

**Conf.dr.ing. Cristian Florian DINCĂ**

***LIFE CYCLE ASSESSMENT AND ENVIRONOMIC OPTIMISATION OF  
ADVANCED ENERGY AND INDUSTRIAL PROCESSES WITH CCS  
TECHNOLOGIES***

**Rezumatul tezei de abilitare**

**Bucureşti**

**2017**

## Rezumatul tezei de abilitare

Obiectivul principal al tezei de abilitare constă în prezentarea principalelor rezultate obținute în direcțiile de cercetare abordate de la finalizarea tezei de doctorat până la momentul prezentării prezentei teze. Activitatea de cercetare demarată odată cu perioada de doctorat s-a axat în principal pe îmbunătățirea performanțelor de mediu a sistemelor de conversie în energie electrică/termică. În consecință, în prima parte a activității de cercetare, m-am concentrat pe determinarea punctelor slabe, din perspectivă ecologică, ale filierelor energetice ce utilizează combustibilii fosili (cărbune, gaz natural, surse regenerabile de energie, nuclear), pe întreg ciclul de viață atât din perspectiva proceselor de transformare de la etapa de extracție până în etapa producerii de energie electrică cât și din perspectiva etapelor de construcție/dezafectare a tuturor echipamentelor utilizate în procesele întâlnite de-a lungul ciclului de viață. Ulterior, luând în considerare emisiile de dioxid de carbon emise în procesele de ardere a combustibililor fosili, am studiat oportunitatea integrării diferitelor procese: absorbție chimică, fizică, membrane și adsorbție în cadrul proceselor energetice precum: centrale energetice existente ce utilizează diferite tehnologii de conversie precum: ardere pulverizată a cărbunelui, ardere în pat fluidizat circulant, ciclu combinat gaze-abur, gazeificare integrată a cărbunelui/deșeurilor.

Teza de abilitare cuprinde 6 capitole structurate în trei secțiuni și concentrate pe următoarele tematici:

- În prima secțiune, considerat și primul capitol, am prezentat evoluția mea în cadrul departamentului de Producerea și Utilizarea Energiei (PUE) atât în ceea ce privește implicarea mea în partea didactică și de cercetare cât și în partea administrativă, reliefând principalele rezultate obținute precum și rolul meu în dezvoltarea laboratorului de cercetare, a departamentului PUE și a Facultății de Energetică;
- În cea de-a doua secțiune am prezentat principalele rezultate științifice obținute după finalizarea tezei de doctorat. Astfel, în cel de-al doilea capitol, pe baza metodologiei analizei ciclului de viață dezvoltată și adaptată sectorului energetic, am analizat din perspectiva impactului asupra mediului înconjurător diverse filiere energetice precum cea de gaz natural, cărbune, păcură, biomasă, eolian și nuclear. Urmare a emisiilor colectate pentru diferite faze ale ciclului de viață, s-au determinat indicatorii de impact și ulterior, pe baza modelului multicriterial dezvoltat în cadrul proiectelor de cercetare,

s-a identificat filiera energetică optimă pentru un consumator provenind din sectorul rezidențial – terțiar;

- În capitolele 3 – 5 am prezentat rezultatele obținute în diferite studii numerice și experimentale cu privire la oportunitatea reducerii emisiei de dioxid de carbon și în consecință a efectului de seră asociat proceselor energetice;
- În ultimul capitol am prezentat un plan de dezvoltare a carierei universitare axat pe cele trei domenii: științific; academic și profesional cu evidențierea direcțiilor de cercetare pe care aş dori să le dezvolt în perioada viitoare.

Cercetările mele s-au axat pe creșterea eficienței energetice și reducerea impactului asupra mediului înconjurător a **proceselor energetice avansate** prin integrarea proceselor de captare CO<sub>2</sub> post-/pre-combustie și identificarea aspectelor tehnico-economice ce au decurs din integrarea acestora în centrale termoelectrice sau în cadrul proceselor industriale. Soluțiile abordate s-au bazat pe studii experimentale și de modelare/simulare dezvoltate până în prezent. Tehnologiile energetice analizate s-au axat pe combustia combustibililor fosili (arderea în pat fluidizat circulant, arderea pulverizată, etc.) dar și pe gazeificarea cărbunelui (IGCC) prevăzute fie cu captarea post- sau pre-combustie a dioxidului de carbon în vederea separării dioxidului de carbon din gazele de ardere sau din gazul de sinteză cu scopul de a obține un combustibil cu proprietăți energetice superioare.

Captarea dioxidului de carbon rezultat în procesele energetice reprezintă astăzi un obiectiv major la nivel mondial ca urmare a implicării notabile a acestuia în procesul de încălzire globală. Una dintre măsurile acceptate la nivel mondial constă în utilizarea tehnologiilor CCS (Carbon Capture and Storage). Însă, astăzi, s-au dezvoltat foarte multe astfel de tehnologii, multe dintre ele aflându-se încă în fază de cercetare. Tehnologia de captare CO<sub>2</sub> prin absorbție chimică este în fază comercială fiind utilizată în special în cadrul proceselor industriale de tratare a gazului natural. Cu toate acestea, prin integrarea procesului de captare CO<sub>2</sub> prin absorbție chimică într-o centrală termoelectrică, eficiența globală a acesteia scade cu până la 10-15 puncte procentuale ca urmare a utilizării unei cote de abur pentru regenerarea solvenților chimici, această scădere fiind denumită penalitate energetică. În consecință, cercetările mele s-au îndreptat în direcția reducerii penalității energetice asociate proceselor energetice cu captarea dioxidului de carbon prin identificarea de diferite soluții: a) tehnologice – ce permit creșterea eficienței de absorbție a acestuia prin utilizarea adecvată a umpluturii din coloana de absorbție; b) chimice – selectarea solvenților chimici care să fie caracterizați de o capacitate ridicată de absorbție și un consum redus de energie termică pentru regenerare; c)

optimizarea parametrilor procesului de captare CO<sub>2</sub>: gardul de încărcare cu CO<sub>2</sub> în soluția bogată/săracă pentru un raport L/G; temperatura și presiunea din coloana de absorbție/desorbție; etc.

În această direcție, în cadrul laboratorului de Surse Regenerabile de Energie și Analize de Mediu, am dezvoltat tehnologia de Ardere în Strat Fluidizat Circulant (ASFC) prevăzută cu posibilitatea captării dioxidului de carbon prin absorbție chimică (Figura 1) utilizând o serie de solvenți chimici (amine primare, secundare, terțiare, amestecuri de amine, și amoniac). În cadrul acestor cercetări (rezultatele fiind prezentate pe larg în cadrul tezei de abilitare) s-a avut în vedere optimizarea parametrilor de funcționare ai procesului de captare prin absorbție chimică în cazul utilizării diferiților solvenți chimici și o dimensionare corectă a tuturor echipamentelor întâlnite în cadrul procesului de absorbție chimică.



**Figura 1.** Tehnologie de Ardere în Strat Fluidizat Circulant cu captare CO<sub>2</sub> prin absorbție chimică

Determinarea consecințelor tehnico-economice dar și de mediu asociate integrării procesului de captare CO<sub>2</sub> prin absorbție chimică, s-a realizat prin utilizarea metodologiei Analizei Ciclului de Viață care a permis cunoașterea condițiilor în care procesul de captare

CO<sub>2</sub> menționat mai sus poate fi integrat în condiții avantajoase (costul energiei electrice, taxe de mediu, etc.). Prin dezvoltarea unui model multicriterial am comparat diferite tehnologii energetice de producere a energiei electrice și/sau termice prevăzute cu captarea post-combustie a dioxidului de carbon.

Înlocuirea proceselor de absorbție chimică cu procesele de absorbție fizică reprezintă o direcție prioritară a activității mele de cercetare prin extinderea tipurilor de tehnologii energetice analizate (IGCC). În cadrul acestor cercetări, o atenție particulară îi voi acorda utilizării amestecurilor de solvenți fizico-chimici cunoscându-se caracteristicile complementare a celor două categorii de solvenți. De asemenea, înlocuirea tipurilor de umpluturi actuale utilizate în procesele de absorbție chimică cu adsorbanti constituie, de asemenea, o altă direcție de cercetare.

Prin urmare, luând în considerare toate aspectele menționate mai sus, direcțiile majore de cercetare pe care mă voi axa în perioada următoare sunt:

- Dezvoltarea instalației pilot experimentale de analiză a proceselor de adsorbție CO<sub>2</sub> utilizând un amestec simulat de gaze. Instalația pilot va permite studiul asupra diferitelor materiale adsorbante în vederea determinării capacității lor de adsorbție CO<sub>2</sub> dar și a condițiilor optime de funcționare: temperatură, presiune, compoziție gaze acide, etc.;
- Finalizarea instalației pilot de separare CO<sub>2</sub> cu ajutorul membranelor polimerice sau de tip “hollow-fiber” care se găsește, deja, într-o fază avansată de dezvoltare în laboratorul “*Tehnologii de captare CO<sub>2</sub>*” din institutul de cercetare CAMPUS ce aparține Universității POLITEHNICA din București;
- Integrarea proceselor de captare CO<sub>2</sub>, dezvoltate în laboratoarele universității, în cadrul proceselor industriale mari generatoare de CO<sub>2</sub> precum producerea de ciment și a sticlei;
- Integrarea conceptului de dezvoltare durabilă în vederea promovării proceselor energetice și industriale mai eficiente și cu un impact mai redus asupra mediului ambiant. Un accent particular se va acorda utilizării biomasei/deșeurilor în vederea obținerii de **energie zero emisii**.

Toate direcțiile de cercetare actuale și viitoare vor fi dezvoltate prin extinderea echipei de lucru cu viitori doctoranzi, masteranzi și studenți și, de asemenea, prin atragerea de fonduri de cercetare din competiții naționale și internaționale dar și prin contracte cu sectorul privat.