

# Curriculum Vitae

## INFORMAZIONI PERSONALI

**Nome** SABINA  
**Cognome** ALESSI  
**Recapiti** Dipartimento di Ingegneria Chimica, Gestionale, Informatica, Meccanica (DICGIM) \_Edificio n°6  
**Telefono** 091-23863711  
**Fax** 091-23860841  
**E-mail** sabina.alessi@unipa.it

## FORMAZIONE TITOLI

Laurea in Ingegneria Chimica, conseguita presso l'Università degli Studi di Palermo nel 1991 (110/110 e lode);

Abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere, conseguita a Palermo (1992);

Borsa di studio Himont Italia per lo svolgimento di attività di ricerca presso il Dipartimento di Ingegneria Chimica (1992);

Assunzione presso la Società Agip Petroli nell'unità Ricerca e Sviluppo carburanti, sede di Roma (1992);

Dottorato di ricerca in "Tecnologie chimiche e dei nuovi materiali", conseguito presso l'Università degli Studi di Palermo nel 2007. La relativa borsa di studio è stata finanziata da Cytec Engineered Materials ed è stata svolta in collaborazione anche con "Imperial College" di Londra e con "Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività (ISOF)" del CNR di Bologna.

Titolo della tesi di dottorato: "Development of epoxy resins systems curable by high-energy radiation for use as either composite matrices or high-performance adhesives".

2006-2007: titolare di un "Contratto di collaborazione coordinata e continuativa a progetto" stipulato con il Consorzio COMETA (COnsorzi Multi Ente per la promozione e l'adozione di Tecnologia di calcolo Avanzato), per lo svolgimento di attività di ricerca fondamentale e di applicazioni tecnologiche presso il Dipartimento di Ingegneria Chimica dell'Università di Palermo.

Corso di Fluidodinamica computazionale- Palermo (2004);

Corso di perfezionamento in Termodinamica Applicata- Abano Terme (2004);

3<sup>a</sup> Scuola GIMAMP- Gruppo Italiano "Microonde Applicate ai materiali ed ai processi" Palermo (2006);

2007-2008: assegno di ricerca per lo svolgimento di attività di ricerca presso il Dipartimento di Ingegneria Chimica dell'Università di Palermo;

dal 01/11/2008 ricercatore universitario nel SSD CHIM/07 presso l'Università degli Studi di Palermo.

dal 30/12/2020 professore associato nel SSD CHIM/07 presso l'Università degli Studi di Palermo.

## ATTIVITA' DIDATTICA

**A.A 2008/2009.** Compito didattico: attività di tutorato per il corso di Chimica (titolare del corso: Prof. Palmisano) per la durata complessiva di 52 ore, comprese le sessioni di esami di profitto e di laurea, assegnate dal Consiglio di Corso di Studi di

Ingegneria Elettrica R.G.S.A.-polo di Caltanissetta, dell'Università di Palermo.

Esercitazioni e lezioni di Chimica per i corsi di laurea in Ingegneria Chimica e in Ingegneria Civile-Ingegneria Edile dell'Università di Palermo (titolare dei corsi: Prof. Spadaro) dell'Università di Palermo.

**A.A. 2009/2010.** Compito didattico: corso di Chimica (9cfu) per il corso di laurea in Ingegneria Elettrica-polo di Caltanissetta, dell'Università di Palermo. Ha fatto parte della commissione di alcune delle relative sessioni di laurea.

Supplenza per il corso di Chimica (9cfu) assegnato dal Corso di Studi di Ingegneria dell'Energia dell'Università di Palermo.

**A.A. 2010/2011.** Compito didattico: corso di Chimica (9cfu) per il corso di laurea in Ingegneria Elettrica-polo di Caltanissetta, dell'Università di Palermo.

Supplenza per il corso di Chimica (9cfu) assegnato dal Corso di Studi di Ingegneria Gestionale dell'Università di Palermo.

**A.A. 2011/2012.** Compito didattico: corso di Chimica (9cfu) assegnato dal Corso di Studi di Ingegneria Elettrica-polo di Caltanissetta dell'Università di Palermo.

Assegnazione della supplenza per il corso di Chimica (9cfu) da parte del Corso di Studi di Ingegneria Gestionale dell'Università di Palermo.

**A.A. 2012/2013.** Compito didattico: corso di Chimica (9cfu) assegnato dal Corso di Studi di Ingegneria Elettrica-polo di Caltanissetta dell'Università di Palermo.

Assegnazione della supplenza per il corso di Chimica (9cfu) da parte del Corso di Studi di Ingegneria Gestionale dell'Università di Palermo.

**A.A. 2013/2014.** assegnazione compito didattico: corso di Chimica (9cfu) assegnato dal Corso di Studi di Ingegneria Elettrica-polo di Caltanissetta dell'Università di Palermo.

Assegnazione della supplenza per il corso di Chimica (9cfu) da parte del Corso di Studi di Ingegneria Gestionale dell'Università di Palermo.

**A.A. 2014/2015.** Compito didattico: corso di Chimica (9cfu) per il Corso di Studi di Ing. Elettrica (CI). Supplenza per il corso di Chimica(9cfu) per il Corso di Studi in Ing. gestionale.

**A.A. 2015/2016.** Compito didattico: corso di Chimica (9cfu) per il Corso di Studi di Ing.Elettrica (CI). Supplenza per il corso di Chimica (9cfu) per il Corso di Studi in Ing. Gestionale.

**A.A. 2016/2017.** Compito didattico: corso di Chimica (9cfu) per il Corso di Studi in Ing. Elettrica. Supplenza per il corso di Chimica (9cfu) per il Corso di Studi in Ing. Gestionale.

**A.A. 2017/2018.** Compito didattico: corso di Chimica (9cfu) per il Corso di Studi in Ing. Elettrica (CI). Supplenza per il corso di Chimica (9cfu) per il Corso di Studi in Ing. Gestionale.

**A.A. 2018/2019.** Compito didattico: corso di Chimica (9cfu) per il Corso di Studi in Ing. Gestionale.

**A.A. 2019/2020.** Compito didattico: corso di Chimica (9cfu) per il Corso di Studi in Ing. Gestionale. Supplenza per il corso di Chimica (9cfu) per il Corso di Studi in Ing. Meccanica.

#### 2008-2019:

- Presidente di commissioni di esami di profitto per il corso di Chimica per i Corsi di Studio di Ing. Elettrica (CI) e di Ing. Gestionale.
- Partecipazione a commissione di esami di profitto per il corso di Chimica per i Corsi di Studi in Ingegneria Chimica e Ingegneria Meccanica.
- Relatore di 20 tesi di laurea e di due di dottorato di ricerca per il Corso di laurea in Ingegneria Chimica, di 20 tesi di laurea in Ingegneria Gestionale .
- Partecipazione a commissioni di laurea per i Corsi di Studi in Ingegneria Chimica e di Ing. Gestionale dell'Università di Palermo.

#### 2014-2020:

Partecipazione al Progetto Mentore per il miglioramento della qualità della didattica.

### **INCARICHI / CONSULENZE**

Attività di orientamento negli Istituti scolastici di Palermo e di Caltanissetta.

Membro della commissione didattica per il triennio 2008-2011 per il Corso di Studi in Ingegneria Elettrica-polo di Caltanissetta.

Membro della Commissione di monitoraggio, autovalutazione ed orientamento dal 2008 per il Corso di Studi in Ingegneria Elettrica-polo di Caltanissetta.

Delegato del Direttore del Dipartimento di Ingegneria IRIS archivio per la gestione integrata delle informazioni sulle attività di ricerca dell'Ateneo, del medesimo Dipartimento dal 2011.

### **PUBBLICAZIONE**

#### **Articoli su riviste internazionali**

1. S.Alessi, S.Piccarolo, V.Brucato, G.Titomanlio – Crystallization behavior at high cooling rates of two polypropylenes –M. Dosière, Crystallization of Polymers, 475-480, Kluwer Academic Publishers (1993);
2. S. Alessi, A. Parlato, C. Dispenza, G. Spadaro, "Radiation curing of an epoxy resin based system under controlled temperature conditions" Chemical Engineering Transactions, Vol.6 (1) pag. 503-508, AIDIC (2005);
3. S. Alessi, E. Calderaro, A. Parlato, P. Fuochi, M. Lavalle, U. Corda, C. Dispenza, G. Spadaro "Ionizing radiation induced curing of epoxy resins for advanced composite materials" Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 236, 55-60 (2005);
4. G. Spadaro, C. Dispenza, P.G. Fuochi, U. Corda, M. Lavalle, A. Parlato, S. Alessi "Epoxy based matrices for structural composites prepared by ionizing radiation. Morphological and thermal behaviour" Proceedings of the IAEA Consultants Meeting on "Radiation curing of composites" San Paolo (Brasile) 8-11 Agosto 2005;
5. G. Spadaro, C. Dispenza, S. Alessi, P.G. Fuochi, M. Lavalle "Processi di cura di resine epossidiche mediante radiazioni ionizzanti per la realizzazione di materiali compositi per il settore aerospaziale. Influenza delle condizioni operative sulle proprietà finali" Rivista italiana di Compositi e Nanotecnologie" 1, 15-19 (2005);
6. G. Spadaro, C. Dispenza, S. Alessi, G. Tartaglione, G. Camino "Radiation curing of dyacrylate glycerolate of bisphenol-A in the presence of an organically modified montmorillonite for the production of flame resistant polymer-clay composites" Advances in Polymer Technology 25,109-120 (2006);
7. S.Alessi, C. Dispenza, G. Spadaro "Thermal properties of e-beam cured epoxy/thermoplastic matrices for advanced composite materials" Macromolecular Symposia 247 (2007) 238-243;
8. S. Emmi, U. Corda, P.G. Fuochi, M. Lavalle, S. Alessi, G. Spadaro "Pulse Radiolysis and theoretical investigation on the initial mechanism of e-beam polymerization of epoxy resins. The results obtained on (phenoxymethyl)oxirane" Radiat. Phys. and Chem. vol. 76, pp. 1251-1256 , (2007);

9. S. Alessi, A. Parlato, C. Dispenza, M. De Maria, G. Spadaro "The influence of the processing temperature on gamma curing of epoxy resins for the production of advanced composites" *Radiat. Phys. and Chem.* vol. 76, pp. 1347-1350 (2007);
10. S. Alessi, C. Dispenza, P.G. Fuochi, U. Corda, M. Lavallo, G. Spadaro "E-beam curing of epoxy based blends in order to produce high performance composites" *Radiat. Phys. and Chem.* vol. 76, pp. 1308-1311, (2007).
11. C. Dispenza, Alessi S., G. Spadaro "Carbon fiber Composites cured by  $\gamma$ -radiation induced polymerization of an epoxy resin matrix" *Advances in Polymer Technology*, Vol.27, No.3,163-171 (2008)
12. S. Alessi, D. Conduruta, G. Pitarresi, C. Dispenza, G. Spadaro "Hydrothermal ageing of radiation cured epoxy resin-polyether sulfone blends as matrices for structural composites" *Polymer Degradation and Stability*, 95, 677-683 (2010).
13. S. Alessi, D. Conduruta, G. Pitarresi, C. Dispenza, G. Spadaro "Accelerated Ageing Due To Moisture Absorption Of Thermally Cured Epoxy Resin/Polyethersulphone Blends. Thermal, Mechanical And Morphological Behaviour", *Polymer Degradation and Stability*, 96, 642-648 (2011).
14. S. Alessi, C. Dispenza, G. Pitarresi, G. Spadaro "Radiation Curing of Thermoset-Thermoplastic Blends as Matrices for Structural Carbon Fibre Composites" in "Advances in Composite Materials-Ecodesign and Analysis" cap 6, 125-140- InTech, Riejka (2011).
15. Dintcheva, N.T., Alessi, S., Arrigo, R., Przybytniak, G., & Spadaro, G. (2011). Influence of the e-beam irradiation and photo-oxidation aging on the structure and properties of LDPE-OMMT nanocomposite films. *Radiation Physics and Chemistry*, 81, 432-436. 10.1016/j.radphyschem.2011.12.018
16. S. Alessi, G. Pitarresi, G. Spadaro, D. Tumino. Mode I fracture toughness behavior of hydro-thermally aged carbon fibre reinforced DGEBA-HHPA-PES systems. *AIP Conf. Proc.* 1459, pp. 117-119; doi:<http://dx.doi.org/10.1063/1.4738416>. 6th International Conference on Times of Polymers (TOP) And Composites.10–14 June 2012 . Ischia, Italy
17. Alessi, S., Spinella, A., Caponetti, E., Dispenza, C., & Spadaro, G. (2012). Structural investigation of e-beam cured epoxy resins through solid state NMR. *Radiation physics and Chemistry*, 81(9), 1328-1331. DOI: 10.1016/j.radphyschem.2011.12.004.
18. Dispenza, C.; Grimaldi, N.; Sabatino, M.-A.; Todaro, S.; Bulone, D.; Giacomazza, D.; Przybytniak, G.; Alessi, S.; Spadaro, G. (2012). Studies of network organization and dynamics of e-beam crosslinked PVPs: From macro to nano. *radiation physics and chemistry*, 81(9), 1349-1353. 10.1016/j.radphyschem.2011.11.057
19. N. Grimaldi, M.A. Sabatino, G. Przybytniak, I.Kaluska, M.L. Bondi, D. Bulone, S. Alessi, G. Spadaro, C. Dispenza (2013). High-energy radiation processing, a smart approach to obtain PVP-graft-AA nanogels . *Radiation Physics and Chemistry*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.radphyschem.2013.04.012>
20. Spadaro, G., Alessi, S., Dispenza, C., Sabatino M.A., Pitarresi, G., Tumino, D., Przybytniak, G. Radiation Curing of Carbon Fibre Composites. *Radiat.Phys.Chem.*(2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.radphyschem.2013.05.052>
- 21.

#### Articoli su libro

1. S. Alessi, C. Dispenza, G. Pitarresi, G. Spadaro "Radiation Curing of Thermosetting-Thermoplastic Blends as Matrices for Structural Carbon Fibre Composites" in "Advances in Composite Materials-Ecodesign and Analysis" cap 6, 125-140- InTech, Riejka (2011).

#### Memorie presentate a congressi internazionali

1. S. Alessi, D. Conduruta, G. Pitarresi, M. Lavallo, P.G. Fuochi, U. Corda, C. Dispenza, G. Spadaro. "Properties of Epoxy-PES systems as polymer matrices for carbon fibre composites produced by e-beam curing". *Recent Developments and Applications of Nuclear Technologies*. Bia owie a (Poland). September 15-17, 2008; pp. 160.
2. S. Alessi, D. Conduruta, G. Pitarresi, C. Dispenza, M. Lavallo, U. Corda, G. Spadaro. "Properties of ionizing radiation cured polymer matrices for carbon fiber composites after ageing due to moisture absorption and thermal treatment". *SEICO 08 - SAMPE EUROPE 29th International Conference and Forum*. Parigi. 31Marzo-02 Aprile 2008. (pp. 128-133).
3. C. Dispenza, Alessi S., G. Spadaro. "Carbon fibre composite materials produced by gamma radiation induced curing of epoxy resins". In: *IV International Conference on Times of Polymers (TOP) and Composites*. IV International Conference on Times of Polymers (TOP) & Composites. Ischia (Italy). September 21-24, 2008, pp. 207-209.
4. D. Conduruta, S. Alessi, G. Pitarresi, C. Dispenza, M. Lavallo, U. Corda, G. Spadaro. "Hydrothermal ageing of ionizing radiation cured epoxy matrices for carbon fiber composites". In: *IV International Conference on Times of Polymers (TOP) & Composites*. Ischia (Italy). September 21-24, 2008; pp. 288-290.
5. D. Conduruta, S. Alessi, G. Pitarresi, M. Lavallo, C. Dispenza, G. Spadaro. (2008). "Thermal and mechanical properties of polymer matrices for carbon fibre composites produced by radiation curing of epoxy-PES blends". In: *European Conference of Composite Materials ECCM 13*. Stockholm (Sweden), 2-5 Giugno 2008.
6. Dispenza, C., Alessi, S., & Spadaro, G. (2009). "Radiation engineering of functional biomaterials: from smart hydrogels to therapeutic nanodevices." In *Report of 1st RCM on "Nanoscale radiation engineering of advanced materials for potential biomedical applications"* (pp.97-107); Vienna (Austria); 30 March-3 April 2009.
7. S. Alessi, P. Fuochi, C. Dispenza, D. Conduruta, M. Lavallo, G. Spadaro, (2009). "Radiation processing for synthesis of structural materials" *International Topical Meeting on Nuclear Research Applications and Utilization of Accelerators*, pag. 120; 4-8 May 2009, Vienna (Austria).
8. Alessi, S., Dispenza, C., & Spadaro, G. (2009). Nano structured systems synthesised by ionizing radiation. In *1st Report of the Technical Cooperation Project RER/8/014 on "Supporting Radiation Synthesis and the Characterization of Nanomaterials for Health Care, Environmental Protection and Clean Energy Applications"* (pp.52-59). Vienna : Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica (IAEA). Warsaw (Poland), 2-5 June 2009.

9. S.Alessi, C.Dispenza, D.Conduruta, G.Pitarresi, G.Spadaro, "Epoxy Resin-Thermoplastic Blends Cured By Ionising Radiation. Structure/Properties Relationships" ICCM 17-17th International Conference on Composite Materials, 27-31 July 2009 Edinburgh, UK; Proceedings su CD Rom - file ID: D10.7.
10. S.Alessi, C.Dispenza, D.Conduruta, G.Pitarresi, G.Spadaro "Epoxy resin-thermoplastic Blends as polymer matrices for carbon fiber composites" Convegno Internazionale Polymerfest, (pp. 151-152) August 30-September 2, 2009 Palermo, Italy.
11. S. Alessi, C. Dispenza, G. Spadaro "Ionizing radiation induced polymerization of epoxy resin in order to produce carbon fibre composites" Convegno Internazionale Polymerfest, (pp. 155-156) August 30-September 2, 2009 Palermo, Italy.
12. Alessi S., R. Arrigo, N. Tz. Dintcheva, C. Dispenza, G. Pitarresi, M.A. Sabatino, G. Spadaro, D. Tumino (2010). E-Beam Induced Synthesis and Modification of Nanostructured Composites. Hydrothermal and Photochemical Ageing. in: Supporting Radiation Synthesis and the Characterization of Nanomaterials for Health Care, Environmental Protection and Clean Energy Applications. Palermo, 7-11 Giugno 2010.
13. N. Tz. Dintcheva, R. Arrigo, S. Alessi, G. Spadaro, G. Przybytniak. "E-Beam Cross-Linking of LDPE-OMMT nanocomposites and their photo-oxidation behaviour", Conference on Modification, Degradation and Stabilization of Polymers (MoDeSt), Athens, Greece 5-9 September 2010.
14. C.Dispenza, , M.A., Sabatino, S.Alessi, , G. Spadaro, (2010). Radiation engineered nanogels as platform for next-generation of medical diagnostics and therapeutics. In Report of 2nd research Coordination Meeting on "Nanoscale radiation engineering of advanced materials for potential biomedical applications" (pp.123-131). Vienna : IAEA.
15. S.Alessi, A.Spinella, E.Caponetti, G.Spadaro. "Study of the curing of a DGEBA based system through structural investigation"; workshop: Advances in Polymer based Materials and Related Technologies, Capri (Na), May 29th-June 1st, 2011.
16. G. Alaimo , S. Alessi , D. Enea ,G. Pitarresi , G. Przybytniak, G. Spadaro, D. Tumino. "The Durability of Carbon Fiber/Epoxy Composites Under Hydrothermal Ageing"; In Proceedings of the XII DBMC-12th International Conference on Durability of Building Materials and Components (pp.2019-2027), Porto: FEUP Edicoes, Portugal 12-15 April 2011.

#### **Memorie presentate a congressi nazionali**

1. G. Spadaro, C. Dispenza, S.Alessi, D. Conduruta, M. Ricca. (2008). "Radiation processing per la sintesi di nuovi materiali". In: VI Convegno Nazionale AICING 08, Ischia (Italy), 25-27 Settembre 2008; pp. 125-126.
2. S. Alessi, G. Pitarresi, C. Dispenza, D. Tumino, D. Conduruta, M.A. Sabatino, G. Spadaro (2010). "Sintesi e caratterizzazione di matrici polimeriche per materiali compositi ad elevate prestazioni meccaniche e termiche". GMA2010 - IV Riunione del Gruppo Materiali dell'AIMETA. 25 – 26 Febbraio 2010
3. S.Alessi, C.Dispenza, M. A. Sabatino, G. Spadaro. "Synthesis of epoxy/carbon fiber composites induced by e-beam. Study of the effect of hydrothermal ageing on thermal and mechanical properties". VII Convegno AICing 2010, Bressanone, Italy; 5-8 Settembre 2010; pag. 84-86.
4. Dispenza, C., Sabatino, M.A., Alessi, S., & Spadaro, G. (2010). Macromolecular design and preparation of nanogels as pharmaceutical carriers. VII Convegno AICing 2010, Bressanone, Italy; 5-8 Settembre 2010.
5. G. Pitarresi, D. Tumino, A. Pirrello, S. Alessi, "Tenacità alla frattura interlaminare di compositi CFRP sottoposti a processi di invecchiamento idrotermico AIAS – Associazione Italiana Per L'analisi Delle Sollecitazioni, 40° Convegno Nazionale, 7-10 Settembre 2011, Università Degli Studi Di Palermo
6. Pitarresi, G., Alessi, S., Cocilovo, S., Tumino, D., & Spadaro, G. (2012). DELAMINAZIONE INTERLAMINARE DI COMPOSITI CFRP AL VARIARE DELLE CONDIZIONI DI CURA DELLA MATRICE. Paper presented at Atti del 41° Convegno Nazionale AIAS - Associazione Italiana per l'Analisi delle Sollecitazioni, Vicenza.
7. Alessi, S., Spinella, A., Caponetti, E., Sabatino, M.A., & Spadaro, G. (2012). Solid State NMR Spectroscopy Investigation of the Molecular Structure of Epoxy Based Materials Cured in Different Conditions. Paper presented at 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON TIMES OF POLYMERS (TOP) & COMPOSITES, Ischia (Napoli).
8. Alessi, S., Pitarresi, G., Spadaro, G., & Tumino, D. (2012). Mode I fracture toughness behavior of hydro-thermally aged carbon fibre reinforced DGEBA-HHPA-PES systems. In 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON TIMES OF POLYMERS (TOP) & COMPOSITES (pp.117-119).
9. Pitarresi, G., Tumino, D., Alessi, S., Nowicki, A., & Spadaro, G. (2012). MODE I FRACTURE TOUGHNESS BEHAVIOUR OF EPOXY RESIN-CARBON FIBER COMPOSITES CURED BY IONISING RADIATION. In Proceedings of the 15TH European Conference on Composite Materials.

#### **PROGETTI DI RICERCA**

5.1 "Structure-properties relationships of epoxy matrices for carbon fiber composites: the effect of the network structure on the materials behaviour towards solvents exposure", titolare Prof. G.Spadaro (2009).

5.2 "Engineered nanocarriers for biological drugs in antiangiogenic therapy", titolare Prof. G.Gherzi (2009).

5.3 "Membrane per emodialisi", titolare Prof. G.Filardo (2010).

5.4 "Aumento della ecosostenibilità industriale nelle conserve alimentari", titolare Prof. L.Fratini (2011)

## REVIEW DI ARTICOLI

Mongal, Nilambar; Chakrabarty, Debabrata; Bhattacharyya, Rupa; Chaki, Tapan; Bhattacharya, Pinaki, "Characterization of electron beam irradiated ethylene methyl acrylate copolymer", Industrial & Engineering Chemistry Research, 2010, 49 (16), pp 7113–7120, DOI: 10.1021/ie901966s, July 13, 2010

Date of the review submission: 9/01/2010

P, Jyotishkumar; Pionteck, Jurgen; Haßler, Rudiger; Sinturel, Christophe; Thomas, Sabu "Characterization of Cure Reaction, Phase Morphology and Viscoelastic Properties of Poly(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene) Modified Epoxy – Amine Systems" Industrial & Engineering Chemistry Research, Manuscript ID : ie-2011-002439

Date of the review submission: 21/03/2011

## TRADUZIONE CAPITOLO DI LIBRO

Per incarico della casa editrice, la sottoscritta sta attualmente curando la traduzione del Capitolo 5 ("Quantum mechanics and atomic structure") del testo: Oxtoby, Gillis, Campion, "Principles of Modern Chemistry" , Edises- 7th ed.

## ATTIVITA' SCIENTIFICHE

1. *Sintesi per via termica e radiativa, caratterizzazione chimico-fisica, morfologica e meccanica e studio dei fenomeni di invecchiamento idrotermico di matrici polimeriche per compositi strutturali e di materiali compositi fibro-rinforzati.*

Questa parte ha riguardato le seguenti linee di ricerca.

### 1.1 Utilizzo delle metodologie e dei principi della Chimica delle Radiazioni.

Tali metodologie sono state utilizzate in alternativa ai più tradizionali metodi termici per indurre la polimerizzazione (cura) di miscele a base di resine epossidiche al fine di realizzare sia matrici polimeriche per materiali compositi strutturali che materiali compositi rinforzati con fibre di carbonio (CFRP) per applicazione nei settori aerospaziale ed automobilistico.

Com'è noto dalla letteratura scientifica, l'uso delle radiazioni ionizzanti come iniziatori di reazione, rispetto ai processi termici, permette di operare a temperatura ambiente in quanto le reazioni radio-indotte presentano bassissimi valori di energia di attivazione, con conseguenti vantaggi in termini di alcune proprietà meccaniche del prodotto finale (riduzione di tensioni interne residue), di risparmio energetico e di un più sostenibile impatto ambientale del processo. Spesso però a causa di fenomeni di vetrificazione, causati dai problemi cinetici di controllo diffusivo relativi all'uso di basse temperature di processo, la cura radiativa di tali materiali necessita dell'uso di una post-cura termica di breve durata per il raggiungimento dei severi requisiti richiesti dalle applicazioni.

Nell'ambito di tale linea di ricerca sono stati sintetizzati materiali compositi rinforzati con fibre di carbonio e loro matrici epossidiche come riferimento, sia per via radiativa, attraverso l'uso di radiazioni gamma o fasci di elettroni, sia per via

termica come confronto.

L'attività di ricerca si è proposta di correlare le conoscenze della chimica del processo, con la struttura molecolare, la morfologia e le proprietà applicative, termiche e meccaniche del materiale sintetizzato. Una delle proprietà più importanti di tali materiali è la tenacità alla frattura, cioè la capacità da parte del materiale di assorbire energia in presenza di una eventuale cricca all'interno del materiale stesso. Una bassa tenacità infatti può determinare una frattura fragile del materiale con un cedimento improvviso della struttura di cui esso stesso fa parte. Una particolare attenzione è stata pertanto rivolta alla comprensione dei fenomeni di tenacizzazione dei materiali compositi e delle loro matrici, che sono strettamente connessi alla morfologia della matrice e alla sua organizzazione macromolecolare oltre che alle caratteristiche dell'interfaccia fibra/matrice nel composito. A tal fine sono state effettuate indagini strutturali spettroscopiche attraverso l'uso di analisi rilassometriche di Risonanza Magnetica Nucleare (NMR) allo stato solido, riuscendo a stabilire una correlazione tra struttura molecolare e proprietà finali macroscopiche dei materiali.

### *1.2 Studio dei fenomeni di invecchiamento idrotermico.*

I materiali sintetizzati rappresentano sistemi modello di materiali utilizzati in applicazioni strutturali nel settore aerospaziale ed automobilistico, dove sono richiesti severi requisiti di resistenza chimica, termica e meccanica (elevata temperatura di transizione vetrosa, elevato modulo di Young e tenacità alla frattura). Tali proprietà devono inoltre permanere nel tempo entro un intervallo di valori, al di sotto del quale il materiale deve essere sostituito al fine di evitare il cedimento della struttura.

Tra le condizioni ambientali a cui tali materiali sono esposti nel loro ciclo di vita, certamente la più comune è quella legata alla presenza di umidità il cui assorbimento nel tempo determina nel materiale un "invecchiamento", cioè una modifica delle sue proprietà in misura dipendente da tanti fattori, quali la formulazione della matrice di partenza, le condizioni di processo utilizzate per il consolidamento della stessa, l'efficacia di interazione fibra/matrice oltre che la temperatura ambientale. L'effetto dell'assorbimento di umidità sulle proprietà iniziali del manufatto rappresenta pertanto un fattore cruciale di cui tenere conto ai fini progettuali del materiale. Non essendo possibile riprodurre in laboratorio i processi di invecchiamento reali, si utilizzano procedure "accelerate", aumentando per esempio la temperatura, col fine ultimo di ricavare le informazioni cinetiche che permettano di estrapolare i dati sperimentali alle condizioni effettive di invecchiamento.

Nello studio di tale problematica i materiali prodotti sono stati invecchiati mediante immersione in acqua distillata, seguendo diverse procedure di invecchiamento, al fine di valutare l'influenza della temperatura, del tempo di invecchiamento e di cicli di assorbimento e desorbimento su alcune proprietà termiche e meccaniche. In particolare i sistemi sono stati caratterizzati mediante analisi morfologica, dinamico-meccanico-termica e test meccanici di delaminazione. I risultati hanno messo in evidenza una significativa dipendenza, delle proprietà analizzate, dal tempo e dalla temperatura di invecchiamento, indicando diversi possibili meccanismi di interazione tra l'acqua e la matrice epossidica che inevitabilmente si riflettono sulle proprietà finali del materiale composito. In particolare l'analisi dei risultati ha messo in evidenza una modifica in seguito ad invecchiamento idrotermico della struttura del reticolo tridimensionale dovuta sia a fenomeni di plasticizzazione e degradazione che di formazione di pseudo-reticolazioni. Attualmente, al fine di una migliore comprensione della correlazioni proprietà-struttura, le modifiche indotte dai processi di invecchiamento sono studiate mediante le tecniche di rilassamento molecolare attraverso la spettroscopia NMR allo stato solido.

### *1. Studio dei processi di invecchiamento e caratterizzazione chimico-fisica e meccanica di nano-compositi LDPE-OMMT per la produzione di film per applicazione nel settore del "packaging" alimentare.*

I materiali polimerici nano-compositi a base di silicati hanno suscitato un grande interesse negli ultimi anni grazie alle loro proprietà meccaniche, termiche, ottiche che risultano significativamente superiori rispetto alle relative matrici polimeriche. Inoltre la dispersione di particelle nanometriche all'interno della matrice, dando luogo ad una buona dispersione, migliora le proprietà di barriera del polimero e contribuisce all'ottenimento di buone proprietà anti-fiamma.

Il trattamento radiativo (raggi gamma, fasci di elettroni o raggi x) di tali materiali causa diversi fenomeni, come la degradazione molecolare o il "grafting" e la reticolazione. D'altra parte l'uso delle radiazioni può anche provocare la riduzione di mobilità delle nano-particelle di silice all'interno della matrice, e ciò è molto interessante nelle applicazioni relative al "packaging" alimentare perché consente la diminuzione del rischio di contaminazione del cibo.

Inoltre l'introduzione di particelle di silice provoca una riduzione della resistenza foto-ossidativa della matrice polimerica a causa della presenza nelle particelle di specie con effetto pro-degradativo e della formazione di radicali e siti catalitici acidi. In questo ambito di ricerca si è indagata la possibilità di utilizzare le radiazioni ionizzanti (fasci di elettroni) su film in nano-composito a base di polietilene e montmorillonite organo-modificata per il miglioramento delle proprietà chimico-fisiche e termiche e della resistenza in seguito a invecchiamento foto-ossidativo.

3. Sviluppo di sistemi elettrofilati per applicazioni nel settore dei materiali compositi strutturali o per applicazioni biomediche.

Il processo di elettrospinning è utilizzato per l'elettrofilatura di polimeri a partire da soluzioni (o fusi) con solventi opportuni. Tale processo consente di ottenere membrane nanofibrose di polimeri, aventi caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche dipendenti dalla natura del polimero utilizzato e dai parametri di processo impiegati. Una delle caratteristiche principali è l'elevato rapporto superficie/volume e l'estrema leggerezza delle membrane che le rende particolarmente adatte come interstrati tra lamine di materiale composito fibrorinforzato, per il miglioramento delle proprietà meccaniche di delaminazione, senza tuttavia alterare significativamente le altre proprietà termo-meccaniche. Altro impiego possibile è quello come materiale di supporto per rilascio controllato di farmaci, medicazioni, e nel settore di ingegneria tissutale.

4. *Sintesi e caratterizzazione chimico-fisica e morfologica di nanogeli per il rilascio controllato di farmaci.*

I nano-geli, sistemi di nano-particelle formati da network polimerici reticolati fisicamente o chimicamente, offrono il vantaggio esclusivo di essere particolarmente adatti alla bio-coniugazione per l'incorporazione di farmaci. Inoltre le caratteristiche conformazionali di queste nano-particelle permettono ad esse di penetrare cavità molto piccole quali quelle cellulari.

Tra le diverse metodologie per la produzione di idrogeli, l'uso delle radiazioni ionizzanti ha riscosso particolare interesse in quanto, oltre a dar luogo a processi economicamente convenienti e a basso impatto ambientale, permette l'ottenimento di materiali molto puri e la possibilità di modulare la struttura e quindi le proprietà del reticolo tridimensionale di tali materiali.

Questa parte dell'attività di ricerca ha riguardato l'irraggiamento con fasci di elettroni di soluzioni acquose di poli(N-vinil pirrolidone) (PVP) commerciale al fine di ottenere idrogeli aventi diverse caratteristiche strutturali, per la produzione di sistemi di rilascio controllato di farmaci. A tal fine sono state utilizzate soluzioni a differenti concentrazioni, ottenendo idrogeli aventi un reticolo di dimensioni variabili (macro-geli e nano-geli). Per i macro-geli la densità media di reticolazione è stata valutata per mezzo di prove reologiche. Per sistemi nanometrici e poco uniformi, dal punto di vista della densità di reticolazione, si è ricorsi a tecniche spettroscopiche di Risonanza Magnetico Nucleare ( $^{13}\text{C}$ -NMR) allo stato solido, comprendenti analisi rilassometriche. Tutte queste analisi hanno permesso di trarre interessanti informazioni riguardanti la caratterizzazione del reticolo tridimensionale di tali materiali, al variare della loro struttura da micro a nanogeli.

#### **AMBITI DI RICERCA**

1. *Sintesi per via termica e radiativa, caratterizzazione chimico-fisica, morfologica e meccanica.*
2. *Studio dei fenomeni di invecchiamento idrotermico di matrici polimeriche per compositi strutturali e di materiali compositi fibro-rinforzati.*
3. *Sviluppo di sistemi elettrofilati per la tenacizzazione di materiali compositi fibrorinforzati e per applicazioni biomediche.*
4. *Sintesi e caratterizzazione chimico-fisica e morfologica di nanogeli per il rilascio controllato di farmaci*