

# EFICIENȚA ECONOMICĂ A UTILIZĂRII RESURSELOR ENERGETICE SECUNDARE ÎN INDUSTRIE

*conf. univ., dr.ing. Natalia BEGLEȚ,  
dr.ing. Serghei PALAȘ*

*Universitatea Tehnică a Moldovei  
Lismar-Vent SRL, Chișinău*

## Abstract

The concept of energy optimization is defined and applied to industrial processes. The paper discusses the meaning of choosing the definition of efficiency, system limitations and the definition of secondary energy resources. The aim of this paper is to show the simplicity and value of using the concept of energy analysis when analyzing industrial processes and the possibility of using secondary energy resources.

## Introducere

Activitățile umane sunt caracterizate în marea lor majoritate printr-un consum de materii prime și unul de energie. Rezultatul principal al oricărei activități este un produs sau un serviciu. În timpul procesului, pot rezulta unul sau chiar mai multe produse secundare, care depind de modul de lucru, de tipul resurselor consumate și de modul de organizare a lucrului[1].

Produsele secundare sunt deseori purtători de energie sub diverse forme. Aceste produse secundare pot fi aruncate sau pot fi recuperate, reciclate și refolosite în cadrul aceluiași proces sau într-un altul.

Conceptul RRR (recuperare, reciclare, refolosire) a apărut în momentul în care omenirea a devenit conștientă de caracterul limitat al resurselor materiale și energetice, moment care a determinat și o creștere semnificativă a prețurilor acestor resurse. Recuperarea a devenit din acel moment o necesitate economico-financiară pentru orice activitate umană ale cărei produse intrau pe piața mondială.

La acest nivel, prețul recuperării s-a dovedit a fi mai mic decât prețul nerecuperării, costurile de producție fiind mai mici în cazul recuperării decât în cazul nerecuperării. Astfel, dacă unul singur dintre producători adoptă un procedeu care implică recuperarea de orice fel, prețul produsului său scade și îi obligă și pe ceilalți producători de pe aceeași piață să adopte un procedeu asemănător.

Odată cu creșterea prețului energiei și alinierea acesteia la prețul mondial, utilizarea recuperării energiei sub toate formele devine pentru Republica Moldova o prioritate. Din punct de vedere tehnic, recuperarea energiei este asociată unui contur de bilanț (agregat, secție, clădire, întreprindere, platforma industrială, oraș, etc). În raport cu acest contur de bilanț energetic dat, recuperarea poate fi interioară sau exterioară.

Procesele tehnologice furnizează adesea cantități mari de energie, sub diferite forme, rezultând ca subproduse. Atunci când sunt caracterizate de un potențial energetic utilizabil, aceste fluxuri de energie, cel mai adesea susținute de fluxuri de masă, sunt resurse de energie secundare (R.E.S.). Având în vedere modul în care sunt definite, R.E.S. pot fi incluse în categoria pierderilor de energie ale procesului din care au rezultat.

Analiza recuperării resurselor energetice secundare rezultate în cadrul unui proces tehnologic industrial se face la un moment de timp caracterizat de anumite condiții tehnice și economice. În funcție de aceste condiții, numai o cota parte din conținutul energetic al R.E.S. poate fi refolosită eficient tehnico-economic, această cotă constituind resursele energetice refolosibile (R.E.R.).

Astfel, valoarea R.E.R. fiind dependentă de stadiul dezvoltării tehnologiilor de recuperare și de nivelul de referință al costurilor energiilor și materialelor utilizate, are un caracter dinamic.

Definirea resurselor energetice secundare și calculul eficienței recuperării lor se face stabilind în prealabil un contur de referință, care poate fi un proces, un agregat, un subansamblu tehnologic, o linie tehnologică, o întreprindere sau o zona industrială. Diversitatea mare de procese industriale conduce la apariția unor categorii diferite de R.E.S., cu caracteristici diferite în funcție de forma de energie utilizabilă și natura agentului energetic.

În categoria resurselor energetice secundare ponderea cea mai importantă o reprezintă gazele de ardere. În cazul principalelor procese tehnologice din industrie (metalurgie, construcții de mașini, materiale de construcții, chimie), temperaturile necesare desfășurării lor variază în limite largi. Ca urmare gazele de ardere rezultate din aceste procese au în mod curent temperaturi cuprinse între 300 - 2800 °C, impunându-se ca importante resurse energetice secundare de natura termică.

Randamentele termice ale procese tehnologice au valori minime, deci ele prezintă pierderi de căldură mari, constituind o rezervă considerabilă de resurse energetice secundare, în special sub forma gazelor de ardere. Datorită temperaturii ridicate impuse de desfășurarea acestor procese, căldura evacuată cu gazele de ardere poate avea o pondere de 35 – 60 % din cantitatea de energie consumată[2].

Debitul total de gaze de ardere se calculează în funcție de sarcina tehnologică, de consumul specific de combustibil, de cantitatea de gaze de ardere rezultate prin arderea unității de masă sau de volum de combustibil și de coeficientul de evacuare a gazelor de ardere din camera de lucru a agregatului tehnologic. La calculul debitului specific de gaze se ține seama și de pătrunderile de aer fals pe traseul

gazelor de ardere, de la ieșirea din camera de lucru a agregatului tehnologic până la intrarea în instalația recuperatoare, prin coeficientul de exces de aer.

### **Direcții de recuperare**

Recuperarea resurselor energetice secundare poate fi, interioară sau exterioară, în raport cu conturul de bilanț energetic stabilit pentru analiză.

Recuperarea interioară are loc atunci când energia conținută de către R.E.S. - urile rezultate dintr-un proces tehnologic este recuperată în cadrul aceluiași proces. Soluțiile de recuperare interioară sunt caracterizate de următoarele aspecte:

- utilizarea energiei recuperate se face direct în cadrul agregatului sau liniei tehnologice în care s-a produs R.E.S.;

- prin aplicarea unei soluții de recuperare de acest tip se economisește combustibil tehnologic (superior), efectul constând în reducerea directă a facturii energetice asociate agregatului sau procesului care a generat R.E.S.;

- sub aspect economic, prin încadrarea instalațiilor recuperatoare în fluxul tehnologic, aceste soluții de recuperare nu necesită cheltuieli suplimentare de exploatare;

- aplicarea soluțiilor de recuperare interioară pot conduce la creșterea productivității agregatului tehnologic.

Recuperarea exterioară are loc atunci când energia conținută de către R.E.S este utilizată în afara procesului tehnologic din care a rezultat, în cadrul întreprinderii sau platformei industriale, pentru acoperirea necesarului de energie termică și electrică. Aceste soluții de recuperare se pot aplica fie ca soluții independente, fie pentru creșterea gradului total de recuperare realizat în cadrul conturului de bilanț dat. Analizând recuperarea interioară comparativ cu recuperarea exterioară, aceasta din urma prezintă următoarele aspecte caracteristice:

- utilizarea energiei recuperate din R.E.S. în afara limitelor procesului industrial din care au rezultat, conduce la limitări de regim în recuperare datorate nesimultanității producerii cu consumul fie sub aspect cantitativ (în cazul utilizării energiei recuperate în direcție termică), fie sub aspect calitativ (în cazul utilizării energiei recuperate în direcție electrică sau mecanică);

- efectele energetice obținute prin economisirea combustibilului se reflectă la nivelul utilizatorului energiei recuperate, de regula combustibilul economisit fiind combustibil energetic;

- efectele economice determinate atât de economia de cheltuieli cu combustibilul, cât și de investițiile și cheltuielile aferente instalației recuperatoare influențează balanța economică a utilizatorului energiei recuperate.

### **Efectele recuperării R.E.S.**

Printre cele mai eficiente metode de creștere a gradului de utilizare a energiei consumate în procesele industriale poate fi amintită valorificarea resurselor

energetice secundare rezultate, în speță a gazelor de ardere. Efectele recuperării R.E.S. sunt de natura tehnică, economică și ecologică[3].

### **Efecte de natură tehnică**

Conceperea și încadrarea unor instalații recuperatoare direct în fluxul tehnologic contribuie la modernizarea schemelor generale ale proceselor tehnologice. Astfel amplasarea de recuperatoare (pentru preîncălzirea aerului, a combustibilului, a materialelor tehnologice) în cadrul proceselor pirotehnologice din industria metalurgică, a materialelor de construcții, chimică, permit trecerea la tehnologii noi, performante, cu un înalt grad de recuperare, cu productivități ridicate de obținere a produsului finit. Prin procedeele de recuperare, ca recircularea gazelor de ardere se mărește durata de viață a agregatelor tehnologice, diminuându-se solicitările termice la care sunt supuse părțile componente. Efectele de natura tehnică sunt corelate și se regăsesc în cele de natura economică.

### **Efecte de natură economică**

Sub aspect economic, efectele imediate sunt determinate în primul rând de economia de energie realizată, în funcție de direcția în care s-a făcut recuperarea, fie la nivelul producătorului energiei recuperate, fie la nivelul beneficiarului acestuia. Astfel se reduc consumurile energetice la nivelul conturului analizat, reducându-se implicit și aportul de combustibil clasic[4].

Reflectarea economică a reducerii consumurilor energetice, la nivelul întreprinderilor sau a platformelor industriale, are loc prin reducerea cheltuielilor de producție aferente acestora, ceea ce în final determină reducerea prețului de cost al produselor tehnologice. Efectul indirect, menționat anterior, respectiv reducerea apelului la energia primară, se reflectă prin reducerea pierderilor energetice și a consumurilor efective de energie din etapa extracției și a transportului combustibilului.

### **Efecte ecologice**

O importanță deosebită a recuperării resurselor energetice secundare, o reprezintă efectele reflectate asupra mediului ambiant. Din diferite procese industriale, rezultă gaze de ardere, care datorită cantității și calității lor nu pot fi evacuate ca atare în mediul ambiant.

Cea mai mare parte a acestora, datorită particularităților pe care le prezintă: temperatură, compoziție, presiune, pot constitui resurse energetice secundare termice, combustibile sau de suprapresiune, ele fiind utilizate ca atare și în același timp neutralizate sub aspectul nocivității asupra mediului ambiant.

Recuperarea gazelor de ardere rezultate din procesele industriale, ca R.E.S. de natură termică determină reducerea sensibilă a emisiei de căldură în mediul ambiant, deci reducerea efectului de seră, care constituie în condițiile puternice

industrializării cu care se confruntă planeta, un pericol iminent de distrugere a echilibrului ecologic.

Extracția combustibililor clasici, în special a celor solizi cu exploatarea la suprafața prin decopertarea starturilor de pământ de deasupra, are efecte negative asupra echilibrului ecologic[5]. Din aceasta cauză orice economie de combustibil, realizată prin recuperare reprezintă o reducere substanțială a apelului la resursele de energie primară, reducând-se astfel efectele nocive asupra mediului ambiant.

### Costul măsurilor propuse

Pentru utilizarea R.E.S. sub formă de gaze de ardere ieșite din procesul tehnologic se propune instalarea unui cazan recuperator (tab.1).

Tabelul 1. Parametrii agenților de lucru

Agentul termic			
Gaze de ardere	$V_{g.a.}=12\ 000\ m^3/h$	$t_{g.a.1}=700\ ^\circ C$	$t_{g.a.1}=160\ ^\circ C$
Apa de alimentare		$t_{a.a.}=105\ ^\circ C$	$i'=440\ kJ/kg$
Abur saturat	$P_{a.s.}=4\ MPa$	$t_{a.s.}=250,3\ ^\circ C$	$i''=2800\ kJ/kg$

Ecuția bilanțului termic:

$$V_{g.a.} \cdot \rho_{g.a.} \cdot c_{g.a.} \cdot (t_{g.a.1} - t_{g.a.2}) \cdot \eta = D \cdot (i'' - i'),$$

Cantitatea de abur produsă în cazanul recuperator:

$$D = \frac{V_{g.a.} \cdot \rho_{g.a.} \cdot c_{g.a.} \cdot (t_{g.a.1} - t_{g.a.2}) \cdot \eta}{(i'' - i')}$$

$$D = \frac{12000 \cdot 0,502 \cdot 1,16 \cdot (700 - 160) \cdot 0,95}{3600 \cdot (2800 - 440)} = 0,422 \frac{kg}{s} = 1519 \frac{kg}{h}$$

unde  $\eta = 0,95$  coeficientul utilizării căldurii.

Cantitatea de combustibil economisită:

$$B = \frac{Q}{Q_i^r \cdot \eta} = \frac{D \cdot (i'' - i')}{Q_i^r \cdot \eta}$$

$$B = \frac{1519 \cdot (2800 - 440)}{33500 \cdot 0,9} = 118,9 \frac{m^3}{h}$$

unde  $Q_i^r = 33500\ kJ/m^3$  – căldura de ardere a gazului natural,  
 $\eta = 0,9$  – randamentul cazanului.

Economia anuală a combustibilului:

$$B^{annual} = B \cdot 24 \cdot 3600 = 118,9 \cdot 24 \cdot 3600 = 10\ 272\ 974,3 \frac{m^3}{an}$$

În cazul utilizării R.E.S costul combustibilului economisit va fi:

$$S = k \cdot B^{annual} = 4,02 \cdot 10272974,3 = 41\ 297\ 356,8\ lei/an$$

unde  $k = 4,02\ lei/m^3$  prețului gazului natural.

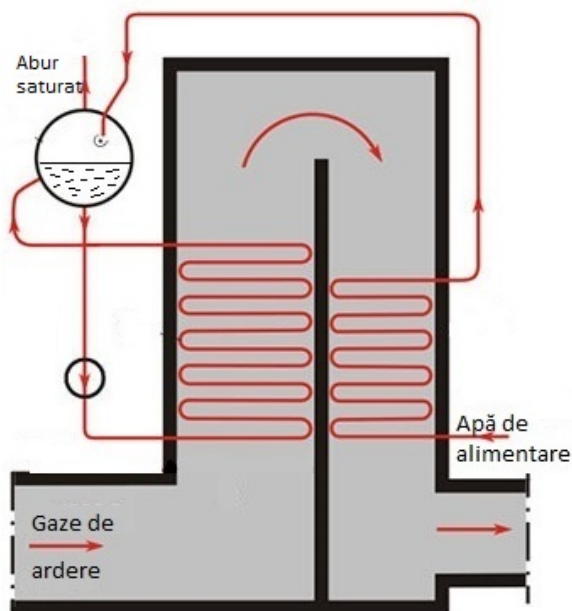


Figura 1. Schema cazanului recuperator

## Concluzii

Efortul cerut pentru reducerea consumurilor de energie în vederea conservării acesteia este de multe ori mai mic decât cel necesar procurării și producerii ei. Optimizarea energetică trebuie orientată spre consumatori din toate ramurile economice.

Problematica complexă a conservării energiei în industrie trebuie analizată în contextul concret al unei structuri de consum și de producție a energiei, al cunoașterii tehnologiilor și a infrastructurilor consumatoare și producătoare de energie, printr-o colaborare apropiată între specialiști în domeniul energetic și inginerii tehnologi de proces. Numai așa pot fi identificate și aplicate cele mai bune soluții de eficientizare energetică.

## Bibliografie

- [1] E. Minciuc, I. Diaconescu și R. Pătrașcu, Energy Management for Energy efficiency, FAIMA, Business and Management Journal, volumul 5, nr. 2, iunie 2017, ISSN-2344-4088, pag. 63-72;
- [2] Bogdan Horbaniuc, Bilanț și audit energetic, Note de curs, Iași 2009
- [3] Daniela Laura Buruiana, Marius Bodor, Laura G. Tiron, Sustainable Development, Ed. Zigotto 2016, pg.150, ISBN 978-706-669-172-7
- [4] Natalia Begleț, Studiu exergoeconomic de rentabilitate pentru o secție metalurgică, Teza de doctor, Galați, 2005.
- [5] <http://www.enescoindustrial.com/>