



Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021

Titolo del progetto: Simulazione e controllo avanzato di impianti innovativi waste-to-chemicals nell'ambito dell'economia circolare.

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:

PROCESSI CHIMICI PER L'INDUSTRIA E PER L'AMBIENTE

Responsabile scientifico: Nicola Verdone

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 12

Numero di mensilità da svolgere all'estero: 6 presso Karlsruhe Institute of Technology, Section of Technical Chemistry, Department of Chemical and Process Engineering

Azienda: Nextchem s.p.a.

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 10000

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CHIMICA, MATERIALI, AMBIENTE con delibera del 21-09-2021

Progetto di ricerca:

Il processo di valorizzazione dei rifiuti solidi urbani risulta a oggi una attività fortemente strategica per qualsiasi Paese Industrialmente Sviluppato o in via di Sviluppo, rappresentando i rifiuti una vera e propria fonte di energia e di materia. La riconversione energetica dei rifiuti attraverso i classici impianti Waste-to-Energy presenta alcuni svantaggi che possono essere superati passando a una filosofia integrata, in cui il rifiuto viene considerato come non solo fonte energetica ma viene riconvertito in un prodotto finito e pronto a essere immesso sul mercato. Il progetto di seguito illustrato ha come obiettivo quello di sviluppare un modello dinamico in grado di descrivere un processo di gassificazione di rifiuti solidi urbani ad alta temperatura, andando ad analizzare e rappresentare le varie fasi del processo, considerando la geometria del reattore e i processi di trasferimento di calore, materia e le reazioni chimiche che avvengono all'interno del reattore. L'architettura di controllo per l'esercizio del reattore dovrà essere sviluppata in modo da sfruttare tutti i vantaggi della tecnologia innovativa della gassificazione di rifiuti a medio-alta temperatura, così da ottenere un gas di sintesi già pretrattato per quanto riguarda TAR e Diossine, grazie alla zona di stabilizzazione del prodotto gassoso, subito a valle della zona di gassificazione. Altro punto di forza, che riduce notevolmente l'impatto ambientale della tecnologia in studio, è l'eliminazione delle ceneri di fondo come prodotto secondario, in quanto la zona di fondo raggiunge temperature dell'ordine dei 1600°C, così da causare una fusione delle stesse ceneri con relativa produzione di una scoria vetrificata e completamente inerte, che potrebbe essere agevolmente reimpiegata come adsorbente nella cattura dell'anidride carbona in processi di CCS (Carbon Capture and Storage) o CCU (Carbon Capture and Utilization). Si prevede una prima fase di validazione del modello del reattore basandosi su dati di letteratura e una fase di studio del comportamento del reattore al variare di predeterminati parametri di input. La seconda fase del progetto prevede lo sviluppo di una architettura di controllo ad hoc, con relativa automazione e tuning dei controllori progettati. Il candidato interessato alla tematica deve possedere una conoscenza base dei software di simulazione di processo e una attitudine alla simulazione dinamica anche con software di fluidodinamica computazionale, che potrebbero essere impiegati nella risoluzione della problematica in studio come ausilio per la parte relativa alla simulazione termofluidodinamica del reattore. Il risultato finale del progetto di ricerca sarà un modello dinamico e di automazione omnicomprensivo di un reattore innovativo di gassificazione dei rifiuti, implementabile in software di simulazione di processo commerciali, validato e facilmente

adattabile alle diverse caratteristiche del rifiuto in entrata, in grado quindi di predire con accuratezza le portate e le composizioni del syngas in uscita al variare delle caratteristiche della carica e dei parametri operativi di processo. Il sistema di controllo sviluppato dovrà quindi essere flessibile e garantire un elevato grado di automazione, anche grazie all'impiego di architetture innovative e filosofie di controllo del tipo Fuzzy e/o Predictor-Corrector, con l'obiettivo principale di massimizzare la resa in syngas abbattendo al contempo eventuali inquinanti e mantenendo un profilo di temperatura lungo l'unità tale da garantire la produzione di un sottoprodotto vetrificato di fondo da reimpiegare in processi secondari. Il processo verrà poi analizzato dal punto di vista ambientale (ciclo del Carbonio, emissioni gas serra), economico e termodinamico.

Titolo del progetto (inglese): Simulation and advanced control of innovative waste-to-chemicals plants in the circular economy

Progetto di ricerca (inglese):

The valorization of municipal solid waste is currently a strategic activity for any developed or developing country, since waste represents a real source of energy and material. The energy conversion of waste through classic Waste-to-Energy plants has some disadvantages that can be overcome by moving to an integrated philosophy, in which waste is considered as not only an energy source but is converted into a finished product ready to be introduced on the market. The proposed research topic aims to develop a dynamic model capable of describing a high temperature municipal solid waste gasification process, analyzing and representing the various stages of the process, considering the geometry of the reactor and the heat-mass transfer processes and the chemical reactions that take place inside the reactor. The control architecture for the reactor operation must be developed to exploit all the advantages of the innovative technology of waste gasification at medium-high temperature, to obtain a syngas already pre-treated as regards TAR and Dioxins, thanks to the stabilization area of the gaseous product, immediately downstream to the gasification area. Another peculiar point, which considerably reduces the environmental impact of the technology here reported, is the elimination of the bottom ash as a secondary product, as the bottom area reaches temperatures of the order of 1600 ° C, to lead a melting of the same ashes with the relative production of a vitrified and completely inert slag, which could easily be reused as an adsorbent in the capture of carbon dioxide in CCS (Carbon Capture and Storage) or CCU (Carbon Capture and Utilization) processes. A first phase of validation of the reactor model is envisaged based on literature data and a phase of study of the behavior of the reactor when predetermined input parameters vary. The second phase of the project involves the development of an ad hoc control architecture, with relative automation and tuning of the designed controllers. The candidate interested in the topic must have a basic knowledge of process simulation software and an aptitude for dynamic simulation even with computational fluid dynamics software, which could be used in solving the problem here reported as an aid for the part relating to the thermofluidic dynamics simulation of the reactor. The final result of the research project will be an all-encompassing dynamic and automation model of an innovative waste gasification reactor, which can be implemented in commercial process simulation software, validated and easily adaptable to the different characteristics of the incoming waste, therefore able to predict with accuracy the flow rates and compositions of the outgoing syngas as the characteristics of the feed and the operating parameters of the process vary. The control system developed must therefore be flexible and guarantee a high degree of automation, also thanks to the use of innovative architectures and control philosophies of the Fuzzy and / or Predictor-Corrector type, with the main objective of maximizing the syngas yield. At the same time the control system should lead to the reduction of any pollutants and to maintain a temperature profile along the unit such as to guarantee the production of a bottom vitrified by-product to be reused in secondary processes. The process will then be analyzed from an environmental (carbon cycle, greenhouse gas emissions), economic and thermodynamic point of view.