

## REZUMAT LA TEZA DE DOCTORAT

# STUDIUL PROCESULUI DE ABSORBȚIE A CO<sub>2</sub> DIN GAZELE DE ARDERE

de

Ing. Viorica CEBRUCEAN

### Introducere

Experții de la Grupul Interguvernamental privind Schimbările Climatice consideră că creșterea concentrației de CO<sub>2</sub> în atmosferă va duce la amplificarea efectului de seră, ceea ce la rândul său va duce inevitabil la încălzirea globală a planetei. Modelele climatice, dezvoltate de cei de la IPCC, estimează o creștere a temperaturii globale între 1.1°C și 6.4°C până în 2100.

Anual, peste 30 miliarde tone de CO<sub>2</sub> sunt emise în atmosferă ca rezultat al utilizării combustibililor fosili (cărbune, petrol și gaz). Dintre care, combustibilul cel mai poluant, cu cea mai mare cotă de participare, mai mult de 40%, este cărbunele. Cantitatea de CO<sub>2</sub> emisă în urma arderii cărbunelui a ajuns la valoarea de 12 miliarde tone de CO<sub>2</sub>, adică o creștere de ~47.2% în comparație cu nivelul anului 1990. Producerea de energie electrică și termică a generat în atmosferă peste 40% (~11 Gt) din emisii totale de CO<sub>2</sub>, fiind și cel mai poluant sector.

Potrivit Agenției Internaționale pentru Energie, țările cu cea mai mare cantitate de CO<sub>2</sub> emisă anual sunt China și SUA, urmată de Federația Rusă, India și Japonia. Primele două generează mai mult de 40% din emisii totale de CO<sub>2</sub>.

Principalele măsuri ce trebuie luate pentru reducerea CO<sub>2</sub> rezultat din utilizarea combustibililor fosili sunt: (i) mărirea eficienței centralelor termice și îmbunătățirea și optimizarea proceselor de producere a energiei; (ii) utilizarea combustibililor cu conținut scăzut de carbon și utilizarea surselor regenerabile de energie; (iii) aplicarea tehnologiilor de captare și stocare CO<sub>2</sub>.

Pentru a reduce cantitatea de emisii CO<sub>2</sub> din sectorul energetic au fost propuse diverse metode și tehnologii de captare și stocare CO<sub>2</sub>.

### Tehnologii de captare și stocare CO<sub>2</sub>

Există trei tehnologii de captare CO<sub>2</sub> care pot fi aplicate centralelor pe cărbune, și anume: (i) tehnologia de captare post-combustie, care presupune captarea CO<sub>2</sub> din gazele de ardere produse în urma procesului de ardere a combustibilului. Gazele rămase, după separarea CO<sub>2</sub>, sunt evacuate direct în atmosferă; (ii) tehnologia oxi-combustie, unde un amestec format din oxigen și gaze recirculate este folosit pentru arderea combustibilului în locul aerului. Gazele de ardere rezultate conțin în principal CO<sub>2</sub> și H<sub>2</sub>O. Vaporii de apă și impuritățile sunt separate

într-un sistem de purificare și condensare, iar CO<sub>2</sub>-ul rămas este apoi sechestrat; și (iii) tehnologia de captare pre-combustie presupune captarea CO<sub>2</sub> înainte de procesul de ardere. În acest proces gazul de sinteză format (CO și H<sub>2</sub>), după gazeificarea cărbunelui, este transformat în CO<sub>2</sub> și H<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub> este apoi captat din acest flux, iar H<sub>2</sub> este utilizat pentru producere de energie în ciclul combinat gaz-abur sau poate fi folosit în alte aplicații.

După procesul de separare, CO<sub>2</sub> este comprimat și apoi transportat, de exemplu, la un sit geologic pentru stocare. Transportul CO<sub>2</sub> poate fi realizat prin intermediul conductelor, sau cu camioane, trenuri, nave tip tancuri. Siturile de stocare CO<sub>2</sub> pot fi zăcămintele epuizate de petrol și gaze, acvifere saline sau alte formațiuni geologice.

### **Obiectivele tezei de doctorat**

Principalele obiective ale cercetării realizate sunt următoarele:

- Investigarea detaliată a procesului de absorbție-desorbție CO<sub>2</sub> din gazele de ardere rezultate din arderea cărbunelui cu ajutorul soluției de monoetanolamină și identificarea parametrilor care influențează procesul de absorbție-desorbție;
- Studiarea detaliată a schemelor de integrare a tehnologiei post-combustie de captare CO<sub>2</sub>, bazat pe procesul de absorbție cu MEA, la centrale pe cărbune și identificarea soluțiilor de îmbunătățire a performanțelor energetice;
- Modelarea și simularea proceselor de (i) absorbție-desorbție CO<sub>2</sub> cu MEA, (ii) ardere diferitor tipuri de cărbune, (iii) epurare a gazelor de ardere, și (iv) modelarea ciclului apă-abur al centralei pe cărbune.

### **Descrierea instalației de captare CO<sub>2</sub> pe baza procesului de absorbție cu MEA**

Instalația de captare CO<sub>2</sub> cu MEA este formată din următoarele echipamente principale de proces: coloana de absorbție pentru reținerea CO<sub>2</sub> din fluxul de gaze de ardere, coloana de desorbție pentru eliberarea CO<sub>2</sub> din soluția bogată, coloana de spălare cu apă pentru reținerea vaporilor de amină și a altor substanțe nocive rezultate din reacția cu MEA, coloana de răcire directă a gazelor de ardere, schimbător de căldură pentru transferul de căldură de la soluția săracă la soluția bogată, schimbător de căldură pentru răcirea soluției sărace înainte de intrare în coloana de desorbție.

Gazele de ardere desulfurate înainte de a intra în coloana de absorbție sunt răcite cu apă într-o coloană de răcire cu contact direct. După răcire, gazele sunt introduse în coloana de absorbție unde intră în contact cu soluția săracă de MEA. CO<sub>2</sub>-ul din gazele de ardere este absorbit de soluția săracă. Din absorber gazele sunt trimise la coloana de spălare cu apă pentru controlul emisiilor de amine, iar soluția bogată este trecută printr-un schimbător de căldură și introdusă în coloana de desorbție. În desorber, CO<sub>2</sub>-ul din soluția bogată este eliberat. Soluția săracă este apoi returnată în coloana de absorbție pentru un nou ciclu.

### **Descrierea instalației de ardere**

În această lucrare s-au considerat trei tipuri de cărbune pentru procesul de ardere, și anume, cărbune bituminos, subbituminos și lignit. Din caracteristicile cărbunilor selectați se observă că, de exemplu, lignitul este caracterizat prin a avea cea mai mică putere calorifică (14,8

MJ/kg) dintre combustibilii selectați, ceea ce înseamnă mai mult combustibil introdus pentru a genera aceeași cantitate de energie, și respectiv, debit mai mare al gazelor de ardere. De asemenea, lignitul are cel mai mic conținut de carbon (~40 wt%), dar cantitatea specifică de CO<sub>2</sub> produsă per combustibil introdus este cea mai mare, de 97,9 kg CO<sub>2</sub>/GJ<sub>th</sub>. Cărbunii selectați au alimentat o centrală termică supracritică.

Centrala este prevăzută cu instalații de reținere a substanțelor poluante din gazele de ardere, și anume, pentru reducerea emisiilor de NO<sub>x</sub> este utilizată tehnologia de reducere catalitică selectivă (SCR), particulele fine sunt reținute în electrofiltru (ESP), iar emisiile de SO<sub>2</sub> sunt îndepărtate din fluxul de gaze de ardere în instalația de desulfurare (FGD).

Circuitul termic al centralei este format din (i) trei turbine cu abur, de înaltă (TA-ÎP), medie (TA-MP) și joasă presiune (TA-JP), (ii) condensator, (iii) patru preîncălzitoare de joasă presiune (PJP1-4), (iv) degazor, (v) trei preîncălzitoare de înaltă presiune (PÎP1-3), (vi) pompă de condens, și (vii) pompă de alimentare.

Aburul supraîncălzit de la cazan intră în TA-ÎP la presiunea de 242,3 bar și temperatura de 593,3°C. După destindere în TA-ÎP, aburul este re-supraîncălzit până la temperatura de 593,3°C și introdus în TA-MP la presiunea de 45,2 bar. În TA-MP aburul este destins până la presiunea de 9,3 bar și introdus în TA-JP unde este destins până la presiunea din condensator de 0,069 bar. Pentru preîncălzirea apei de alimentare, o cantitate de abur este extrasă din turbine. Temperatura finală a apei de alimentare la intrare în cazan este de ~291°C.

Centrala supracritică pe cărbune, fără captare CO<sub>2</sub>, a fost proiectată pentru a genera o putere electrică brută fixă de 580 MW.

### **Modelarea și simularea proceselor în programul Aspen Plus**

În această lucrare au fost dezvoltate și analizate cu ajutorul programului de simulare Aspen Plus modele pentru: (i) procesul de absorbție CO<sub>2</sub> din gazele de ardere cu ajutorul soluției apoase de monoetanolamină; (ii) procesul de ardere a diferitor tipuri de cărbune și purificarea gazelor de ardere înainte de captarea CO<sub>2</sub>; (iii) circuitul termic al centralei pe cărbune cu parametri supracritici ai aburului viu; și (iv) procesul de comprimare CO<sub>2</sub>.

Modelul pentru sistemul de absorbție-desorbție CO<sub>2</sub> cu MEA a fost construit în programul Aspen Plus cu ajutorul următoarelor blocuri de operare: "RadFrac" pentru modelarea coloanelor de absorbție și desorbție; "Flash2" a fost utilizat pentru procesele de separare gaz-lichid; "Heater" pentru procesele de schimb de căldură; "Pump" pentru modelarea pompelor de lichid; și "Compr" pentru ventilatorul de gaze.

Pentru modelarea instalației de ardere și sistemului de control al poluanților și a circuitului termic al centralei au fost folosite următoarele blocuri de operare: "RYield" pentru descompunerea combustibilului în elemente; "Rgibbs" pentru simularea procesului de ardere; "Compr" pentru modelarea turbinelor cu abur; "Heater" pentru procesele de schimb de căldură; "SSplit" și "Sep" pentru controlul poluanților.

În dezvoltarea modelului pentru comprimarea CO<sub>2</sub> au fost folosite următoarele blocuri de operare: "Compr" pentru comprimarea fluxului gazos; "Heater" pentru răcirea fluxului, și "Flash2" pentru reținerea de lichid.

## Rezultate și concluzii

Scopul principal al tezei a fost studierea și investigarea procesului de absorbție CO<sub>2</sub> din gazele de ardere cu ajutorul soluției apoase de monoetanolamină. Instalația de captare CO<sub>2</sub>, pe baza procesului de absorbție-desorbție cu MEA, este formată în principal din coloana de absorbție pentru reținerea CO<sub>2</sub> din fluxul gazos, coloana de desorbție pentru eliberarea CO<sub>2</sub> din soluția bogată, coloana de spălare cu apă pentru reținerea vaporilor de amină, schimbător de căldură pentru realizarea transferului de căldură dintre soluția săracă și soluția bogată. Scopul a fost atins cu ajutorul programului de modelare și simulare Aspen Plus. Astfel, au fost create modele pentru (i) procesul de absorbție-desorbție CO<sub>2</sub> cu MEA, (ii) procesul de compresie CO<sub>2</sub>, (iii) procesul de ardere a cărbunelui și control al poluanților (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> și particule) și (iv) circuitul termic al centralei pe cărbune. A fost studiat efectul diferiților factori care influențează performanța procesului de absorbție-desorbție CO<sub>2</sub> cu MEA, și anume, gradul de încărcare al absorbantului sărac, rata de absorbție CO<sub>2</sub> realizată în absorber, concentrația MEA în soluție, temperatura fluxului gazos la intrare în absorber, temperatura fluxului lichid la intrare în absorber, precum și condițiile de lucru din schimbătorul de căldură având drept agenți soluția săracă și soluția bogată, și condițiile de lucru din desorber asupra performanțelor energetice ale centralelor pe cărbune. Modelele dezvoltate au fost analizate în detaliu și verificate teoretic și comparate cu datele disponibile în literatura de specialitate.

Contribuții în legătură cu efectul parametrilor de lucru asupra procesului de absorbție-desorbție CO<sub>2</sub> cu MEA:

- Cantitatea de energie termică necesară regenerării solventului poate crește sau scădea funcție de gradul de încărcare al absorbantului. S-a observat că pentru grade de încărcare foarte mici consumul de energie este mare. Odată cu creșterea gradului de încărcare necesarul de energie scade. Totuși, peste o anumită valoare, consumul de energie începe iarăși să crească. Rezultatele modelării au arătat că, pentru o soluție cu concentrație de 30 wt% MEA și grad de încărcare de 0,25 mol CO<sub>2</sub>/mol MEA, se obține cel mai mic consum specific de energie termică, de 3,45 MJ/kg CO<sub>2</sub> captat.
- Gradul de încărcare al absorbantului, de asemenea, influențează necesarul de soluție introdus în absorber pentru obținerea unei rate de absorbție cerută. Cu creșterea gradului de încărcare, capacitatea de absorbție a absorbantului scade, ceea ce duce la creșterea consumului de absorbant. Pentru cazul cu cel mai mic consum de energie termică, obținut la un grad de încărcare de 0,25 mol CO<sub>2</sub>/mol MEA, debitul specific al soluției necesar absorbției 90% CO<sub>2</sub> din gazele de ardere trebuie să fie de 19,5 kg/kg CO<sub>2</sub> captat.
- Comparând rezultatele pentru trei cazuri diferite analizate în această lucrare (și anume, absorbția CO<sub>2</sub> din gazele de ardere rezultate din utilizarea cărbunelui bituminos, subbituminos și lignit), s-a dovedit creșterea consumului de energie termică în procesul de absorbție-desorbție CO<sub>2</sub> din gazele de ardere provenite din utilizarea lignitului, în particular atingând valorile maxime. Principala cauză se consideră că este tratarea unui volum mai mare de gaze care necesită consumuri de resurse mai mari față de cazurile pe cărbune bituminos și cel subbituminos, caz în care, consumul de energie crește cu 15,4% și, respectiv, 6%, iar necesarul de soluție de absorbție pentru reținerea 90% de CO<sub>2</sub> crește cu 14,6% și, respectiv, 5,6%.

- Reducerea gradului de absorbție CO<sub>2</sub> duce la scăderea consumului de energie termică și necesarului de solvent. Pentru un grad de absorbție CO<sub>2</sub> de 50%, consumul de energie termică scade cu 46,6%, iar consumul de solvent cu 47,4%. De asemenea, consumul total de energie electrică și necesarul de apă de răcire vor scădea.
- Creșterea concentrației MEA duce la scăderea consumului de energie termică în reținer, necesarului de solvent și necesarului de apă de răcire. Consumul de energie termică scade cu aproape 10% iar necesarul de absorbant și cel de apă de răcire cu 17% dacă concentrația MEA crește de la 30 wt% la 40 wt%.
- Micșorarea temperaturii absorbantului sărac la intrare în absorber determină îmbunătățirea procesului de absorbție CO<sub>2</sub>. Dacă temperatura solventului la intrare scade de la 40°C până la 30°C, necesarul de solvent se reduce cu 20,3 kg/s. În același timp, necesarul de apă de răcire crește substanțial, de la aproximativ 7600 kg/s până la 9200 kg/s. Mai mult de 40% din necesarul total de apă de răcire va fi destinat răcirii absorbantului sărac.
- Micșorarea temperaturii gazelor de ardere la intrare în absorber, de asemenea, are un efect pozitiv asupra procesului de absorbție-desorbție CO<sub>2</sub>. Scăderea temperaturii gazelor de ardere cu 10°C rezultă la reducerea consumului de energie termică cu ~1,8%, necesarului de absorbant cu ~2,7%, și necesarului total de apă de răcire cu ~1,6%.
- Creșterea diferenței de temperatură din schimbătorul de căldură dintre soluția săracă și soluția bogată influențează consumul de energie termică din reținer. Pentru cazul cu diferență de 10°C în schimbător, față de 5°C în cazul de referință, a fost necesară mai multă energie pentru încălzirea și eliberarea CO<sub>2</sub> din soluția bogată. Se dovedește în consecință creșterea consumului de energie termică cu aproape 4%.
- Creșterea presiunii de lucru din desorber are un efect pozitiv asupra consumului de energie termică în reținer, necesarului de apă de răcire precum și asupra consumului de energie electrică necesar comprimării CO<sub>2</sub>. Consumul de energie termică se reduce cu 1,1%, necesarul de apă de răcirii cu 1,5% iar consumul de energie electrică pentru comprimarea CO<sub>2</sub> cu 3,3% dacă presiunea din desorber crește de la 1,7 bar la 1,9 bar.

Contribuții în legătură cu efectul captării CO<sub>2</sub> cu MEA asupra performanțelor energetice ale centralelor pe cărbune:

- Prin adăugarea tehnologiei post-combustie de captare CO<sub>2</sub>, pe baza procesului de absorbție-desorbție cu MEA, puterea electrică brută a centralei se reduce cu 16,9%, până la aproape 482 MW, în cazul centralei pe arderea cărbunelui bituminos și cu 18,4%, până la 473 MW, în cazul centralei pe cărbune subbituminos. Impactul captării CO<sub>2</sub> asupra puterii electrice brute produse în cazul folosirii lignitului în procesul de ardere este cel mai mare, energia electrică brută scade cu 19,5%, până la 467MW, față de centrala fără captare.

- Cantitatea de abur extrasă, necesară regenerării solventului, este semnificativă și reprezintă între 55% și 64% din debitul total de abur din conducta de MP/JP. Pentru centrala pe lignit cantitatea de abur extrasă este cu 15,4% mai mare față de cazul pe cărbune bituminos, iar în cazul centralei pe cărbune subbituminos cantitatea extrasă este de 8,9% mai mare.
- Impactul implementării tehnologiei post-combustie de captare CO<sub>2</sub> asupra puterii electrice nete produse este mai mare în cazul centralelor pe arderea cărbunilor inferiori. În cazul centralei pe lignit puterea electrică netă se reduce cu peste 30%, până la 377 MW, pentru cea pe cărbune subbituminos cu 28,9%, până la 389,4 MW, și pentru centrală pe cărbune bituminos cu 26,5%, până la 404 MW. Diferența dintre eficiența netă a centralei pe cărbune bituminos și cea pe lignit este de 3,3 puncte procentuale, iar față de cea pe cărbune subbituminos de 1,5 puncte.
- Rezultatele simulării au arătat că returnarea condensului în degazor are un efect pozitiv asupra puterii electrice brute produse. În această lucrare s-au analizat două opțiuni de returnare a condensului din rețea, și anume, returnarea condensului direct în condensatorul principal al centralei și returnarea condensului în degazor. În medie, s-a obținut o îmbunătățire de 2,3% a puterii electrice brute produse față de cazurile cu returnarea condensului în condensator. Iar eficiența netă a centralei a crescut cu 0,7-0,8 puncte procentuale, adică cu 10,0-11,5 MW. Această energie reprezintă 1/5 din energie electrică consumată de instalația de captare și comprimare CO<sub>2</sub>.
- Dacă în procesul de absorbție-desorbție CO<sub>2</sub> s-ar utiliza solvenți chimici, ale căror necesar de energie termică pentru regenerare va fi mai mic, atunci impactul asupra performanțelor energetice ale centralei va fi mai mic. Pentru sisteme de absorbție cu un consum de energie termică de 3,4 MJ/kg CO<sub>2</sub> captat, puterea electrică brută a centralei se reduce cu peste 15%, iar în cazul sistemelor cu consum redus de energie termică, pentru regenerare, de 2 MJ/kg CO<sub>2</sub> captat, puterea electrică brută scade cu doar ~9%. Cantitatea de abur extrasă din circuitul centralei se reduce de la ~54% (din debitul total al aburului în conducta de MP/JP) până la ~30%, rezultând într-un consum specific de abur de 0,9 kg/kg CO<sub>2</sub> captat.
- Performanțele energetice ale centralelor pe cărbune cu și fără captare CO<sub>2</sub> depind de tipul cărbunelui utilizat în procesul de ardere. Comparând eficiența netă a centralelor, se poate observa că centralele pe cărbune bituminos sunt cele mai performante, având eficiențe nete de 40,6% (fără captare) și 30,6% (cu captare), urmate de cele pe arderea cărbunelui subbituminos și apoi de cele pe lignit. În cazul centralelor pe lignit, adăugarea tehnologiei de captare post-combustie reduce eficiența netă a centralei cel mai mult de la 38,4% până la 27,4%, adică o penalitate energetică de 11 puncte procentuale (28,7%). Această penalitate se datorează în principal (i) extragerii aburului pentru regenerarea solventului și (ii) consumului de energie electrică al instalației de captare și comprimare CO<sub>2</sub>.
- Efectul captării CO<sub>2</sub> de la centralele pe cărbune asupra consumului de combustibil este semnificativ. Rezultatele arată că pentru generarea aceleași cantități de energie, centralele cu captare CO<sub>2</sub> vor consuma cu peste 30% mai mult cărbune decât centralele fără captare CO<sub>2</sub>. Cele mai mari creșteri vor avea centralele pe lignit, a căror consum specific de combustibil va crește cu 40,3%, de la 633 kg/MWh fără

captare până la 889 kg/MWh cu captare. În cazul centralelor pe arderea cărbunelui bituminos, efectul captării CO<sub>2</sub> este semnificativ mai mic, cu consumuri aproape în jumătate față de cele pe lignit. Comparând rezultatele obținute pentru trei cazuri diferite se poate observa că, centralele pe arderea cărbunelui subbituminos și lignit vor avea consumuri specifice de combustibil cu 38,8% și, respectiv, 86,6% mai mari față de cazul pe cărbune bituminos. Adăugând instalația de captare CO<sub>2</sub>, consumul specific de combustibil crește cu peste 40% și, respectiv, 95% față de centrală pe cărbune bituminos.

- Aplicarea tehnologiei post-combustie de captare CO<sub>2</sub>, pe baza procesului de absorbție cu MEA, rezultă în reduceri substanțiale de emisii de CO<sub>2</sub>. Astfel, pentru centrala pe arderea cărbunelui bituminos cu captare CO<sub>2</sub> emisiile de carbon se reduc până la 105 kg CO<sub>2</sub>/MWh față de 794 kg CO<sub>2</sub>/MWh fără captare, ceea ce înseamnă 86,7% din emisii sunt evitate. Pentru centralele pe arderea cărbunilor inferioari, emisiile specifice de CO<sub>2</sub> sunt mai mari. Centralele pe lignit vor genera în atmosferă cea mai mare cantitate de CO<sub>2</sub> pe MWh produs (920 kg CO<sub>2</sub>/MWh). După captare, emisiile de CO<sub>2</sub> pot fi reduse până la 129 kg CO<sub>2</sub>/MWh, adică 86,0% din emisii vor fi evitate. Comparând rezultatele pentru trei tipuri de cărbune utilizați în procesul de ardere, centralele pe cărbune subbituminos și lignit vor emite cu 9,0% și, respectiv, 15,7% (fără captare) și 12,4% și, respectiv, 22,4% (cu captare) mai mult CO<sub>2</sub> decât centrala pe cărbune bituminos.
- Pe lângă reducerea CO<sub>2</sub>, se poate concluziona și că centralele pe cărbune integrate cu sisteme post-combustie de captare CO<sub>2</sub> pe baza absorbției cu amine vor emite cantități semnificativ mai mici de emisii de NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> și particule. Aceasta deoarece, prezența acestor poluanți în fluxul gazos la intrare în instalația de captare poate afecta procesul de absorbție CO<sub>2</sub> cu amine, reacționând cu aceștia, și formând săruri stabile termic și alți produși de degradare care duc la pierderea de amină. De aceea, centralele cu captare CO<sub>2</sub> vor fi echipate cu instalații îmbunătățite sau adiționale, pe lângă cele existente, de control al emisiilor înaintea procesului de captare. De asemenea, instalațiile de captare CO<sub>2</sub> pe bază de amine vor fi prevăzute cu (i) sisteme de purificare, regenerare și recuperare a solventului și (ii) sisteme de control ale emisiilor de amine, amoniac și alte substanțe după procesul de absorbție. Purificarea și recuperarea aminei se va face, în general, cu ajutorul procedurii termic de regenerare, iar pentru controlul emisiilor din instalația de captare se vor folosi în principal coloane de spălare.

### **Contribuții personale**

- Investigarea detaliată a procesului de absorbție-desorbție CO<sub>2</sub> cu MEA prin simulare. Efectul unor parametrii, cum ar fi, gradul de încărcare al absorbantului, rata de absorbție, temperaturile de lucru asupra procesului de absorbției, consumului de energie termică și electrică, necesarului de solvent și agent de răcire au fost investigate.
- Investigarea detaliată a performanțelor energetice ale centralelor pe cărbune cu și fără tehnologia post-combustie de captare CO<sub>2</sub> cu MEA. Efectul consumului de energie termică, necesar regenerării solventului, asupra puterii electrice brute produse de centralele pe arderea a trei tipuri diferite de cărbune au fost analizate.

De asemenea, identificarea celei mai bune opțiuni de integrare a condensului din refierbător cu efecte minime asupra performanțelor energetice ale centralelor.

- Stabilirea unui plan de lucru pe baza unor studii de caz și a unei strategii de cercetare care să scoată în evidență influența factorilor majori asupra procesului de absorbție CO<sub>2</sub>.
- Crearea și validarea modelelor Aspen pentru arderea cărbunelui bituminos, subbituminos și lignit cu datele raportate în literatura de specialitate pentru centrale pe cărbune pulverizat. De asemenea, efectuarea calculului teoretic al procesului de ardere și verificarea modelelor dezvoltate. Rezultatele obținute pentru fluxurile de intrare și ieșire au fost în acord cu rezultatele teoretice și cele din literatură.
- Crearea și validarea modelului Aspen pentru ciclul apă-abur al centralei cu datele raportate din literatura de specialitate pentru o centrală cu parametrii supracritici ai aburului viu (242,3 bar/593,3°C). Rezultatele obținute pentru debitul, presiunea și temperatura agentului de lucru, precum și puterea electrică brută produsă au fost în acord cu datele din literatură.
- Crearea și validarea modelului Aspen pentru absorbția CO<sub>2</sub> din gazele de ardere cu ajutorul soluției de MEA cu datele raportate în literatura de specialitate. Rezultatele obținute au arătat că modelul creat este în acord cu cazul de referință și poate fi folosit la simularea procesului de absorbție CO<sub>2</sub>. De asemenea, parametrii de performanță rezultați, în urma simulării procesului integrat de absorbție-desorbție CO<sub>2</sub>, corespund celor obținute în alte studii referitoare la captarea CO<sub>2</sub> cu MEA.
- Modelele dezvoltate pot fi utilizate atât separat, pentru investigarea anumitor parametrii de proces, cât și în combinație, pentru investigarea performanțelor centralelor cu și fără captare CO<sub>2</sub>, și identificarea oportunităților de îmbunătățire a întregului lanț. De asemenea, permite cuplarea lor la diferite centrale sau procese de captare CO<sub>2</sub>.
- Studiarea detaliată a schemelor de integrare a tehnologiei post-combustie de captare CO<sub>2</sub>, bazat pe procesul de absorbție cu MEA, la centrale pe cărbune și identificarea soluțiilor de îmbunătățire a performanțelor energetice.
- Prezentarea și descrierea schemelor de îmbunătățire ale procesului de absorbție CO<sub>2</sub> și reducerea consumului de energie termică.
- Prezentarea și descrierea detaliată a schemelor și proceselor de purificare, regenerare și recuperare a aminei.
- Prezentarea și descrierea sistemelor de control ale emisiilor de amine, amoniac și alte substanțe nocive rezultate în urma proceselor de captare CO<sub>2</sub> cu amine.
- Prezentarea și descrierea efectului diferitor poluanți asupra degradării și pierderii de amină în timpul procesului de absorbție-desorbție CO<sub>2</sub>.