



A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2012

VALORIFICAREA CĂLDURII DIN APELE INDUSTRIALE UZATE

Gabriela LILIANA DEAC, Tiberiu RUSU

RECOVERY OF HEAT INDUSTRIAL WASTEWATER

Secondary energy resources (RES) with low thermal potential such as heat from industrial wastewater and exhaust flue gases have substantial energy content. The current trend to recovery of this RES consist of develop to researches and plants for electrical power. This paper presents the current state of energy conversion using organic Ranking cycle (ORC).

Cuvinte cheie: ape uzate industriale, ciclul organic Rankine, resursă energetică secundară, conversie energie termică, potențial termic redus

Keywords: industrial wastewater, organic Ranking cycle, secondary energy source, converting heat, low grade waste heat

1. Introducere

Una din provocările majore pentru Uniunea Europeană se referă la modul în care se poate asigura securitatea energetică cu energie competitivă și „curată”, ținând cont de limitarea schimbărilor climatice, escaladarea cererii globale de energie și de viitorul nesigur al accesului la resursele energetice.

Planul climatic „20-20-20” - de departe cel mai cuprinzător set de politici anti-schimbări climatice - are ca țintă până în anul 2020 reducerea cu 20 % a emisiilor de gaze cu efect de seră față de nivelurile din 1990 (respectiv cu 14 % față de 2005), diminuarea

consumului de energie primară cu 20 % și atingerea unei ponderi de 20 % a energiei regenerabile în totalul consumului. Acest plan care intră în vigoare din 2013, urmărește și revizuirea sistemului de tranzacționare a certificatelor privind emisiile de CO₂, introducerea cotelor specifice obligatorii pentru fiecare stat membru, care variază în funcție de PIB-ul fiecărei țări și promovarea energiei regenerabile [9].

2. Caracterizarea apelor uzate industriale

Indicatorii de calitate a apelor industriale uzate evacuate se vor încadra în valorile prevăzute de H.G.188/2002, modificată prin H.G. nr. 352/2005, NTPA 001/2002 și a Autorizației de ape pentru aprobarea unor norme privind condițiile de deversare în mediul acvatic a apelor uzate.

În tabelul 1 sunt prezentate limitele admise de încărcare pentru evacuarea apelor industriale uzate provenite de la societățile SA ArcelorMittal SA Hunedoara și SC Mechel Câmpia Turzii SA în emisarii naturali (râul Cerna, respectiv râul Arieș) [7], [8], [10]. Valoarea temperaturii apei industriale uzate și epurate admisă pentru deversarea în receptorul natural este de 35 °C.

Principalii indicatori analizați la stabilirea gradului de încărcare al apelor uzate și în funcție de care se determină gradul de epurare al apelor uzate sunt [5]:

- MTS – suspensiile din apa uzată, care sunt mai puțin sedimentabile decât materiile organice solubile și care sedimentează cu timpul în bazinele de decantare sub formă de nămol;
- CBO – consumul biochimic de oxigen reprezintă un indicator al poluării apei cu substanțe biochimice;
- CCO – consumul chimic de oxigen reprezintă un indicator al poluării apei cu substanțe organice oxidabile.

Tabelul 1

Indicatori de calitate	Valori admise [mg/l]	
	SC ArcelorMittal SA Hunedoara	SC Mechel Câmpia Turzii SA
Temperatura, °C	35	35
pH	6,5÷8,5	6,5÷8,5
Materii în suspensie	60,0	60
Subst. extractibile cu solv.	20,0	20,0

organici		
CBO ₅	20	20
CCO _{Cr}	125	125
Cloruri	500	500
Sulfați	600	400
Azot total	10	-
Produse petroliere	5	0
Reziduri fixe (filtrate la 105 °C)	2000,0	2000
Fe total	5,0	5,0
Amoniu	2,0	-
Detergenți sintetici	0,5	-
Cr hexavalent	0,1	1,0
Ni	0,5	0,5
Mn	1,0	1
Pb	0,2	-
Cd	0,2	-
Zn	0,5	0,5
Cu	-	0,1
Fosfor total	-	2

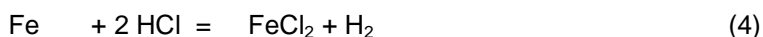
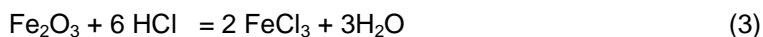
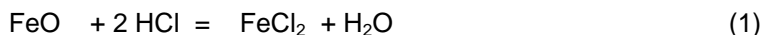
2.1. Apa uzată din industria metalurgică

Apele uzate provenite din industria metalurgică sunt apele de răcire utilizate în diferite procese tehnologice.

a) Apa uzată provenită din sectoarele de trefilare:

Apa de răcire se utilizează în procesul de călire izotermă a sârmei în baia de plumb topit, care are loc la temperatura de 480–550 °C, urmând procesul de decaparea sârmei cu o soluție de HCl.

Reacțiile chimice care au loc în baia de decapare sunt:



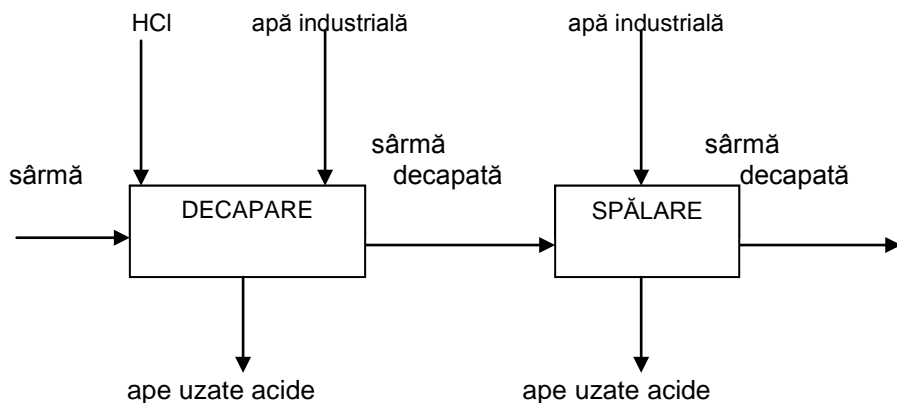


Fig. 1 Schema bloc a procesului de decapare și spălare [11]

Apele uzate provenite din procesul de decapare și spălare a sârmelor tratate izoterm sunt impurificate cu substanțe chimice și au un conținut ridicat de căldură la temperaturi de până 70 °C .

b) Apa uzată provenită de la turnarea continuă și din sectoarele de laminare țagle

Apa de răcire utilizată la procesul de turnare continuă provine de la cuptorul electric cu arc, de la instalația de desprăfuire, de la răcirea transformatorului și a cablurilor de forță, de la instalația de tratament secundar LF și de la sectoarele de laminare [7].

Temperatura apelor uzate evacuate din instalațiile industriale de răcire din industria metalurgică (ex. SC ArcelorMittal SA Hunedoara, SC Mechel Câmpia Turzii SA etc.), Centralele termoelectrice, Centrale nucleare etc este mult mai mare decât limita admisă pentru deversare în emisar de 35 °C.. Astfel:

- la Laminorul de Profile Mijlocii temperatura apei la intrarea în instalație este 20 °C și la ieșire de 70 °C [7].
- la Laminorul de Sârmă temperatura apei la intrarea în instalație este 20 °C și la ieșire de 70 °C [7].
- la cuptorul electric cu arc tip EBT 100 t este 20 °C și de 60 ÷ 100 °C la ieșire din instalație.

- la instalația de desprăfuire de la cuptorul electric EBT apa de răcire ajunge la aproximativ la 100 °C [7].
- la instalația de răcire și spălare de la decapare, temperatura apei la ieșire este cuprinsă între 40÷70 °C [11].

3. Apa uzată industrială – resursă energetică secundară (RES)

Apa uzată industrială poate fi considerată rezultatul unui proces tehnologic “primar” făcând parte din categoria de “pierderi” energetice ale procesului sau agregatului respectiv, reprezentând o resursă energetică secundară (RES).

Căldura apelor uzate industriale constituie o potențială sursă de energie care este de multe ori neexploată, deoarece este clasificată ca fiind sursă de căldură cu potențial termic redus. Cantitativ această resursă poate fi foarte mare. De exemplu, la topire oțelului în cuptorul electric cu arc atinge 12 ÷ 15 % din totalul energiei consumate.

La SC. ArcelorMittal Hunedoara căldura evacuată cu apa de răcire este 109 kWh/t de oțel topit adică circa 15 000 MWh/an, [12]. Acest potențial energetic ar putea fi reutilizat pentru îmbunătățirea energetică a desfășurării, eventual a aceluiași proces din care a rezultat sau a altui proces. Căldura acestor surse nu poate fi convertită în mod eficient în energie electrică prin metode convenționale de generare a energiei și o cantitate mare de căldură cu temperatură moderată sau mică este pur și simplu irosită. În acest context cercetarea cu privire la modul de a converti căldura de potențial termic redus în surse de energie electrică este de mare importanță [1], [4].

Pentru conversia surselor de căldură de potențial termic redus în energie electrică, au fost propuse și studiate diferite cicluri termodinamice, cum ar fi ciclul Rankine organic, ciclul Rankine supercritic, ciclul Kalina, ciclul Goswami etc. Deși ciclul Kalina este mai performant cu circa 3 % decât ciclul Rankine cu fluid organic, acesta din urmă este mult mai puțin complex și cu o întreținere mai simplă.

Ciclul organic Rankine (ORC) se bazează pe principiul ciclului Rankine cu abur, dar utilizează fluide organice de lucru cu puncte de fierbere scăzute, pentru a recupera căldura de la sursele cu temperaturi joase. În privința aspectelor de mediu pentru evitarea impactului negativ se utilizează în general fluide de lucru care conțin fluor și atomi de carbon. În figura 2 se prezintă o instalație cu ciclul organic Rankine și o reprezentare grafică a acestuia în diagramă T-s.

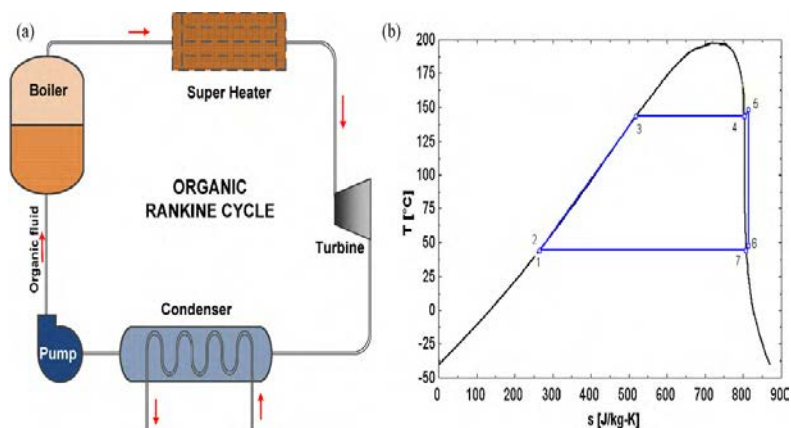


Fig. 2 Ciclul organic Rankine

a) Instalație cu ciclu organic Rankine; b) Diagrama T-s a ciclului ORC [2]

Ciclul ORC este configurat cu o turbină de expansiune, un condensator, o pompă, un cazan și un supraîncălzitor, cu condiția ca supraîncălzirea să fie necesară. Instalația cu ciclul organic Rankine (ORC) va folosi apele industriale uzate pentru a încălzi un fluid cu un punct de fierbere mai mic, iar presiunea ce va rezulta va acționa o turbină și un generator electric. Unitatea este capabilă să recupereze cantități mari de căldură cu potențial termic redus ($30\div 130\text{ }^{\circ}\text{C}$), generate de un proces industrial, care în prezent se pierde în atmosferă.

Deși este ușor a recupera căldură din sursele cu temperaturi ridicate, provocarea actuală constă în dezvoltarea unor instalații care pot genera continuu electricitate din excesul de căldură la temperaturi mai mici de $130\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4. Aplicații ale valorificării căldurii apelor uzate industriale

În Europa, Marea Britanie, Germania, Italia și Austria au înțeles oportunitatea implementării în industrie a acestei tehnologii care utilizează unitați ORC capabile să producă energie electrică din fluxurile de deșuri de apă industrială uzată și gaze de ardere evacuate din instalații industriale având căldura cuprinsă în intervalul de

temperatură de $30\div 130\text{ }^{\circ}\text{C}$. În Marea Britanie Proiectul DRD va fi realizat la firma Huntsman Pigments din Greatham, Hartlepool, folosind apa fierbinte pentru a genera până la 200 kW energie electrică, obținându-se și o reducere a emisiei de CO_2 de 600-750 $\text{t}_{\text{CO}_2}/\text{an}$ [3].

Tehnologia ORC ar putea fi folosită la o gamă largă de site-uri industriale, inclusiv rafinării, complexe petrochimice, oțelării, fabrici de ciment și fabrici de hârtie etc [6].

În România, în prezent doar două companii (SC Holcim SA Aleșd și SC Sortilemn SA Gherla) urmează să achiziționeze centrale ORC care produc energie electrică din fluxurile de gaze de ardere.

5. Concluzii

■ În condițiile provocării actuale privind asigurarea resurselor energetice și necesitatea stopării încălzirii globale, recuperarea resurselor energetice secundare cu potențial redus reprezintă o orientare de interes crescut.

■ Numeroase cercetări și realizări recente semnalizează o preocupare deosebită pentru dezvoltarea unor tehnologii avansate de valorificare a căldurii din apele industriale uzate. Tehnologia bazată pe utilizarea ciclului Rankine cu fluide organice (O.R.C) pare a fi cea mai promițătoare. Utilizarea ORC permite valorificarea căldurii reziduale de potențial termic redus în scopul obținerii de energie electrică.

■ În România există un potențial important de resurse energetice secundare cu temperaturi reduse neexploatate. Autorii consideră că orientarea spre cercetare-dezvoltare în acest domeniu este oportună.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Badea, A., Athanasovici, V., *Valorificarea resurselor energetice secundare*, Editura tehnică, București, 1985.
- [2] Huijuan, Chen, D., Yogi, Goswami, Elias, K., Stefanakos, *A review of thermodynamic cycles and working fluids for the conversion of low-grade heat*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 14 (2010), pag.3059-3067.
- [3] * * * Cogeneration & On-Site Power Production - *ORC heat to power technology to be trialed in UK*, United Kingdom, 2010.
- [4] Novac, A., *Curs de tehnologii curate, Valorificarea resurselor secundare*. Universitatea de Stat din Tiraspol, Chișinău.
- [5] Rusu, T., *Protecția mediului industrial*, Ediatura Mediamira, Cluj-Napoca, 2002.

- [6] Vescovo, R., Palestra, N., *Applicazione di Cicli ORC a Recuperi Termici da Processi Industriali*, Conferenza AEIT, Catania, 27-29 Settembre 2009.
- [7] * * * *Autorizație Integrată de Mediu* - nr. 15/ 27.11. 2006 , SC. ArcelorMittal SA Hunedoara.
- [8] * * * *Autorizație Integrată de Mediu* - nr.96 /31.10.2007, SC Mechel SA, Câmpia-Turzii.
- [9] * * * *Directiva 2009/28/EC, art.4(3) privind promovarea energiei regenerabile.*
- [10] * * * *NTPA 001/2002. Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptor naturali.*
- [11] * * * *Tehnologie de fabricație a sârmelor.* Instrucțiuni tehnologice SC Mechel Câmpia Turzii SA, 2008.
- [12] * * * *Contract de cercetare nr.23783/2011-* Bilanț energetic complex la Secția Oțelărie S.C.ArcelorMittal Hunedoara. UTC-N, Cluj-Napoca, 2011.
- [13] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*, ediția a doua revăzută și adăugită. Editura Academiei Române și Editura AGIR, București, 2005.

Drd.Ing Gabriela Liliana DEAC
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
e-mail: gabinect@yahoo.com

Prof.Dr.Ing. Tiberiu RUSU
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
e-mail: tiberiu.rusu@sim.utcluj.ro