in discarica o inceneritore. Ciò si realizza con costi, difficoltà tecniche ed impatto ambientale elevati ed ha fatto nascere un crescente interesse nei riguardi di "eco compositi" o compositi "green", soprattutto quando non sono richieste elevate proprietà meccaniche, per esempio in applicazioni quali pannelli, imballaggio, contenitori....

I primi esempi sono stati i compositi costituiti da un polimero termoplastico riciclabile, generalmente di tipo poliolefinico, rinforzato con fibre o particelle organiche di origine naturale. Molto popolari sono le fibre e la farina di legno. Una notevole attenzione è attualmente rivolta ad altre fibre naturali, quali cotone, lino, canapa, juta, kenaf, sisal.... Tra le fibre naturali è opportuno ricordare che la canapa ha ottime proprietà meccaniche: essa, fino alla metà del secolo scorso, era largamente utilizzata per la realizzazione di corde, funi, sacchi. Successivamente ha subito la concorrenza delle nuove fibre sintetiche (nylon in particolare). Fino ad allora la Campania vantava una tradizione notevole nella produzione di canapa di riconosciuta alta qualità.

Di recente l'attenzione è stata parzialmente spostata dalle matrici termoplastiche a quelle termoindurenti, capaci di assicurare superiori proprietà meccaniche, di resistenza chimica, di stabilità termica e di complessiva durabilità. Le matrici termoindurenti assicurano inoltre una maggiore flessibilità nella progettazione della configurazione strutturale delle fibre e, contrariamente alle termoplastiche, possono essere prodotte a temperature basse, compatibili con quelle di sicurezza per le fibre naturali. Tra le termoindurenti le resine epossidiche sono certamente quelle di maggior interesse.

Valutazioni del ciclo di vita (LCA=Life Cycle Assessment) hanno mostrato i vantaggi, sotto l'aspetto dell'impatto ambientale, della sostituzione delle fibre naturali a quelle inorganiche:

- a) La produzione comporta minor consumo d'energia (si usa energia solare invece che calore prodotto da combustibili fossili);
- b) Per ottenere prestazioni meccaniche confrontabili è necessario modificare il rapporto ponderale fibre/polimero, riducendo la percentuale complessiva della matrice polimerica che in generale è meno "ecologica";
- c) La densità è minore e ciò, soprattutto nel caso di impiego nel campo dei trasporti, consente di ridurre i consumi di carburante e quindi sia dell'energia consumata, sia delle emissioni connesse con i processi di combustione;
- d) l' incenerimento produce energia utilizzabile e restituisce all'ambiente l'anidride carbonica sequestrata dalle piante durante la loro vita per i processi di fotosintesi; pertanto, teoricamente, non c'è contributo all'effetto serra.

Sviluppi recenti di ricerca sono rivolti alla produzione di compositi "ecosostenibili" al 100% attraverso l'uso di matrici polimeriche biodegradabili o, anch'esse, di origine naturale.

L'uso di fibre naturali pone due problemi:

- a) Ingegnerizzazione dell'interfaccia al fine di assicurare le proprietà meccaniche d'interesse
- b) Attenzione al comportamento all'ignizione ed al fuoco che peggiora a causa dell'uso di fibre di origine vegetale per loro natura infiammabili

Esistono diverse soluzioni. In particolare, come è noto, la chimica sol-gel offre possibili soluzioni ad entrambe le problematiche

ATTIVITA' PROPOSTA

Il progetto di ricerca ha come obiettivo la progettazione e fabbricazione di compositi innovativi a base di canapa e resina epossidica aventi buone proprietà meccaniche e resistenza alla fiamma. A tal scopo saranno studiati trattamenti superficiali dei tessuti di canapa e saranno prodotte particelle inorganiche da aggiungere alla resina al fine di ottimizzare le proprietà meccaniche ed il comportamento al fuoco. Il progetto di ricerca è proposto come sviluppo di un'attività svolta nell'ambito di un progetto PON in collaborazione con aziende aerospaziali del Distretto Aerospaziale Campano (DAC), dove sono state analizzate le potenzialità dell'applicazione della metodologia di sintesi Sol-Gel a compositi a base di tessuti di canapa e matrici epossidiche. I risultati, che vanno considerati come preliminari, hanno mostrato che effetti benefici sul comportamento alla fiamma possono essere ottenuti:

- 1) Trattando i tessuti di canapa con soluzioni opportunamente acidificate di silicati solubili (waterglass)
- 2) Applicando una procedura "in situ" che consente, con l'aggiunta dei precursori alcossidici in presenza di un agente di "coupling", di far generare particelle di silice, di dimensioni nano, direttamente nella resina

Le metodologie presentano ampi margini di miglioramento per quanto riguarda l'effetto sia sulle proprietà meccaniche, sia di resistenza al fuoco. La metodologia "in situ" consente, infatti, normalmente, di migliorare le proprietà meccaniche della resina. E' noto altresì che altre particelle inorganiche ($Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$ "core-shell" $SiO_2/Mg(OH)_2$...) sono state proposte per migliorare il comportamento al fuoco. Scopo della ricerca proposta sarà quello di sintetizzarle, confrontarne l'efficacia e studiare eventuali sinergie anche con materiali più tradizionali quali, ad esempio, quelli, intumescenti, a base di fosforo.

L'attività prevederà:

- 1) Trattamenti superficiali di tessuti di canapa mediante la metodologia Sol-Gel
- 2) Sintesi di particelle ritardanti di fiamma con la metodologia Sol-Gel
- 3) Studio dell'effetto della presenza dei ritardanti di fiamma sulle proprietà meccaniche ed al fuoco di resina epossidica
- 4) Realizzazione di compositi a base di tessuti di canapa e di resina epossidica con il metodo "hand lay up"
- 5) Realizzazione di compositi a matrice epossidica rinforzata con fibre o particelle di cellulosa
- 6) Realizzazione di compositi impiegando sistemi epossidici di origine naturale
- 7) Studio dell'influenza dei trattamenti superficiali e della presenza delle particelle ritardanti di fiamma sulle proprietà meccaniche e sul comportamento alla fiamma dei compositi

OBIETTIVI

Il progetto di ricerca ha come obiettivo la progettazione e fabbricazione di compositi innovativi a base di canapa e resina epossidica aventi buone proprietà meccaniche e resistenza alla fiamma.

Informazioni sintetiche relative a: attrezzature/software disponibili, disponibilità finanziaria, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani e ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti con riferimento specifico alla tematica proposta.

Il Dipartimento dispone delle attrezzature per la realizzazione dei rivestimenti, delle particelle e dei compositi nonché della strumentazione per la caratterizzazione chimico-fisica e meccanica necessaria dei materiali che verranno prodotti.

La caratterizzazione al cono calorimetrico verrà effettuata presso il Politecnico di Torino nell'ambito di collaborazione scientifica (all. B). Prove al fuoco potranno essere effettuate anche presso Geven s.p.a. (all.C) o presso il gruppo Fire Materials dell'Università di Bolton (UK) (all. D) Hanno manifestato interesse alla collaborazione:

Aziende:

- 1) Geven s.p.a. azienda leader nel campo degli interiors di aeromobili (all.C)

Istituzioni Universitarie

- a) Politecnico di Torino dove è attivo un gruppo di ricerca leader a livello internazionale nel campo del flame retardancy (All.B)
- b) Università di Bolton (UK) dove è attivo il gruppo "Fire Materials" leader a livello internazionale nel campo del Flame Retardancy (All.D)
- c) Il laboratorio Grenoble INP-LGP2 Lab dell'Università di Grenoble Alpes dove opera il gruppo del professor Alain Dufresne leader a livello internazionale nel campo dei compositi costituiti di materiali di origine vegetale (All.E)

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

- 1) Stage presso il gruppo Fire Materials dell'Università di Bolton (UK), leader a livello internazionale nel campo degli studi sull'inflammabilità ed il ritardo alla fiamma
- 2) Stage presso il laboratorio Grenoble INP-LGP2 Lab dell'Università di Grenoble Alpes dove opera il gruppo del professor Alain Dufresne leader a livello internazionale nel campo dei compositi costituiti di materiali di origine vegetale

Si allegano le manifestazioni d'interesse a firma della prof.ssa Baljinder Kandola dell'Università di Bolton (All.D) e del prof. Alain Dufresne dell'Università di Grenoble (All.E)

I periodi di soggiorno all'estero saranno stabiliti sulla base del progetto che verrà definito insieme al dottorando.

Il sottoscritto garantisce, sotto la propria responsabilità, di poter accedere a risorse tecniche e finanziarie adeguate a supportare le attività necessarie al corretto sviluppo del progetto di ricerca proposto.

Napoli, 18/7/16

Firma del richiedente: 