

GESTIUNEA TERMO-ENERGETICĂ A PROCESELOR INDUSTRIALE – G.T.P.I.

Răzvan CALOTĂ

CUPRINS

- [CURS 1](#) Introducere în economia termo-energetică. Preîncălzirea aerului
- [CURS 2](#) Preîncălzitoare de aer cu tuburi lise sau nervurate.
- [CURS 3](#) Recuperatoare de căldură regenerative
- [CURS 4](#) Bilanțuri energetice în procesele industriale de ardere.
- [CURS 5](#) Avantajul condensării vaporilor de apă din gazele de ardere în economia de combustibil. TUBURI TERMICE.
- [CURS 6](#) Valorificarea energetică a deșeurilor

SCOPUL PRINCIPAL AL MATERIEI:

Identificarea metodelor, echipamentelor, instalațiilor care ajută la recuperarea energiei din surse care în alte condiții ar fi epuizate (irosite), creșterea în acest mod a randamentului instalațiilor și asigurarea unei dezvoltări SUSTENABILE.

În ultima decadă preocupările la nivel global privind eficiența energetică și protecția mediului au devenit din ce în ce mai accentuate, atenția generală fiind îndreptată asupra utilizării inteligente și sustenabile a combustibililor precum și extinderea utilizării instalațiilor alimentate de resurse regenerabile de energie.

Programul Energie inteligentă – Europa stabilit **prin** Decizia nr. 1639/2006/CE a Parlamentului European a fost esențial pentru punerea în aplicare a unui plan privind utilizarea sustenabilă a energiei și prin susținerea obiectivului unei industrii cu emisii scăzute de dioxid de carbon.

Un prim pas important în această direcție a fost făcut prin DIRECTIVA 2009/125/CE A PARLAMENTULUI EUROPEAN de instituire a unui cadru pentru stabilirea cerințelor în materie de proiectare ecologică aplicabile produselor cu impact energetic. Conform acestei Directive, printr-o mai bună proiectare multe aplicații își pot reduce impactul negativ asupra mediului în același timp cu realizarea unei economii semnificative de energie. Acest lucru duce indirect la economii pentru întreprinderi.

Directiva 2009/125/CE stabilește că pentru fiecare produs realizat trebuie evaluate caracteristici cum ar fi:

- consumul prevăzut de materiale și energie;
- emisiile anticipate, în aer, apă sau sol;
- generarea de deșeuri prevăzută și posibilități de refolosire, reciclare și recuperare a materialelor și/sau a energiei.

Materia Gestiunea Energetică a Proceselor Industriale acoperă toate aceste caracteristici prin instalațiile și echipamentele prezentate și analizate, atât pe partea de recuperare tehnologică a energiei cât și prin micșorarea emisiilor în atmosferă și prin instalațiile de reciclare și producerea de energie din deșeuri.

Monitorizarea stadiului implementării eficientizării energetice în ROMÂNIA se face prin intermediul **Planului Național de Acțiune în Domeniul Eficienței Energetice ediția a IV-a 2017-2020.**

La nivel național eficiența energetică revine **Departamentului pentru Eficiență Energetică** din cadrul Autorității Naționale de Reglementare în Domeniul Energiei, **ANRE.**

- **Obiective în România (abordate de disciplina GEPI):**

① Introducerea unor **sisteme de recuperare a căldurii** rezultată în urma proceselor industriale;

② Îmbunătățirea eficienței energetice a sistemelor de încălzire prin introducerea sistemelor de încălzire care folosesc energia termică din surse regenerabile și prin **reducerea cantității de combustibil** (gaz, petrol brut, etc.) utilizat

③ Îmbunătățirea eficienței energetice a sistemelor de încălzire și de răcire (de exemplu, utilizarea pompelor de căldură, **înlocuirea boilerelor existente cu boilere noi, mai eficiente, modernizarea sistemelor industriale de încălzire/răcire**).

DE UNDE PUTEM RECUPERA ENERGIA?

① DIN GAZELE DE ARDERE REZULTATE DIN PROCESE DE ARDERE- cazane industriale, incineratoare, cuptoare etc. în PREÎNCĂLZITOARE DE AER

② Prin adăugarea de TREpte SUPPLEMENTARE DE CONDENSARE echipamentelor industriale și recuperarea căldurii latente a vaporilor de apă

③ Prin identificarea COMBUSTIBILILOR EFICIENȚI de alimentare a instalațiilor de ardere care asigură randamentul cel mai ridicat

④ Prin utilizarea de schimbătoare de căldură performante (TUBURI TERMICE)

Domenii de recuperare si recomandari tehnologice

Temp Range	Example Sources	Temp (°C)	Typical Recovery Methods/ Technologies
High >1,200°F [> 650°C]	Nickel refining furnace	1,370-1,650	Combustion air preheat
	Steel electric arc furnace	1,370-1,650	
	Basic oxygen furnace	1,200	Steam generation for process heating or for mechanical/ electrical work
	Aluminum reverberatory furnace	1,100-1,200	
	Copper refining furnace	760-820	Furnace load preheating
	Steel heating furnace	930-1,040	
	Copper reverberatory furnace	900-1,090	Transfer to med-low temperature processes
	Hydrogen plants	650-980	
	Fume incinerators	650-1,430	
	Glass melting furnace	1,300-1,540	
	Coke oven	650-1,000	
	Iron cupola	820-980	

Domenii de recuperare si recomandari tehnologice

Medium 450-1,200°F [230-650°C]	Steam boiler exhaust Gas turbine exhaust Reciprocating engine exhaust Heat treating furnace Drying & baking ovens Cement kiln	230-480 370-540 320-590 430-650 230-590 450-620	Combustion air preheat Steam/ power generation Organic Rankine cycle for power generation Furnace load preheating, feedwater preheating Transfer to low-temperature processes
Low <450°F [<230°C]	Exhaust gases exiting recovery devices in gas-fired boilers, ethylene furnaces, etc. Process steam condensate Cooling water from: furnace doors annealing furnaces air compressors internal combustion engines air conditioning and refrigeration condensers Drying, baking, and curing ovens Hot processed liquids/solids	70-230 50-90 30-50 70-230 30-50 70-120 30-40 90-230 30-230	Space heating Domestic water heating Upgrading via a heat pump to increase temp for end use Organic Rankine cycle

Cum se calculează temperatura gazelor de ardere cu preîncălzire?

$$t_g = t_{tPA} = \frac{(1 - q_{ch}) \cdot H_i + \alpha \cdot V_0 \cdot c_{pa} \cdot t_{aPA}}{(V_{g0} + (\alpha - 1) \cdot V_0) \cdot c_{pg}} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$t_{tPA} = \frac{(1 - q_{ch}) \cdot H_i + \alpha \cdot V_0 \cdot c_{pa} \cdot (t_{aPA} - t_{a0}) + \alpha \cdot V_0 \cdot c_{pa} \cdot t_{a0}}{(V_{g0} + (\alpha - 1) \cdot V_0) \cdot c_{pg}} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$t_{tPA} = t_t + \frac{\alpha \cdot V_0 \cdot c_{pa} \cdot (t_{aPA} - t_{a0})}{(V_{g0} + (\alpha - 1) \cdot V_0) \cdot c_{pg}} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$t_{aPA} \uparrow \quad t_{tPA} \uparrow$$

Cât de mult putem crește temperatura teoretică de ardere?

Prin introducerea de aer preîncălzit, valoarea temperaturii teoretice de ardere crește în medie cu 150°C ÷ 200°C

D.p.d.v. al randamentului asigură o creștere semnificativă, problema care apare este legată de emisia de poluanți care crește odată cu temperatura de ardere.

Care sunt poluanții periculoși?

SO_x oxizi de sulf care apar la prezența sulfului în combustibil

Reacționează cu vaporii de apă din atmosferă, formând acidul sulfuric.

NO_x oxizi de azot a căror apariție este importantă la temperaturi de ardere ridicate

COV compuși organici volatili (aldehide)

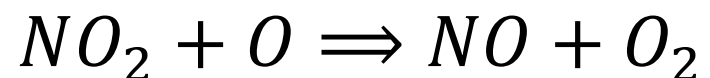
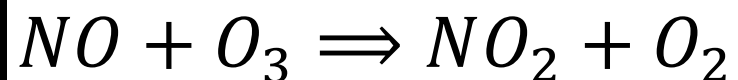
Care sunt poluanții periculoși?

CO monoxid de carbon rezultat din arderea incompletă-
reduce cantitatea de oxigen transportat prin sânge

PM 2,5 și PM10 sunt particule solide de dimensiuni extrem
de mici , având diametrul mai mic sau egal cu $10\mu\text{m}$ care
din cauza dimensiunii pot pluti în aer și ajunge în plămâni-
astm, boli cardio-vasculare

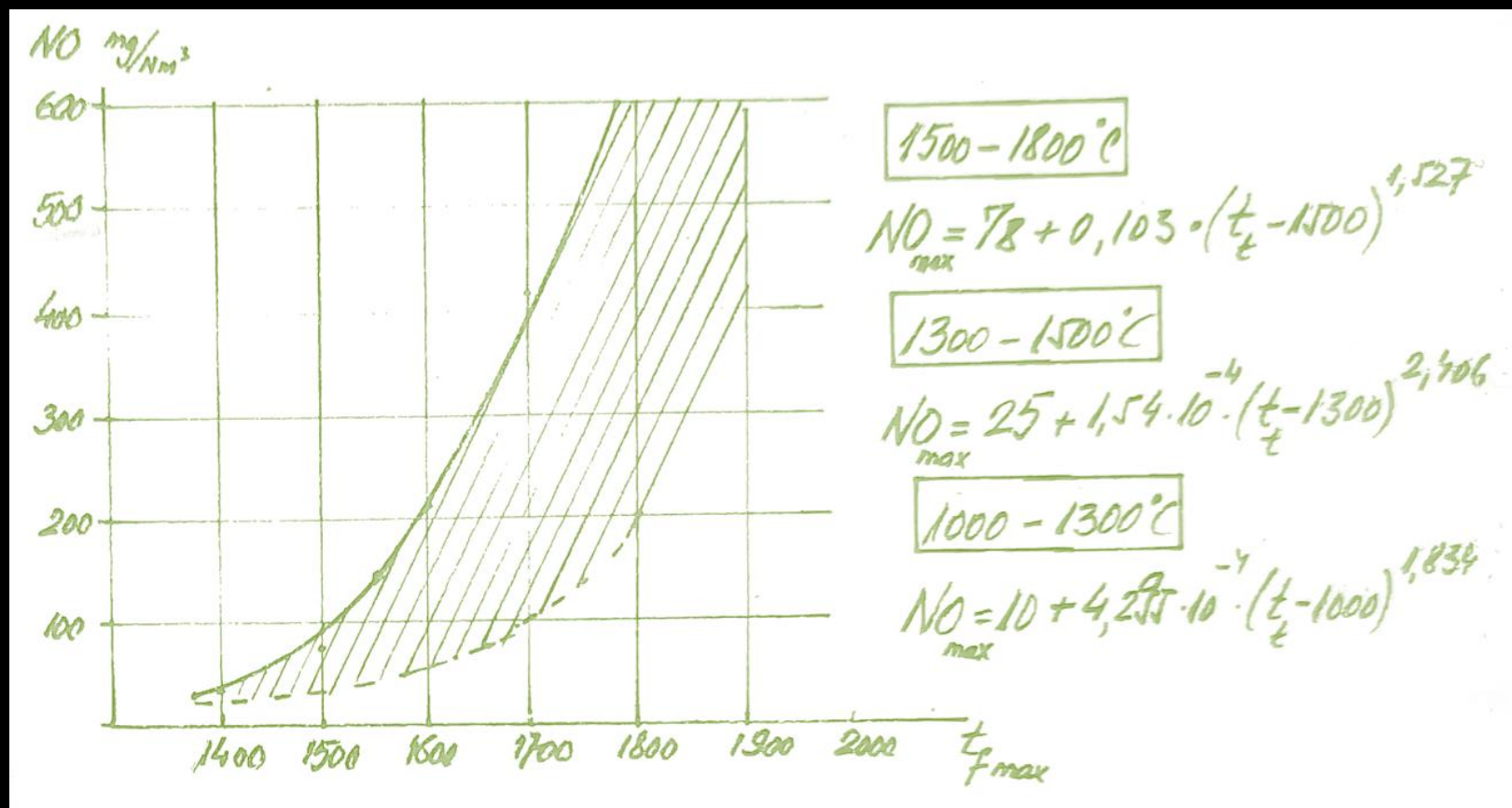
NO_x

- *Formează cu radicalul (OH) acid azotic, care odată ajuns în atmosferă duce la apariția ploilor acide*
- *Din reacția cu COV și lumina duce la apariția smogului responsabil cu boli precum astmul.*
- *Din reacția ciclică cu ozonul și oxigenul atomic duce la afectarea stratului de ozon*



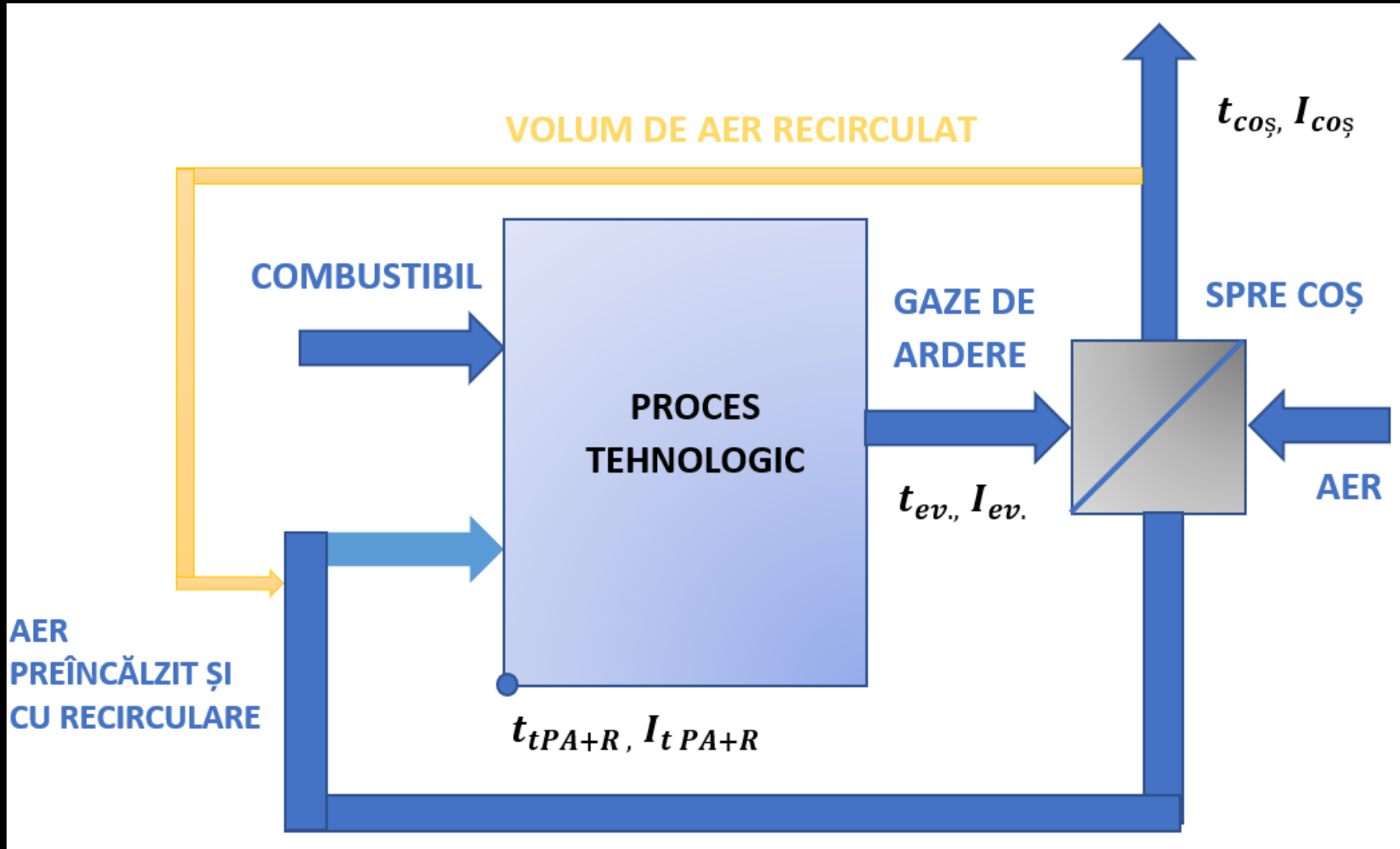
NO_x

- LIMITA ADMISĂ PENTRU CONCENTRAȚIA NO_x ÎN GAZELE DE ARDERE ESTE DE 200 mg/m³_N , pentru instalații industriale mari limita fiind ușor superioară



Valoarea concentrației de NO în funcție de temperatura teoretică de ardere și temperatura reală de ardere

În cazul în care temperatura teoretică de ardere crește peste o limită admisă, în ceea ce privește concentrația de oxizi de azot se optează pentru o recirculare a unui volum din gazele de ardere de la coș.



Cum se calculează temperatura gazelor de ardere cu preîncălzire și recirculare?

$$t_{tPA+R} = \frac{(1 - q_{ch}) \cdot H_i + \alpha \cdot V_0 \cdot c_{pa} \cdot t_{aPA} + V_R \cdot c_{pg} \cdot t_{coș}}{(V_{g0} + (\alpha - 1) \cdot V_0 + V_R) \cdot c_{pg}} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

- Dacă egalăm randamentul în această situație cu randamentul inițial (fără preîncălzire) obținem un volum minim de recirculare.
- Ulterior, cu creșterea acestui volum crește și randamentul față de situația cea mai simplă.

$$t_{tPA+R} \downarrow \quad \dot{Q}_R \downarrow \quad V_g \uparrow \quad w_g \uparrow \quad \dot{Q}_{cv} \uparrow$$

CURS 2

PREÎNCĂLZITOARE DE AER

-1-

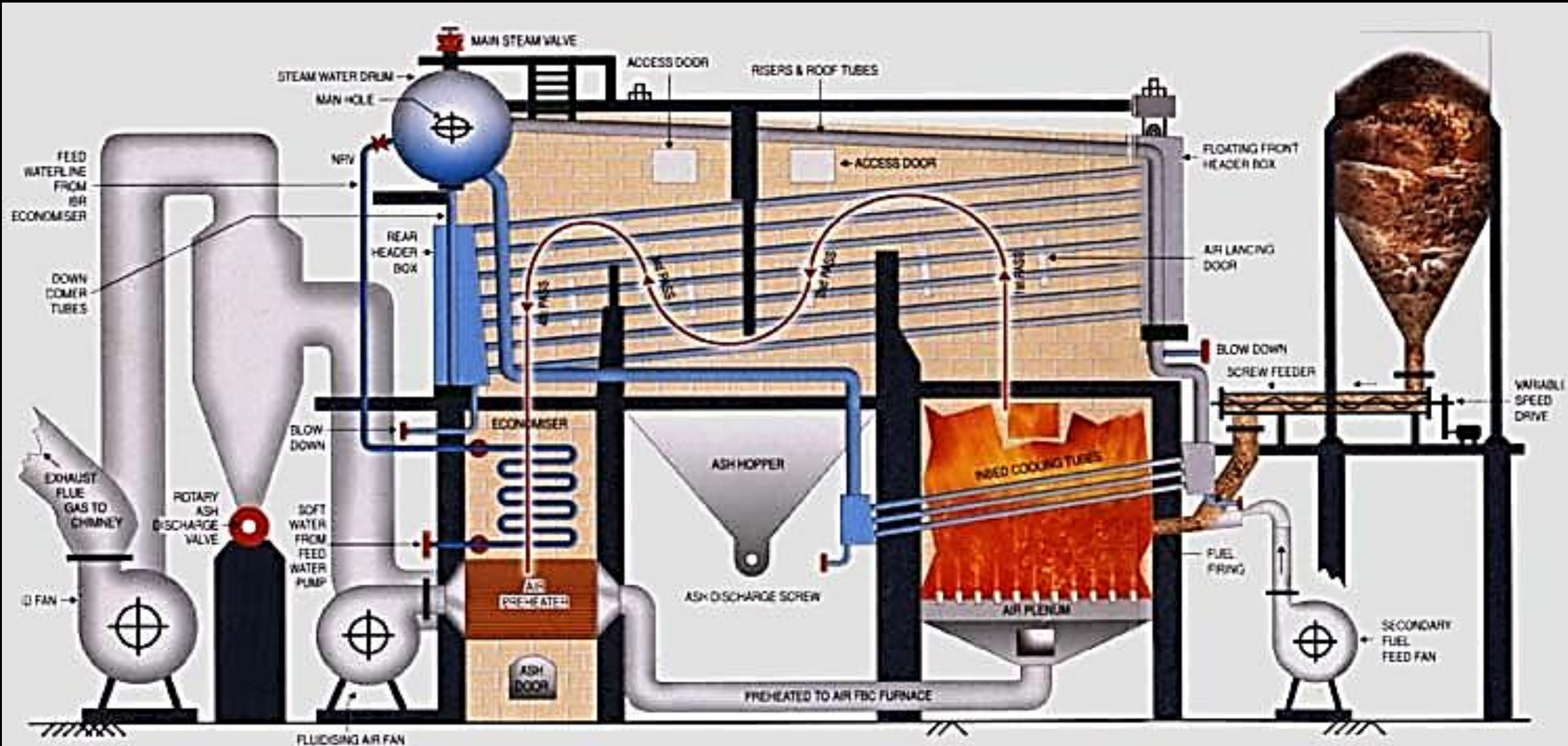
Prezentare

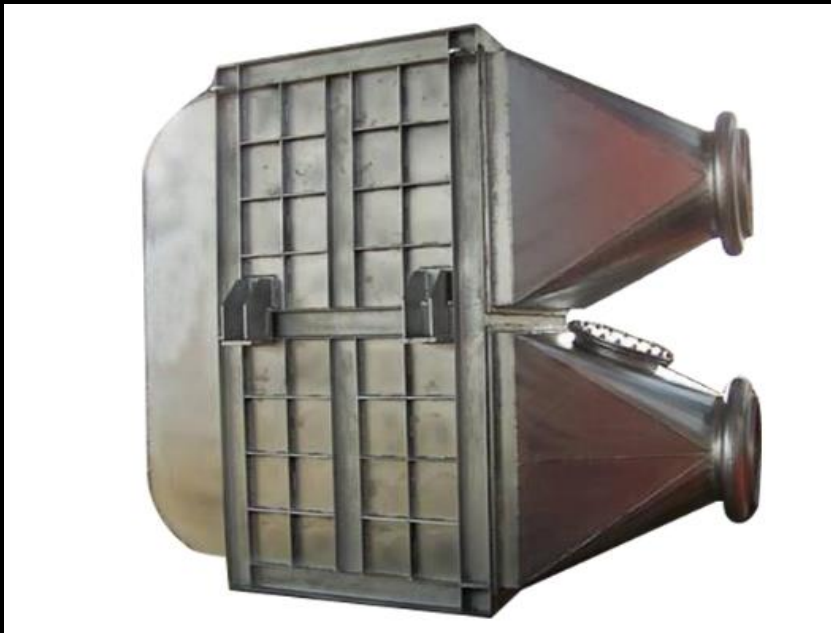
- PREÎNCĂLZITOARELE DE AER sunt schimbătoare de căldură de tip gaze de ardere-aer;
- MAJORITATEA funcționează în regim de lucru staționar;
- TIPUL CONSTRUCTIV se stabilește în funcție de temperatura gazelor de ardere cu care intră în contact
 - 150 – 550°C - Preîncălzitoare de aer cu țevi lise (rigide sau elastice la temperaturi mai ridicate)
 - 550 – 1500°C - Preîncălzitoare de tip coș radiant sau țevi radiant-convective
 - 1400 – 2000°C - Preîncălzitoare de aer cu acumulare din materiale ceramice

Preîncălzitoare cu țevi lise (netede)

- Gazele de ardere circulă în interiorul țevilor;
- Diametrele țevilor sunt reduse, până în 57 mm (valori mai mici sunt mai economice d.p.d.v. al consumului de metal);
- Grosimea peretelui țevii este de până în 2 mm (țevile nu sunt sub presiune);
- Lungimea echipamentului este de până în 4 m și se poziționează pe traseul de evacuare a gazelor de ardere către coș;
- Țevile se prind de placa tubulară prin sudare sau mandrinare.

Exemplu poziționare în instalație industrială





Avantaje

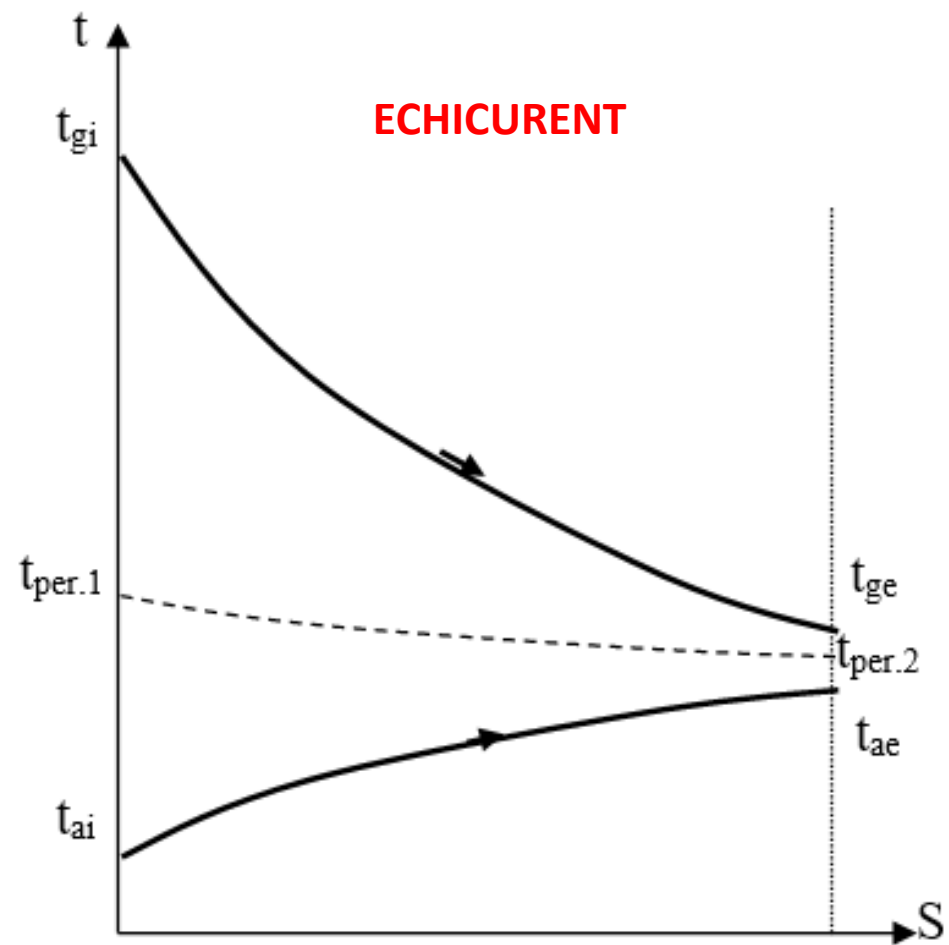
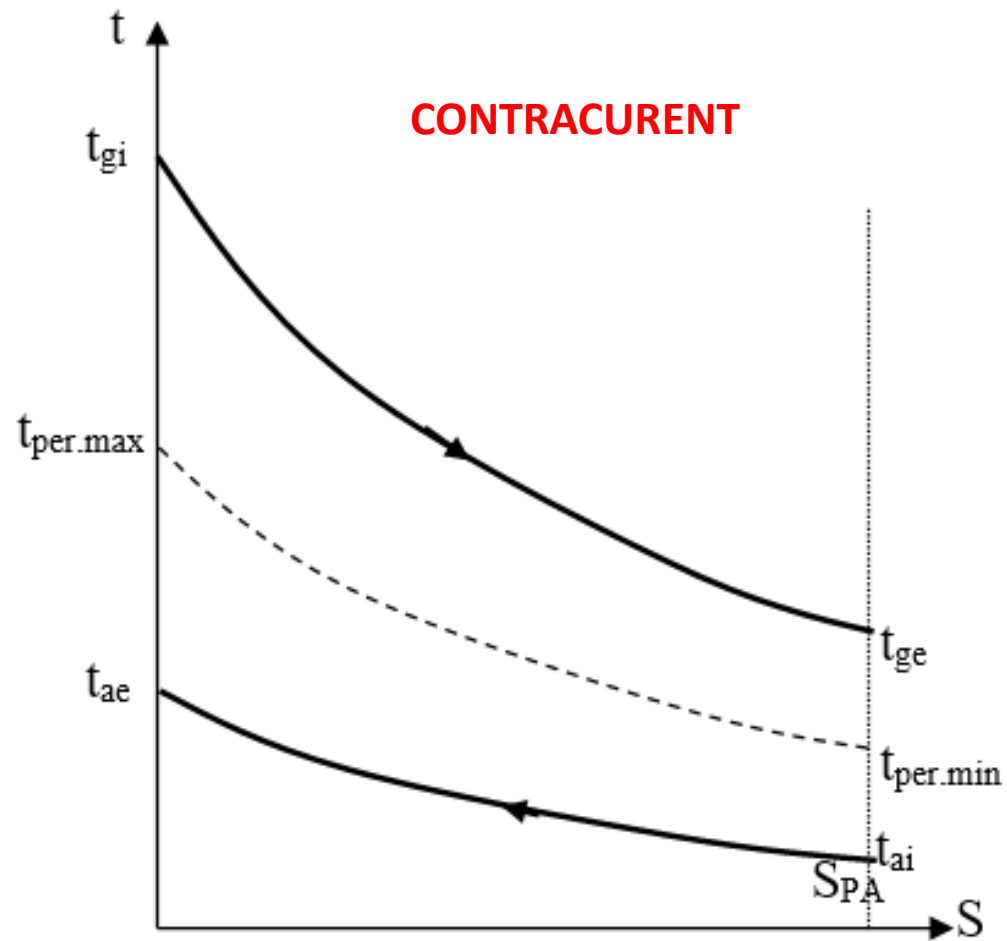
- Creștem randamentul procesului industrial care implică un proces de ardere
- Sau, putem micșora consumul de combustibil prin păstrarea randamentului constant

Recuperarea de căldură este în direcție tehnologică în sensul în care căldura recuperată este utilizată tot în cadrul procesului.

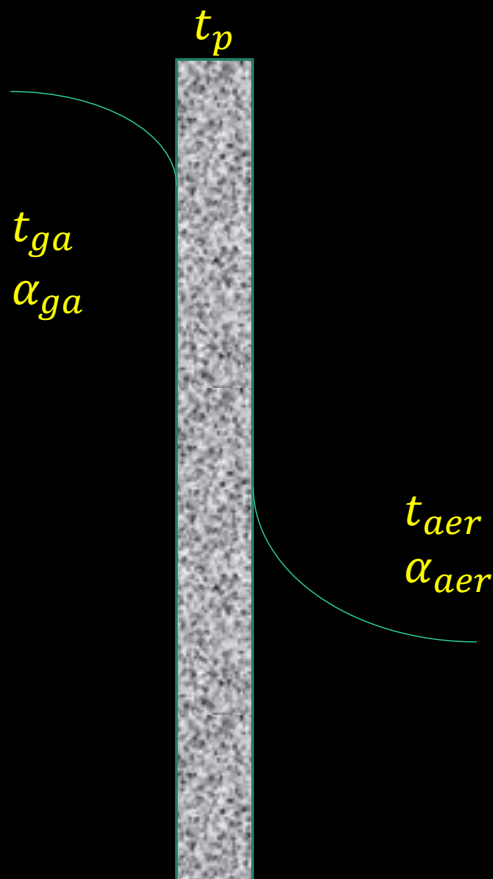
Material

- De obicei sunt realizate **din oțel**, pentru că este un material considerat ieftin
- Oțelul își pierde din caracteristicile de rezistență la temperaturii mai mari de 500°C și se poate opta pentru variante **cu oțeluri aliate**

Modul în care circulă agenții de lucru



Calculul de verificare a temperaturii peretelui- criteriul max. 550°C



Se consideră că, peretele fiind din metal cu grosime scăzută și conductivitate termică ridicată, REZISTENȚA TERMICĂ CONDUCTIVĂ SE POATE NEGLIJA.

Ecuția de conservare a fluxului termic unitar la granițele peretelui:

$$\alpha_{ga} \cdot S_{ga} \cdot (t_{ga} - t_p) = \alpha_a \cdot S_a \cdot (t_p - t_a)$$

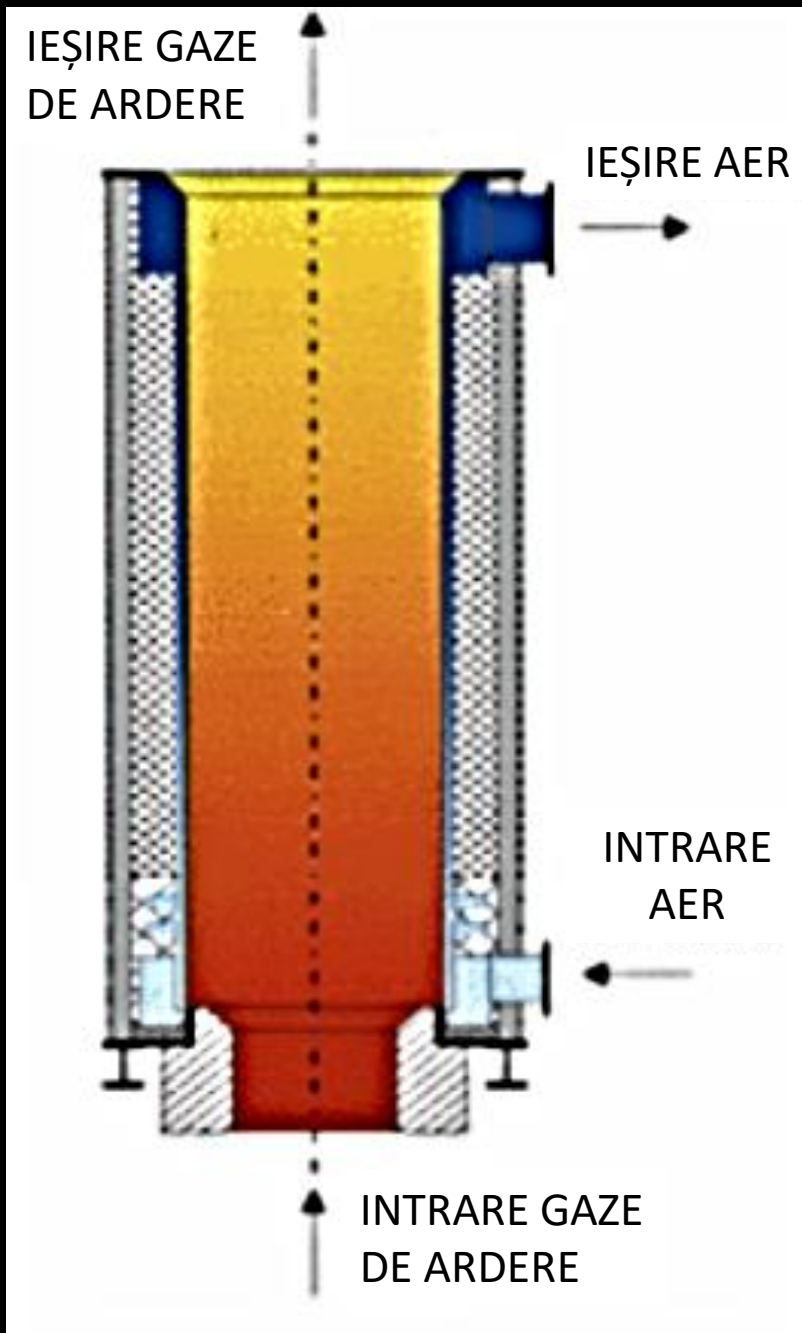
$$S_{ga} = S_a$$

$$\alpha_{ga} \cdot (t_{ga} - t_p) = \alpha_a \cdot (t_p - t_a) \Rightarrow$$

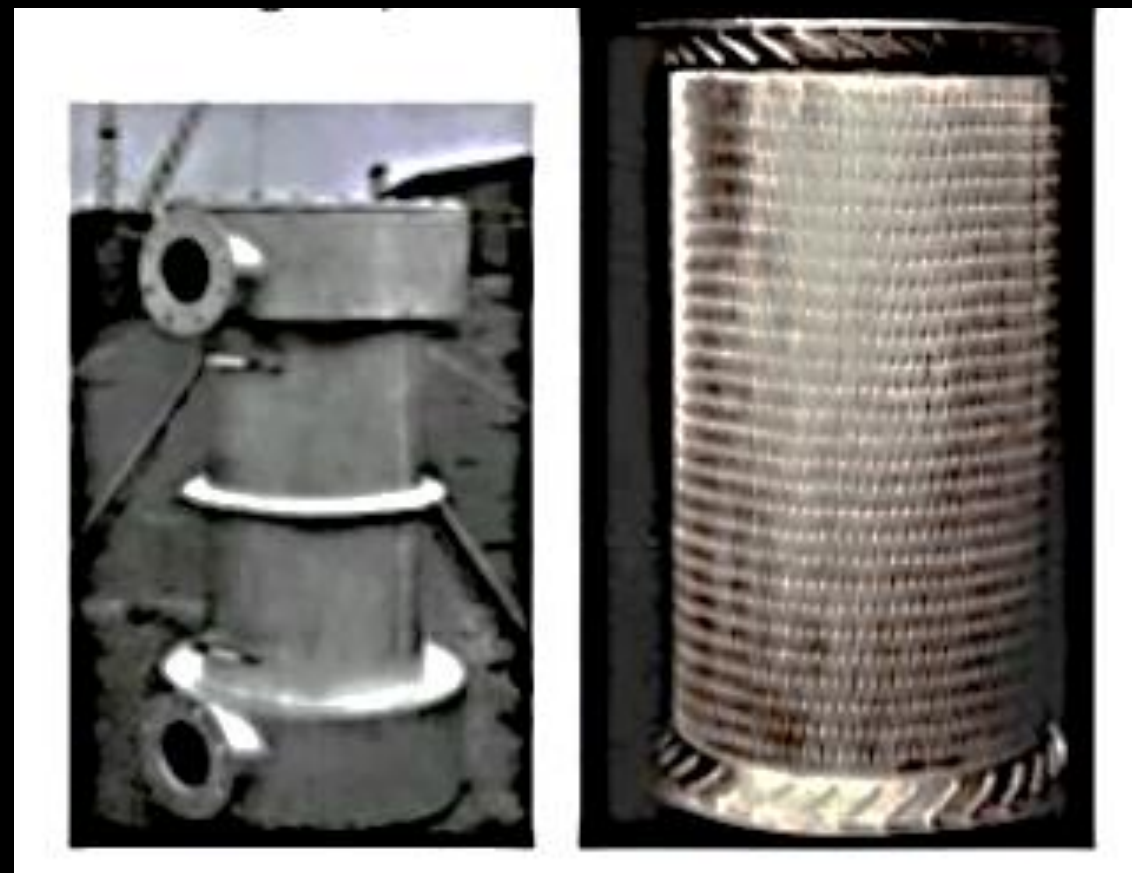
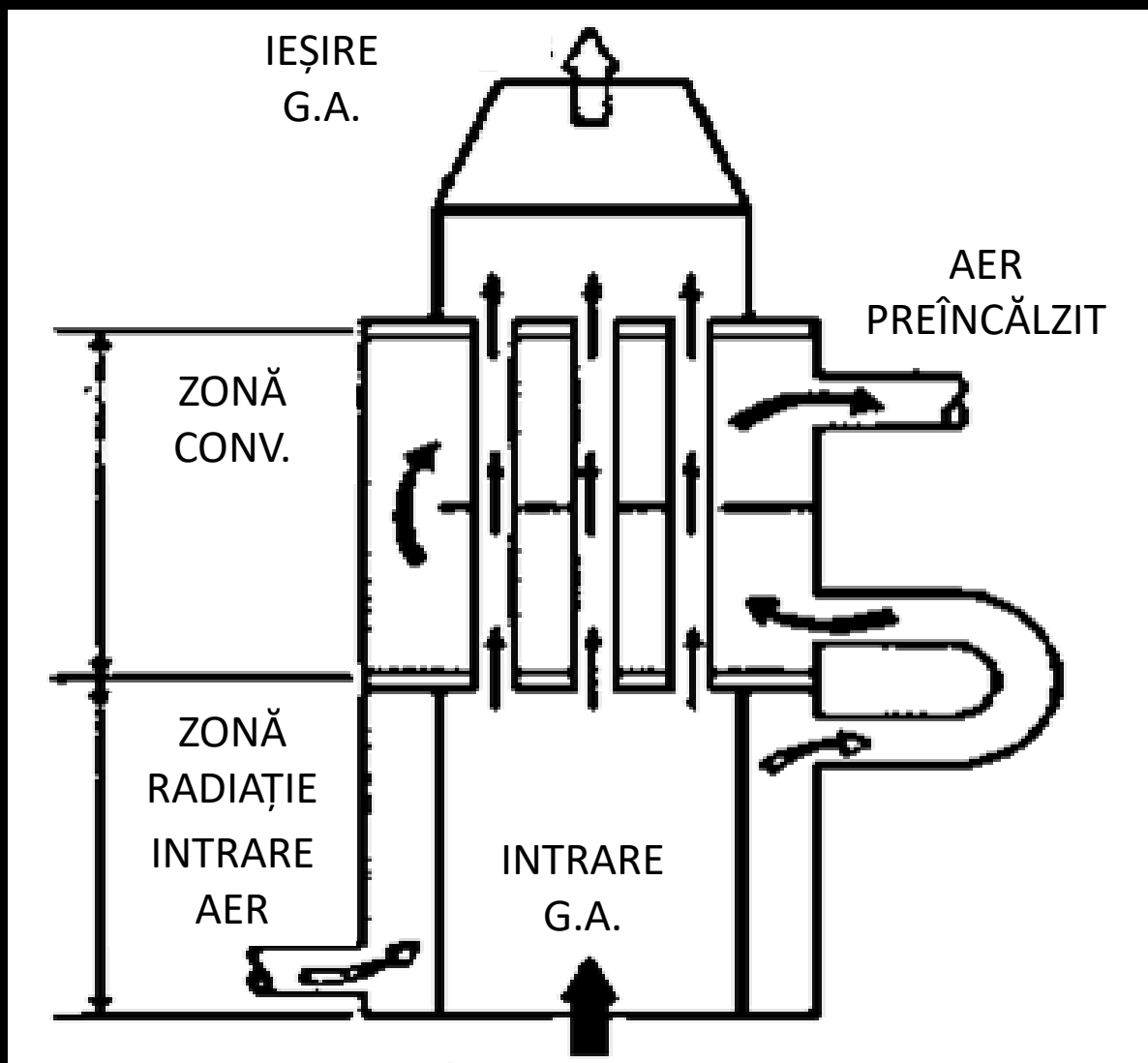
$$t_p = \frac{\alpha_{ga} \cdot t_{ga} + \alpha_a \cdot t_a}{\alpha_{ga} + \alpha_a} [^{\circ}\text{C}]$$

Preîncălzitoare de aer pentru temperaturi ridicate ale g.a.

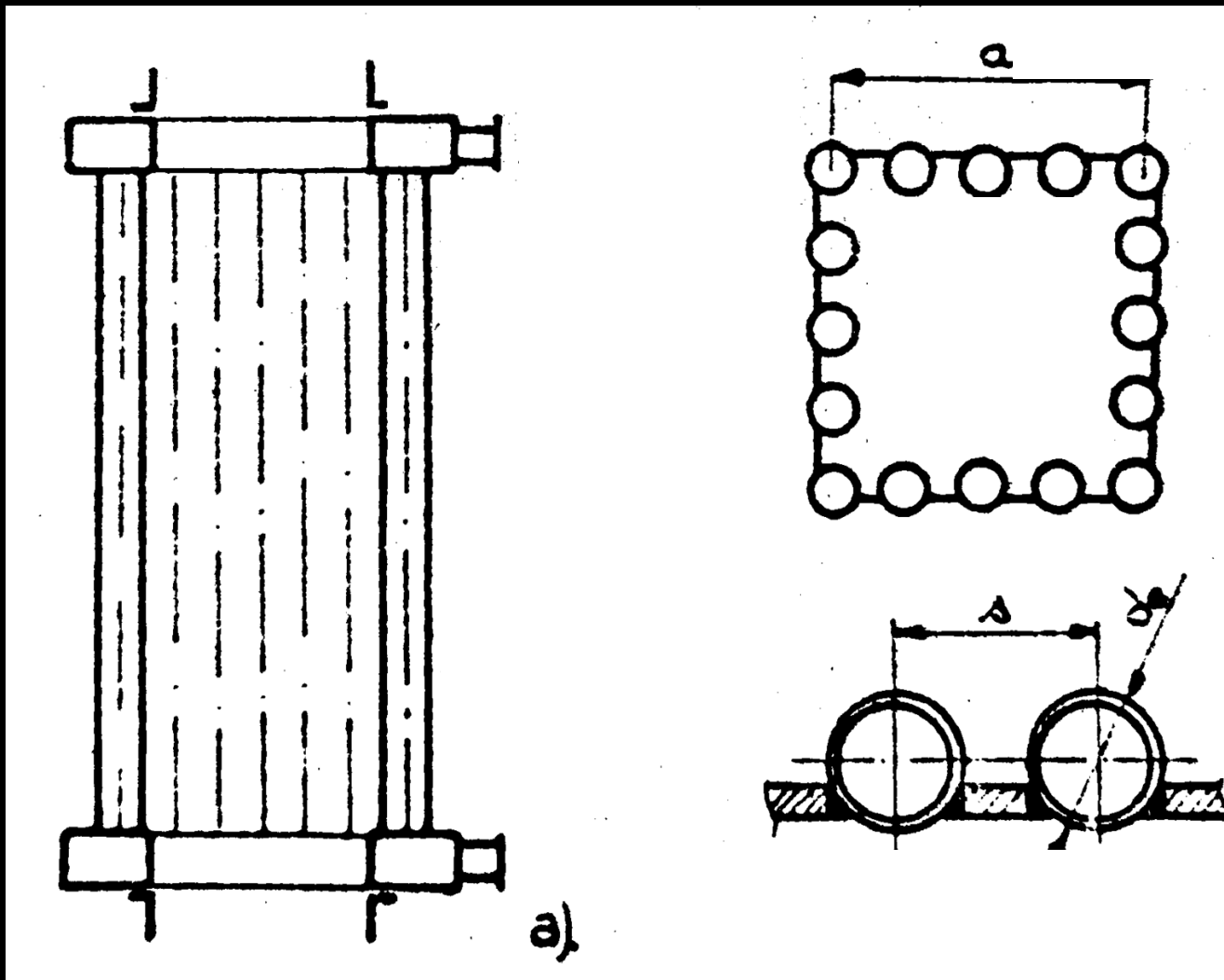
- Recuperatorul de căldură prin radiație este format din **două tuburi metalice concentrice**.
- O parte substanțială a transferului de căldură de la gazele fierbinți la suprafața tubului interior are loc prin **radiație**. Cu toate acestea, aerul rece din învelișul exterior este transparent față de radiația infraroșie, astfel încât în această situație intervine doar **transferul de căldură prin convecție** către aerul de intrare.
- Recuperatoarele îndeplinesc frecvent **funcția suplimentară de răcire a conductei**, prelungind durata de viață a acesteia.



Preîncălzitor de aer – radiație și convecție



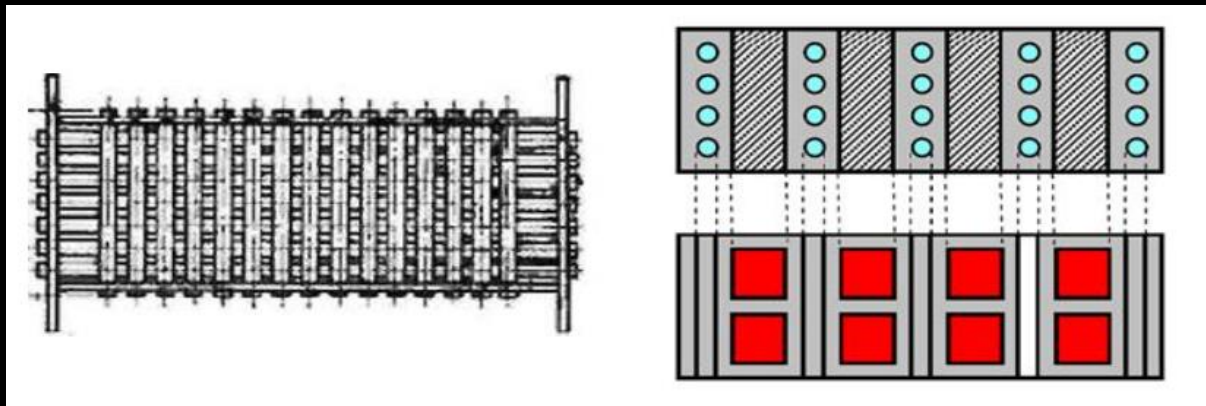
Preîncălzitor tip coș- perete membrană



- pereții sunt realizați din **țevi cu platbande intermediare sudate**;
- Un avantaj, pe lângă recuperarea căldurii din gazele de ardere este existența fluidului de răcire (aerul) în peretele coșului. Astfel, **nu mai este necesară utilizarea unui material refractar** pentru căptușirea lui.
- Gazele de ardere circulă în interiorul coșului iar aerul prin țevile de pe contur.
- **Pierderile de presiune sunt mai mici** pe partea de gaze de ardere.

Preîncălzitoare bloc

- Sunt blocuri paralelipipedice turnate din fontă sau oțel. Se execută prin montarea a două fascicule de țevi perpendiculare, într-o carcasă paralelipipedică din tablă și care se umple apoi prin turnare cu fontă sau oțel.



AVANTAJE:

- inerție termică ridicată (compensează fluctuațiile de temperatură prin căldura acumulată în masă);
- Realizare facilă.

DEZAVANTAJE:

- Masă mare și gabarit crescut

De exemplu un astfel de recuperator, având pe traseul aerului 30 de țevi de 12 mm și lungimea 544 mm, iar pe traseul gazelor de ardere 36 de țevi cu diametrul de 32 mm și lungimea 330 mm, are greutatea totală de cca. 320 kg.

Problema curățării

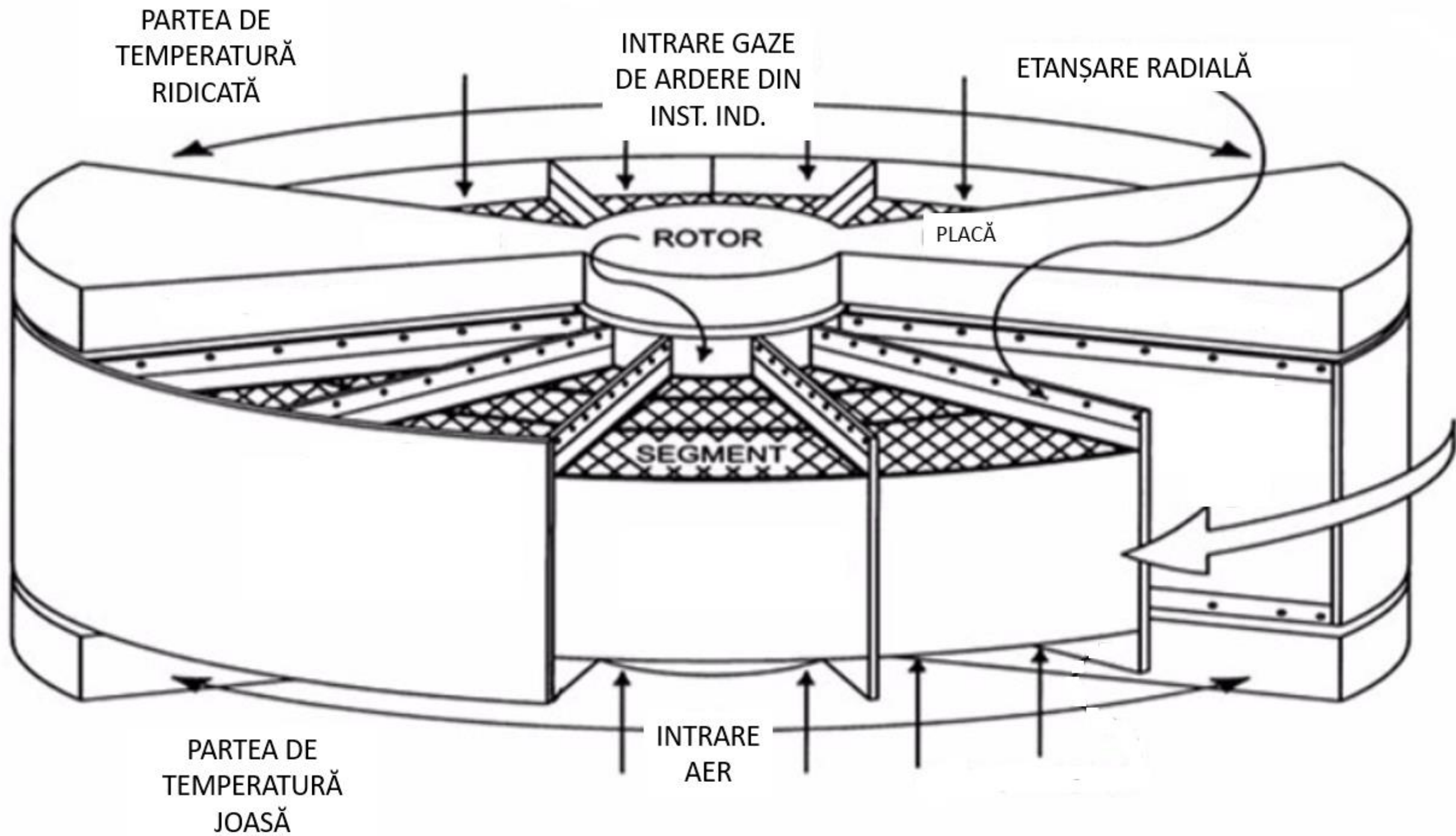
- Un aspect deosebit de important este **problema curățării traseelor gazelor de ardere** utilizate ca agent de lucru în preîncălzitoare;
- **La schimbătoare din țevi lise, circulația gazelor se face în interiorul țevilor** conform regulii principale de alegere a modului de circulație a unui agent într-un schimbător de căldură;
- La preîncălzitorul de tip coș- perete membrană coșul se poate curăța la fel ca un coș obișnuit întrucât secțiunea de curgere a gazelor de ardere nu este cu mult modificată;

CURS 3

RECUPERATOARE DE CĂLDURĂ REGENERATIVE

Particularități

- Ambii agenți circulă prin aceeași matrice iar **căldura este acumulată** în urma contactului cu gazele de ardere și **apoi transmisă** aerului ce urmează să fie preîncălzit;
- Acesta este motivul pentru care se numesc **REGENERATIVE** întrucât potențialul termic se regenerează permanent
- Sunt **cu suprafață rotativă** (LJUNGSTROM) sau cu **acumulare într-o masă de materiale ceramice** (COWPER).

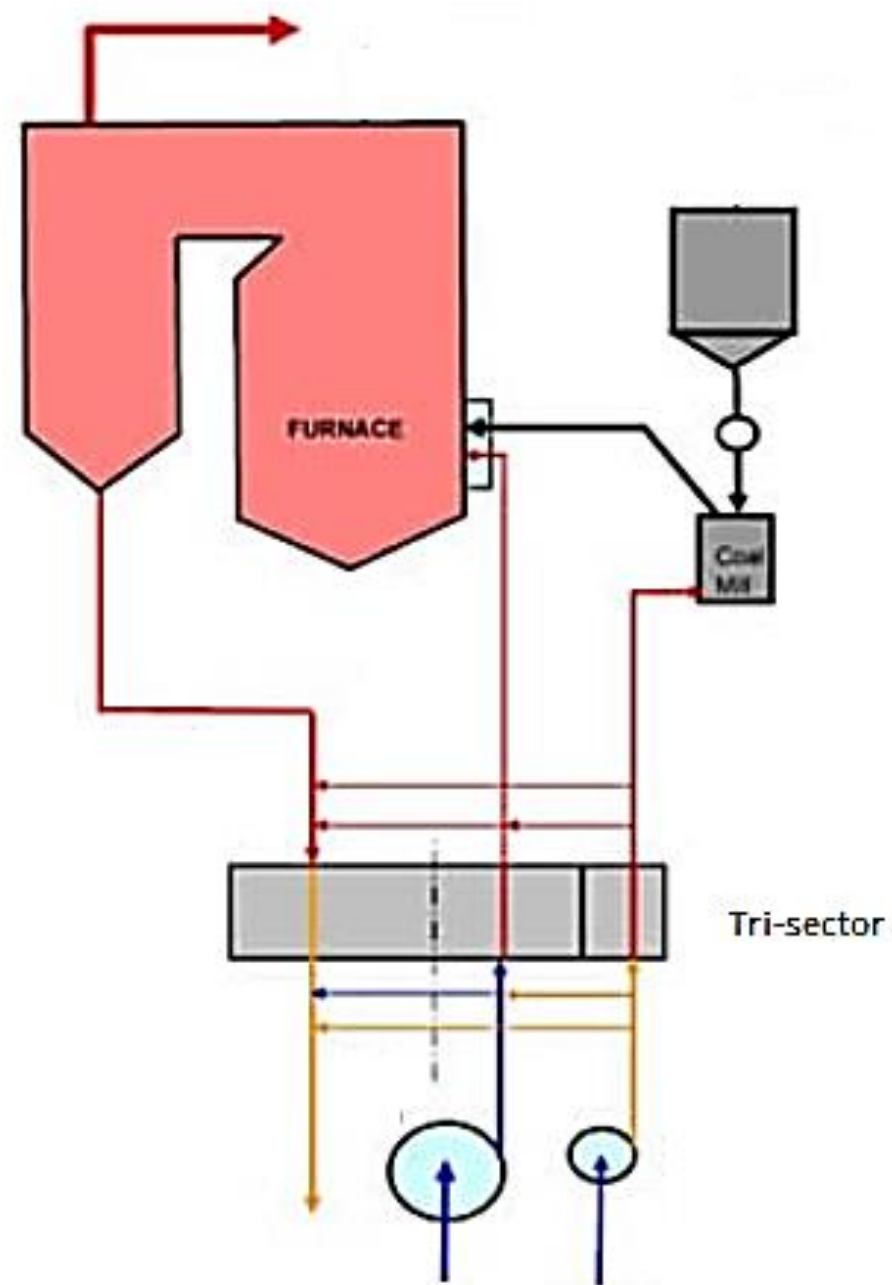
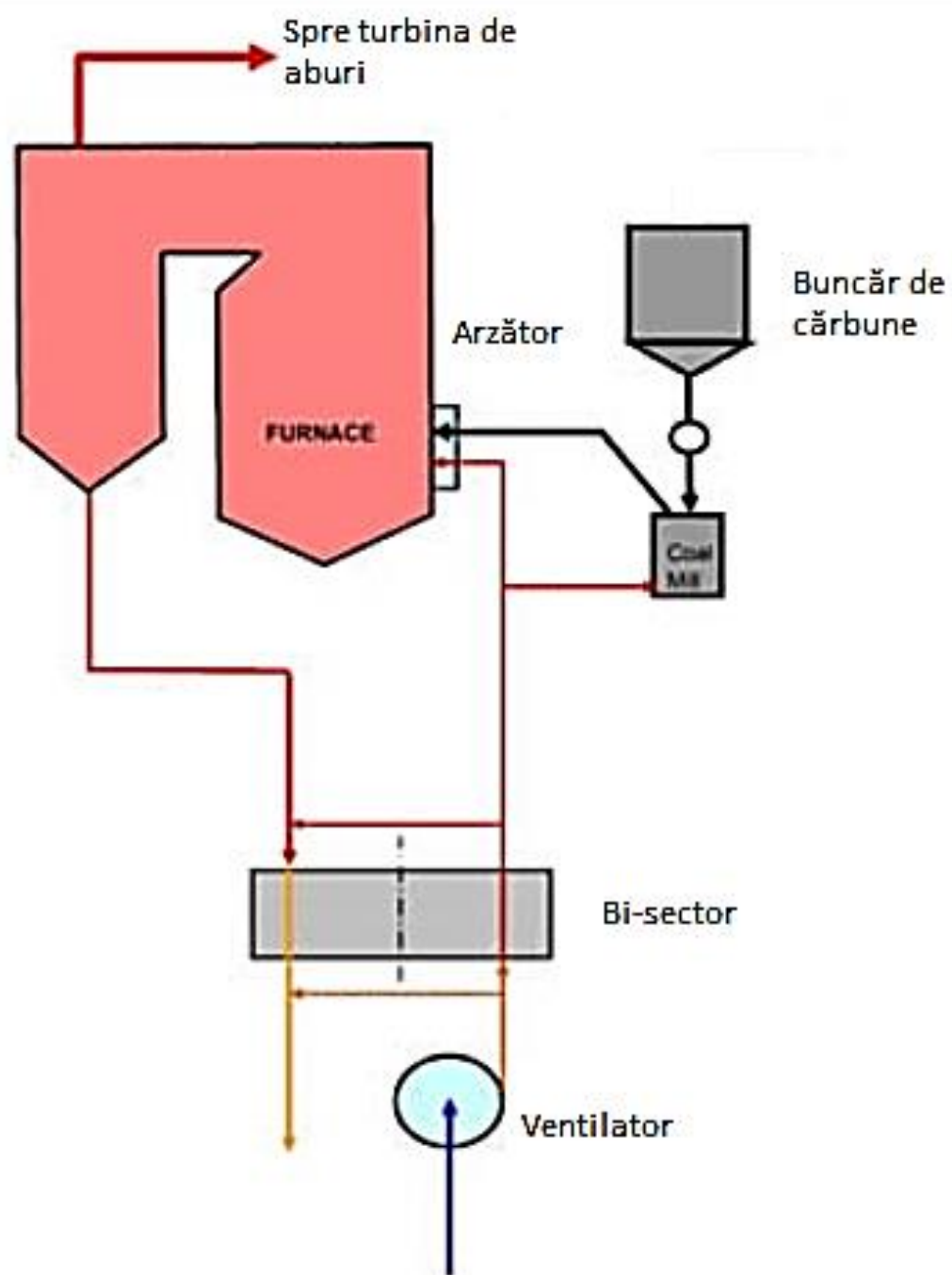


Preîncălzitorul LJUNGSTROM

- Este realizat din plăci metalice ondulate prinse sub forma unor pachete de plăci;
- Plăcile pot fi acoperite cu **materiale hidroabsorbante** pentru cazurile în care gazele de ardere au un conținut ridicat de umiditate caz în care se asigură și un transfer de masă;
- Agenții de lucru circulă peste aceeași suprafață de schimb de căldură aflată în rotație în jurul unui ROTOR.
- Inițial placa de oțel **ACUMULEAZĂ CĂLDURA** în contact cu gazele de ardere fierbinți și apoi **CEDEAZĂ CĂLDURA** în contact cu aerul.
- Pot fi de tip:
 - **BISECTOR** (2 zone de circulație g.a. și aer)
 - **TRISECTOR** (3 zone g.a, aer preîncălzit+ aer pt dehumidificarea cărbunelui utilizat ca combustibil)

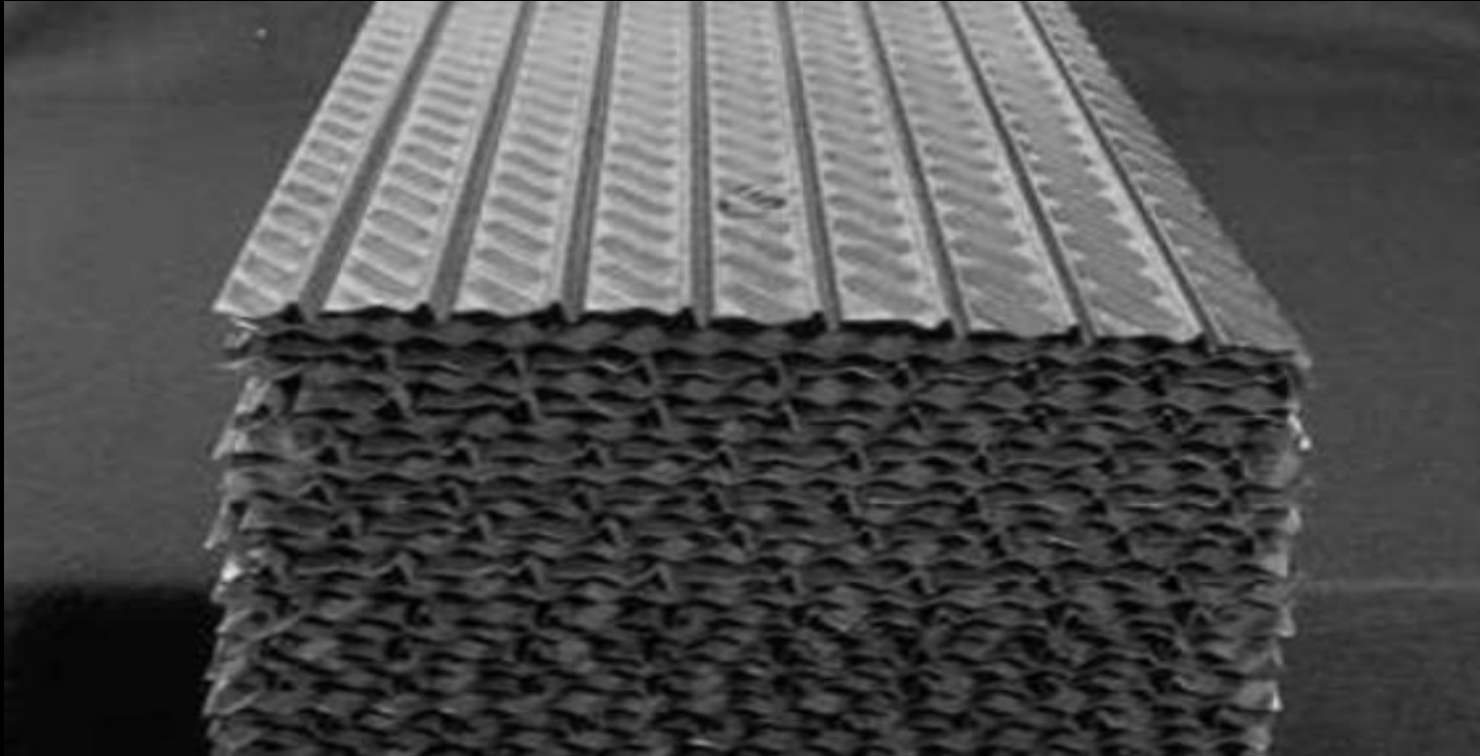
[VIDEO 1](#)

[VIDEO 2](#)

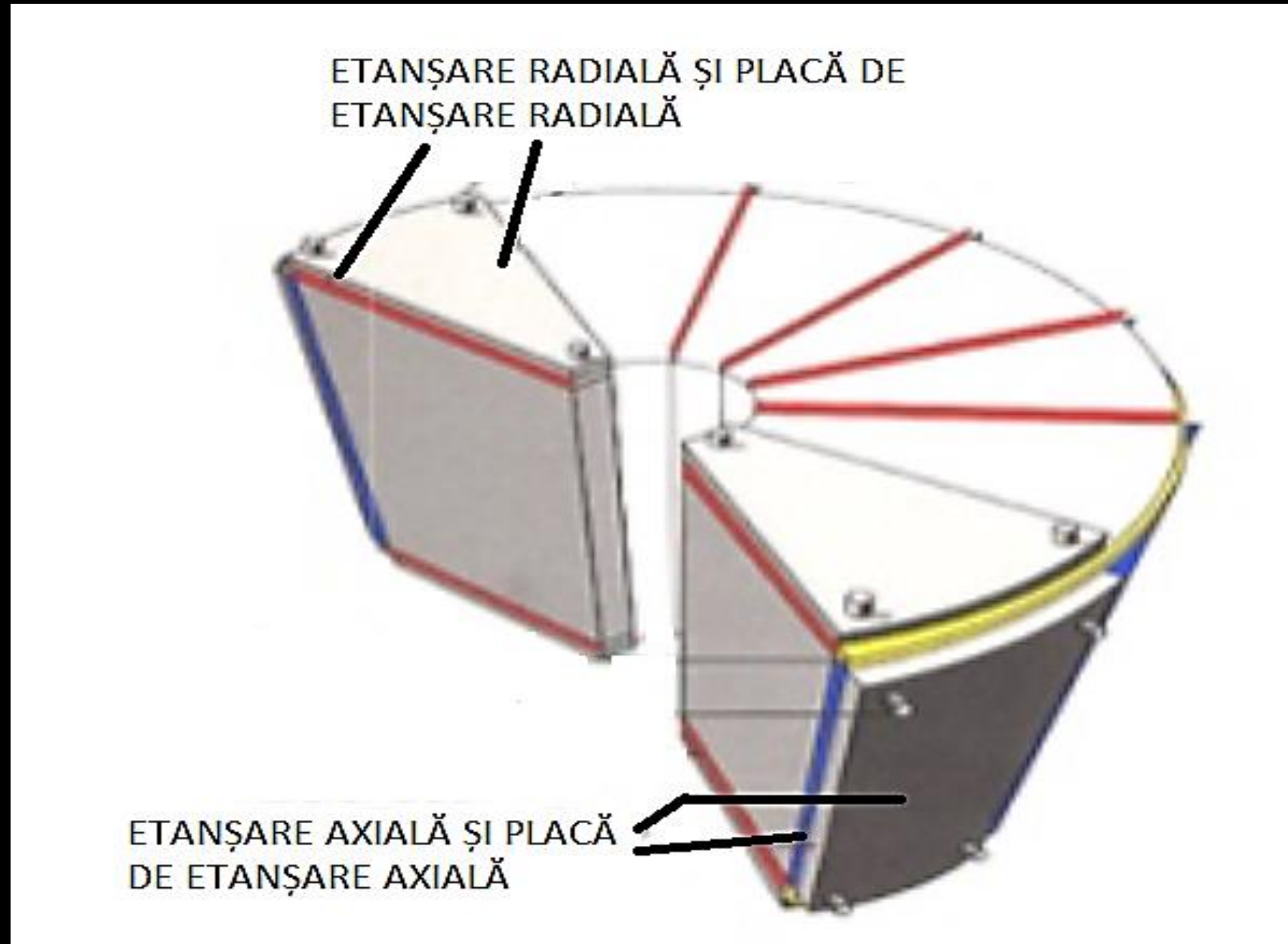


- Plăcile metalice au **grosimea de 1 mm** și pot fi amplasate alternativ plăci drepte cu plăci ondulate astfel încât să se realizeze secțiunea de trecere pentru agenții de lucru;
- Plăcile se montează radial pe un rotor antrenat mecanic având viteza de rotație cuprinsă între **4÷8 rot/min.**
- Ștuțurile de gaze de ardere și de aer **nu se montează coaxial** pentru a asigura o trecere cât mai intensă a fluidului printre canalele formate de tabla ondulată.

- Un aspect foarte important este **ETANȘAREA**. De obicei, aerul având presiunea mai mare ajunge în zona gazelor de ardere (*Care e dezavantajul?*)
- Infiltrarea de aer se situează în jur de 10%.
(se poate verifica cu analizorul de gaze)



Etanșarea se face AXIAL și RADIAL



- Preluarea umidității se face prin:
- **ADSORBTIE**- fixarea și acumularea moleculelor unui gaz sau a unui lichid pe o suprafață solidă spre deosebire de ABSORBTIE care are loc în volum);
- **PELICULAR**- pe suprafața tablelor (într-o cantitate mai mică)

De ce nu este bine să preluăm umiditatea de pe plăci în aerul ce va fi preîncălzit?

AVANTAJE

- Suprafață mare de transfer de căldură (de ordinul miilor de m²) care asigură un transfer termic optim;
- Lungimi caracteristice ale curgerii mici și coeficienți de transfer de căldură prin convecție ridicați
- Curățare simplă prin sisteme automatizate

DEZAVANTAJE

- Existența pieselor în mișcare
- Consum de energie electrică
- Pericol de givrare a suprafeței plăcilor la temperaturi scăzute exterioare

Problema curățării

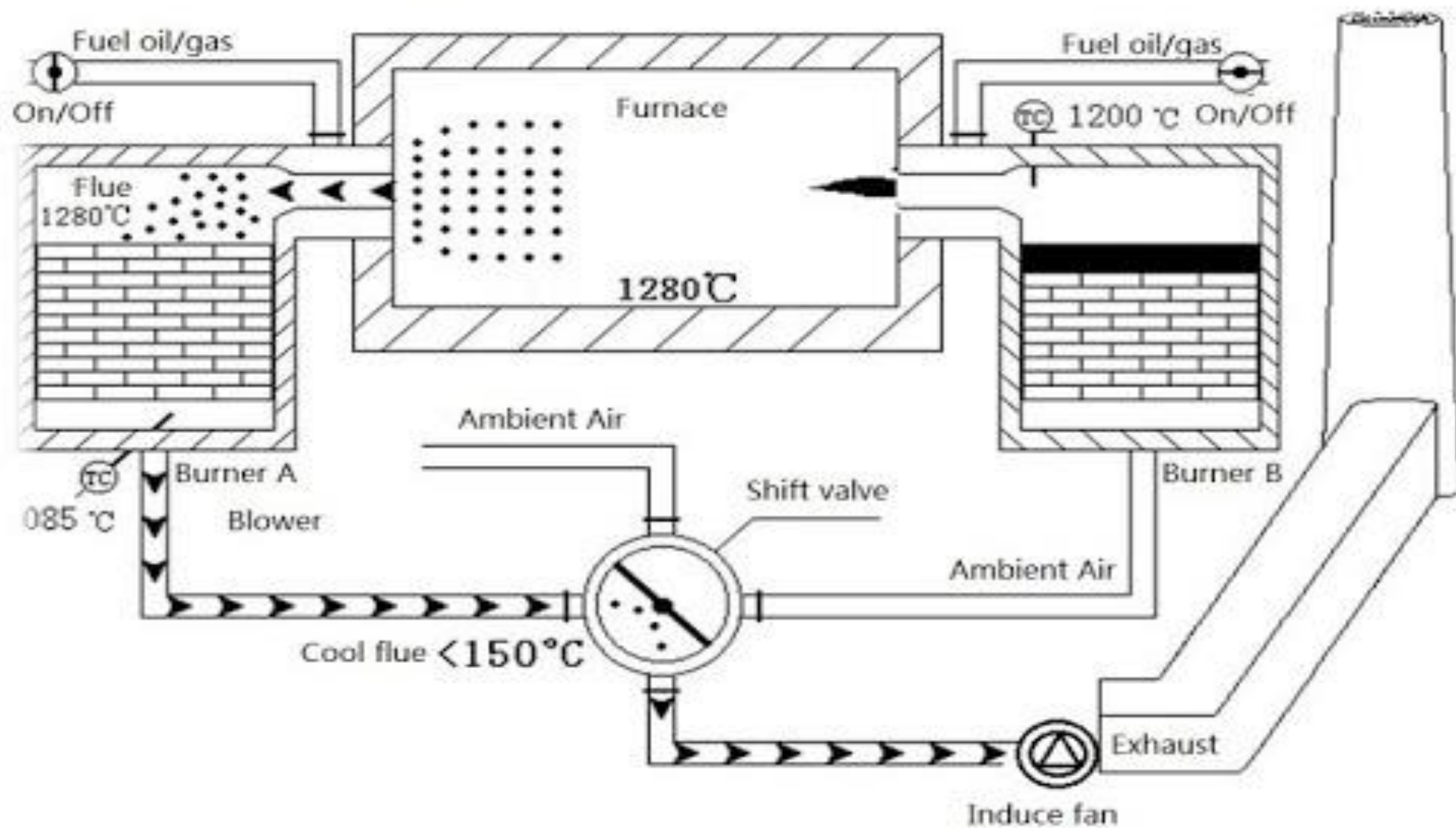
- Este o problemă extrem de importantă întrucât în urma funcționării îndelungate, din cauza gradului de murdărire al gazelor de ardere **se pot bloca anumite canale de curgere** formate prin poziționarea specifică a tablei ondulate.



Recuperator din blocuri ceramice (masă refractară) tip Cowper

- Utilizat în producerea FIERULUI utilizând minereuri de fier, calcar și cocs, sau în fabrici de producere a sticlei;
- Se folosește în aplicații în care gazele de ardere au temperaturi ridicate, temperatura aerului preîncălzit ajunge la 1200°C;
- Se pot utiliza, în funcție de temperatura de lucru, două mase de material de acumulare- material ceramic (cărămidă) sau metalic (fontă de clasă) care sunt încălzite alternativ de gazele de ardere și de aer;
- Schimbarea sensului de circulație se face printr-o clapetă de sens. Cu cât intervalele la care se schimbă sensul de circulație sunt mai dese, cu atât temperatura aerului este mai uniformă. Dar, pe de altă parte și uzura clapetei de sens va apărea mai rapid.

Commutation cycle 60 seconds



Tipuri de umplură



CĂRĂMIDA REFRACTARĂ este cel mai folosit material pentru aceste tipuri de schimbătoare de căldură.

[video](#)

De asemenea se folosesc și inelele RASCHIG din material metalic sau ceramic- *tuburi aproximativ egale ca lungime și diametru, utilizate în număr mare ca pat în coloane pentru distilare și alte procese industriale.*



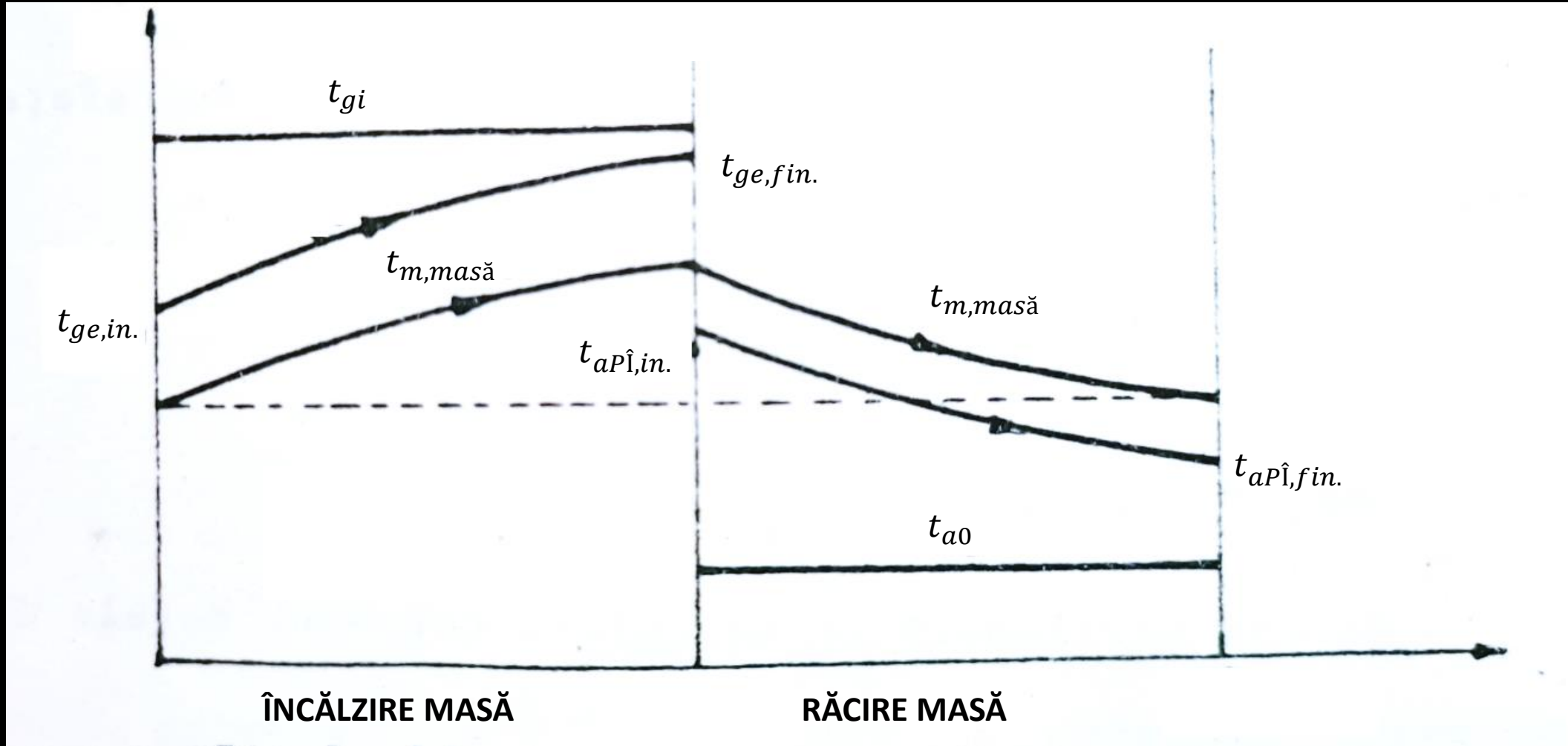
AVANTAJE

- Capacitatea de încălzire a aerului la temperaturi ridicate;
- Economia de combustibil prin preîncălzirea aerului.

DEZAVANTAJE

- Temperatura variabilă a aerului preîncălzit, care nu conferă stabilitate procesului tehnologic
- Se poate aspira un volum de aer din exterior pe circuitul gazelor de ardere
- Atunci când gazele de ardere au un conținut mare de praf iar canalele au secțiune redusă, unele din canale se pot colmata.

Variația de temperatură



Elemente de calcul

Calculul pornește de la o ecuație de bilanț similară ca în situația boilerului cu acumulare, integrarea ecuației diferențiale realizându-se între două limite cu valori de temperatură cunoscute:

$$\begin{aligned}\delta Q &= \eta \cdot D_g \cdot c_{pg} \cdot (t_{gi} - t_{ge}) \cdot d\tau = m_{mat} \cdot c_{mat} \cdot dt_m \\ &= k \cdot S \cdot \Delta t_m \cdot d\tau\end{aligned}$$

CAZANE RECUPERATOARE DE CĂLDURĂ

- Realizează o recuperare în direcție **ENERGETICĂ**, utilizarea energiei recuperate făcându-se într-o instalație diferită (de obicei sunt utilizate la producerea aburului sau apei calde cu presiune ridicată prin cedare de căldură de către gazele de ardere);
- Soluția constructivă este cea a cazanelor clasice cu observația că **nu există arzător în schema instalației**;
- Avantajul este că **se pot utiliza cazane scoase din uz** și că se pot monta în sisteme deja existente;
- Există posibilitatea ca gazele de ardere să ocolească cazanul (by-pass) atunci când nu există solicitare de abur la consumatori.

CURS 4

Bilanțuri energetice pentru procesele industriale de ardere în vederea creșterii eficienței proceselor.

Scop

- Bilanțurile energetice sunt realizate în vederea determinării mărimilor necunoscute, cum ar fi: debite de materiale introduse într-un proces industrial, timpul necesar pentru realizarea procesului sau necesarul de flux de căldură care trebuie livrat.
- Orice ecuație de bilanț pornește de la **PRIMUL PRINCIPIU AL TERMODINAMICII**. În acest sens, trebuie definit **SISTEMUL TERMODINAMIC (STD)** și **granița (frontiera)** sistemului care îl separă de MEDIUL EXTERIOR cu care face schimb de energie sub formă de CĂLDURĂ, LUCRU MECANIC sau schimb de MASĂ DE SUBSTANȚĂ.

BILANȚUL GENERAL AL UNUI CAZAN- cu evidențierea modului în care se poate economisi energia

Scopul bilanțului este acela de a determina RANDAMENTUL CAZANULUI, η_{CZ} și a debitului de combustibil, B [kg/s] în cazul combustibililor solizi și lichizi sau B [m³/s] în cazul combustibililor gazoși.

Randamentul cazanului poate fi determinat prin două metode după cum urmează.

a) METODA DIRECTĂ

Această metodă presupune efectuarea unor măsurări pe circuitele de alimentare cu combustibil și pe circuitul agentului secundar.

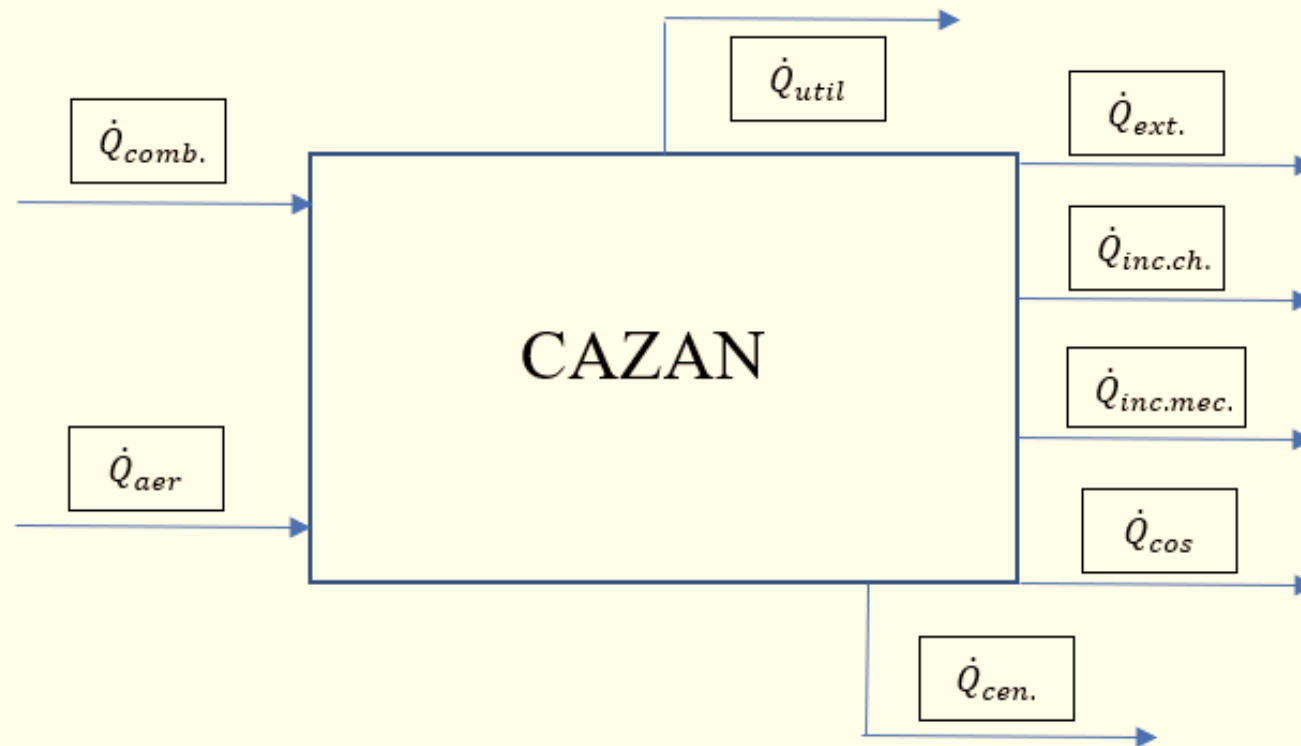
Se pornește de la relația generală de definire a randamentului oricărui echipament, relație care se particularizează pentru cazul de față.

$$\eta = \frac{\dot{Q}_{util}}{\dot{Q}_{consumat}} = \frac{\dot{Q}_{primit\ de\ ag.sec}}{\dot{Q}_{cedat\ de\ comb.}} = \frac{\dot{m}_w \cdot c_{pw} \cdot (t_{w2} - t_{w1})}{B \cdot H_i}$$

b) METODA INDIRECTĂ

Această metodă este utilizată pentru verificarea randamentului determinat prin metoda directă și presupune evaluarea căldurii disipate în exterior (considerate "pierdută" din punct de vedere al procesului pe care îl urmărim).

Analiza se realizează în regim staționar, considerând conturul cazanului ca fiind granița unui sistem termodinamic care primește și cedează căldură din/ în mediul exterior.



$$\dot{Q}_{comb.} + \dot{Q}_{aer} = \dot{Q}_{util} + \dot{Q}_{ext.} + \dot{Q}_{inc.ch.} + \dot{Q}_{inc.mec.} + \dot{Q}_{cos} + \dot{Q}_{cen.} \quad \Big|_{\dot{Q}_{comb.}}$$

$$\frac{\dot{Q}_{comb.}}{\dot{Q}_{comb.}} = \frac{\dot{Q}_{util}}{\dot{Q}_{comb.}} + \frac{\dot{Q}_{cos} - \dot{Q}_{aer}}{\dot{Q}_{comb.}} + \frac{\dot{Q}_{inc.ch.}}{\dot{Q}_{comb.}} + \frac{\dot{Q}_{inc.mec.}}{\dot{Q}_{comb.}} + \frac{\dot{Q}_{ext.}}{\dot{Q}_{comb.}} + \frac{\dot{Q}_{cen.}}{\dot{Q}_{comb.}}$$

$$\eta = 1 - q_{cos} - q_{inc.ch.} - q_{inc.mec.} - q_{ext} - q_{cen}$$

Se poate observa gruparea termenilor care înglobează fluidele aflate în circulație, respectiv aerul necesar arderii și gazele de ardere evacuate la coș.

În literatura de specialitate, pierderile specifice de căldură sunt notate cu anumiți indici, în funcție de tipul pierderii specifice respective. Utilizând aceste notații,

$$\eta = 1 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 - q_6$$

AFRISO
EURO-INDEX SRL

MAXILYZER
seria ap. 32

Masurare curenta

COMBUSTIBIL
gaz metan

Masura completa

Ora: 11:00:52
Data: 3.03.15

O ₂	6.1 %
CO	333 PPM
CO ₂	8.4 %
NO	55 PPM
NO _x	57 PPM
T. gaze	77 °C
T. aer	22.4 °C
Dif.t.	54.6 °C
Random.	97.1 %
λ	2.9 %
Lambda	1.41
CO 0%	471 PPM
NO 0%	78 PPM
NO _x 0%	80 PPM

Tiraj ----- hPa
Punct C 51.2 °C
Rand.C. 97.1 %

T. cazan: 0°C
Fuminsine .-.
Reziduu comb. ..

RAPORT AL ANALIZORULUI DE GAZE

Bilanțul general al unui cuptor tehnologic cu funcționare continuă

Spre deosebire de cazul studiat anterior, în cazul cuptoarelor de încălzire a materialelor pentru tratamente termice, de topire, de aliere a metalelor, de rafinare se lucrează cu ȘARJE de material, șarja fiind definită ca timpul de la momentul încărcării cuptorului cu material până la următoarea încărcare cu un nou volum de material.

În timpul unei șarje sarcina termică a cuptorului se modifică în raport cu timpul, astfel regimul de lucru fiind unul NESTAȚIONAR.

Similar analizei de la funcționarea unui boiler, în acest caz se va lucra cu cantități de căldură transferate în timpul unei șarje.

Astfel, ecuația generală de bilanț, exprimată pe conturul de bilanț și pe un interval de timp $\Delta\tau_{\text{șarjă}}$ va fi:

$$(\dot{Q}_{comb.} + \dot{Q}_{aer} + \dot{Q}_{m,i} = \dot{Q}_{m,e} + \dot{Q}_{ev.} + \dot{Q}_{inc.ch.} + \dot{Q}_{ext.} + \dot{Q}_{sol} + \dot{Q}_{des.} + \dot{Q}_{rb.}) \cdot \Delta\tau_{\text{șarjă}}$$

$$Q_{comb.} + Q_{aer} + Q_{m,i} = Q_{m,e} + Q_{ev.} + Q_{inc.ch.} + Q_{ext.} + Q_{sol} + Q_{des.} + Q_{rb.}$$

Unde:

- $Q_{comb.}$ –cantitate de căldură introdusă de combustibil în proces prin eliberarea energiei chimice, [J];

$$Q_{comb.} = B \cdot H_i \cdot \Delta\tau_{\text{șarjă}}$$

- Q_{aer} – cantitate de căldură introdusă de aerul necesar realizării amestecului combustibil, [J];

$$Q_{aer} = B \cdot \alpha \cdot V_0 \cdot c_{p,a} \cdot t_a \cdot \Delta\tau_{\text{șarjă}}$$

- $Q_{m,i}$ – cantitate de căldură introdusă de masa de material care se introduce în procesul tehnologic, la care se adaugă și masa suportului de susținere atunci când este cazul, [J]. Această cantitate de căldură este funcție de căldurile specifice ale materialului și suportului și de temperaturile pe care le au la intrarea în proces;

$$Q_{m,i} = m_{mat} \cdot c_{mat,i} \cdot t_{mat,i} + m_{suport} \cdot c_{suport,i} \cdot t_{suport,i}$$

- $Q_{m,e}$ – cantitate de căldură evacuată odată cu materialul care se extrage din procesul tehnologic, la care se adaugă și greutatea suportului de susținere atunci când este cazul, [J];

$$Q_{m,e} = m_{mat} \cdot c_{mat,e} \cdot t_{mat,e} + m_{suport} \cdot c_{suport,e} \cdot t_{suport,e}$$

- $Q_{ev.}$ – cantitate de căldură disipată în exterior prin entalpia gazelor de ardere, [J];

$$Q_{ev.} = B \cdot V_g \cdot c_{p,g} \cdot t_{ev} \cdot \Delta\tau_{\text{șarjă}}$$

- $Q_{ext.}$ – cantitate de căldură disipată în exterior de la suprafața exterioară a echipamentului tehnologic (cuptor), [J];

$$Q_{ext.} = \alpha \cdot S_{ext} \cdot (t_{per,ext} - t_a) \cdot \Delta\tau_{\text{șarjă}}$$

- $Q_{inc.ch.}$ – cantitate de căldură neutilizată prin faptul că o cantitate de combustibil nu reacționează cu oxigenul în urma procesului de ardere și astfel nu eliberează energia chimică înglobată, [J];

$$Q_{inc.ch.} = B \cdot V_{g,usc} \cdot (C_{CO} \cdot H_{CO} + C_{H_2} \cdot H_{H_2}) \cdot \Delta\tau_{\text{șarjă}}$$

- Q_{sol} – cantitate de căldură ”pierdută”, în sensul în care este transferată prin pardoseala cuptorului în sol, în situația în care cuptorul este clădit pe sol, [J];

$$Q_{sol} = k_{sol} \cdot S_{sol} \cdot (t_{ardere} - t_{sol}) \cdot \Delta\tau_{\text{șarjă}}$$

Temperatura de ardere este o medie dintre temperatura teoretică de ardere și temperatura de evacuare a gazelor de ardere din proces, exprimate în Kelvin. Temperatura teoretică de ardere introdusă anterior la disciplina Aparate Termice, reprezintă temperatura maximă de ardere în condiții adiabatică, în sensul în care flacăra nu cedează căldură către suprafețele și gazele de ardere din jurul ei. Valoarea este ipotetică, nu se poate atinge, însă dă o semnificație proceselor de ardere, prin evidențierea nivelului superior de temperatură din procesul respectiv.

$$T_{ardere} = \sqrt{T_t \cdot T_{ev.}}$$

$$T_t = \frac{H_i + \alpha \cdot V_0 \cdot c_{pa} \cdot t_a - V_{g,usc} \cdot (C_{CO} \cdot H_{CO} + C_{H_2} \cdot H_{H_2})}{c_{pg} \cdot V_g} + 273$$

Temperatura solului poate fi considerată ca fiind $t_{sol} = 10^\circ\text{C}$.

Coeficientul global de transfer de căldură se calculează în funcție de rezistențele termice conductive ale straturilor de material din partea inferioară a cuptorului, respectiv, izolație, fundație, pământ etc.

- $Q_{des.}$ – cantitate de căldură disipată în exterior prin deschiderile cuptorului care transferă căldură prin radiație către suprafețele vecine din mediul exterior, [J];

$$Q_{des.} = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot \varepsilon_{cuptor} \cdot C_R \cdot (T_{ardere}^4 - T_a^4) \cdot S_{des.rad.} \cdot \Delta\tau_{\text{șarjă}}$$

Unde:

- ε_{cuptor} – emisivitatea mediului din interiorul cuptorului (pot fi utilizate valorile aproximative $\varepsilon_{cuptor} = 0,65$ pentru combustibil gazos și $\varepsilon_{cuptor} = 0,75$ pentru combustibil lichid);
- C_R – coeficient de reducere a cantității de căldură transmisă prin radiație ce ține cont de faptul că deschiderile cuptorului, cum ar fi ușile, nu permit ieșirea radiației sub un unghi de 180° , ci micșorează acest unghi de ieșire;
- $S_{des.rad.}$ – suprafața deschiderilor prin care se transferă căldură în exterior prin radiație.

- $Q_{rb.}$ – cantitate de căldură disipată în exterior prin răbufnirile unor gaze de ardere din interiorul cuptorului în exterior, [J]. Acest fenomen își face apariția în cazul funcționării în suprapresiune față de presiunea atmosferică. Dacă răbufnirea e continuă, atunci intervalul de răbufnire va fi egal cu intervalul unei șarje.

$$Q_{rb.} = D_{g,răbufnit} \cdot \frac{273,15}{273,15 + t_{ardere}} \cdot c_{pg} \cdot (t_{ardere} - t_{ev}) \cdot \Delta\tau_{șarjă}$$

Unde debitul de gaz răbufnit este în funcție de diferența de presiune dintre interiorul cuptorului și din mediul exterior:

$$D_{g,răbufnit} = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta p}{\rho}} \cdot S_{deschideri} \text{ [m}^3\text{/s]}$$



Cuptoarele industriale au o gamă largă de aplicații în nenumărate industrii, precum: electronică, produse alimentare și băuturi, medicină și asistență medicală, produse farmaceutice, chimice, cercetare și dezvoltare, materiale plastice, industria aerospațială, auto și prelucrarea metalelor.

Cuptoarele industriale **contribuie la obținerea unor produse metalice mai rezistente și la produse polimerice extrudate mai versatile.**



Acestea sunt, de asemenea, utilizate pentru tratarea produselor precum bobine de oțel, piese auto, tuburi, electronice, **materiale de construcții**, celule de combustibil sau materiale textile. În plus, laboratoarele le folosesc pentru a afla mai multe despre și pentru a eficientiza transferul industrial de căldură (cuptor de laborator).

CURS 5

AVANTAJUL CONDENSĂRII VAPORILOR DE APĂ DIN GAZELE DE ARDERE ÎN ECONOMIA DE COMBUSTIBIL.

TUBURI TERMICE.

Cunoașterea masei totale a condensului este utilă pentru a determina căldura suplimentară obținută din procesul de condensare, respectiv diferența dintre puterea calorică superioară (căldura brută de ardere) și puterea calorică inferioară (căldura netă de ardere).

Doar în echipamentele de măsură special proiectate pentru a măsura puterea calorică superioară vaporii de apă din gazele de ardere condensează în totalitate, într-un circuit dedicat, în echipamentele cum ar fi cazanele în condensatie condensarea vaporilor de apă se produce în general, într-un procent de $35 \div 55\%$.

TIPURI CONSTRUCTIVE

- Cazane cu treaptă de condensare integrată

zona finală a sistemului convectiv reprezintă suprafața de condensare

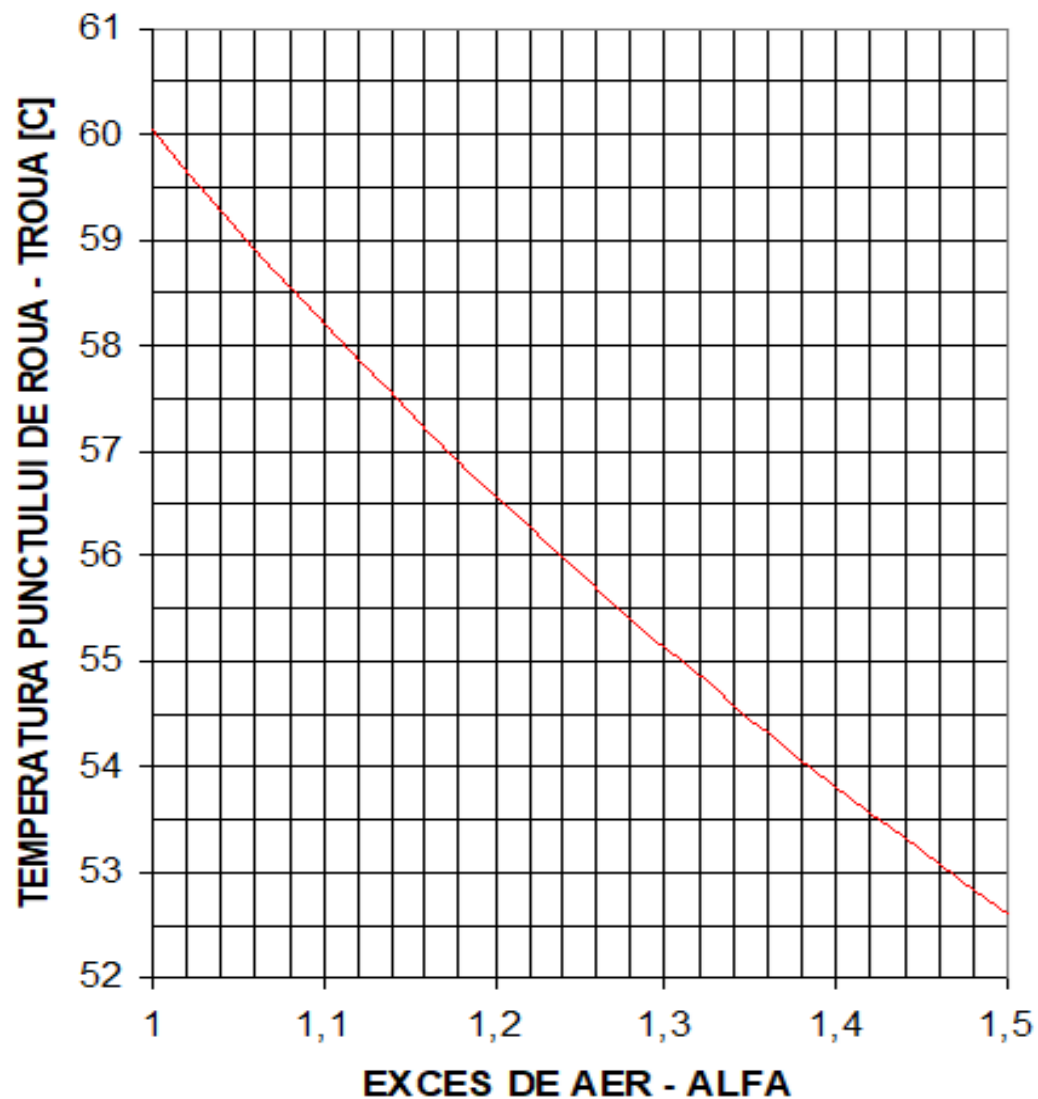
- Cazane cu treaptă de condensare separată

la un cazan fără condensare se adaugă un schimbător de căldură condensator între ieșirea din cazan și coș

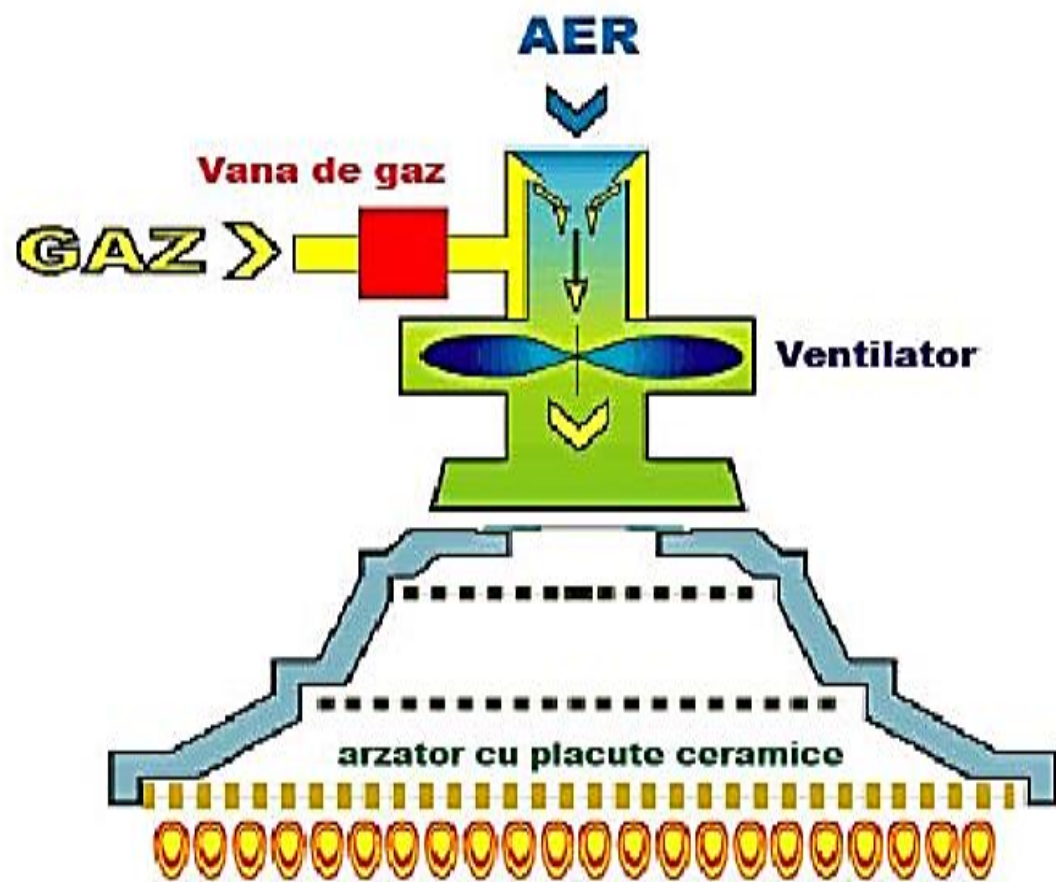
RECOMANDĂRI ESENȚIALE

- Circulația agenților trebuie să aibă loc în contracurent
- minimizarea excesului de aer
- drenarea condensului
 - geometrii cu drenarea gravitațională
 - drenarea prin circulația gazelor
- alimentarea cazanului cu apă de temperatură joasă
- unde e posibil, utilizarea de trepte separate de condensare

TEMPERATURA PUNCTULUI DE ROUA
FUNCTIE DE EXCESUL DE AER



NE INTERESEAZĂ SĂ AVEM UN
PUNCT DE ROUĂ CÂT MAI RIDICAT
PENTRU VAPORII DE APĂ DIN
GAZELE DE ARDERE PENTRU A
ASIGURA CONDENSAREA UNUI
VOLUM CÂT MAI MARE DE VAPORI
DE APĂ



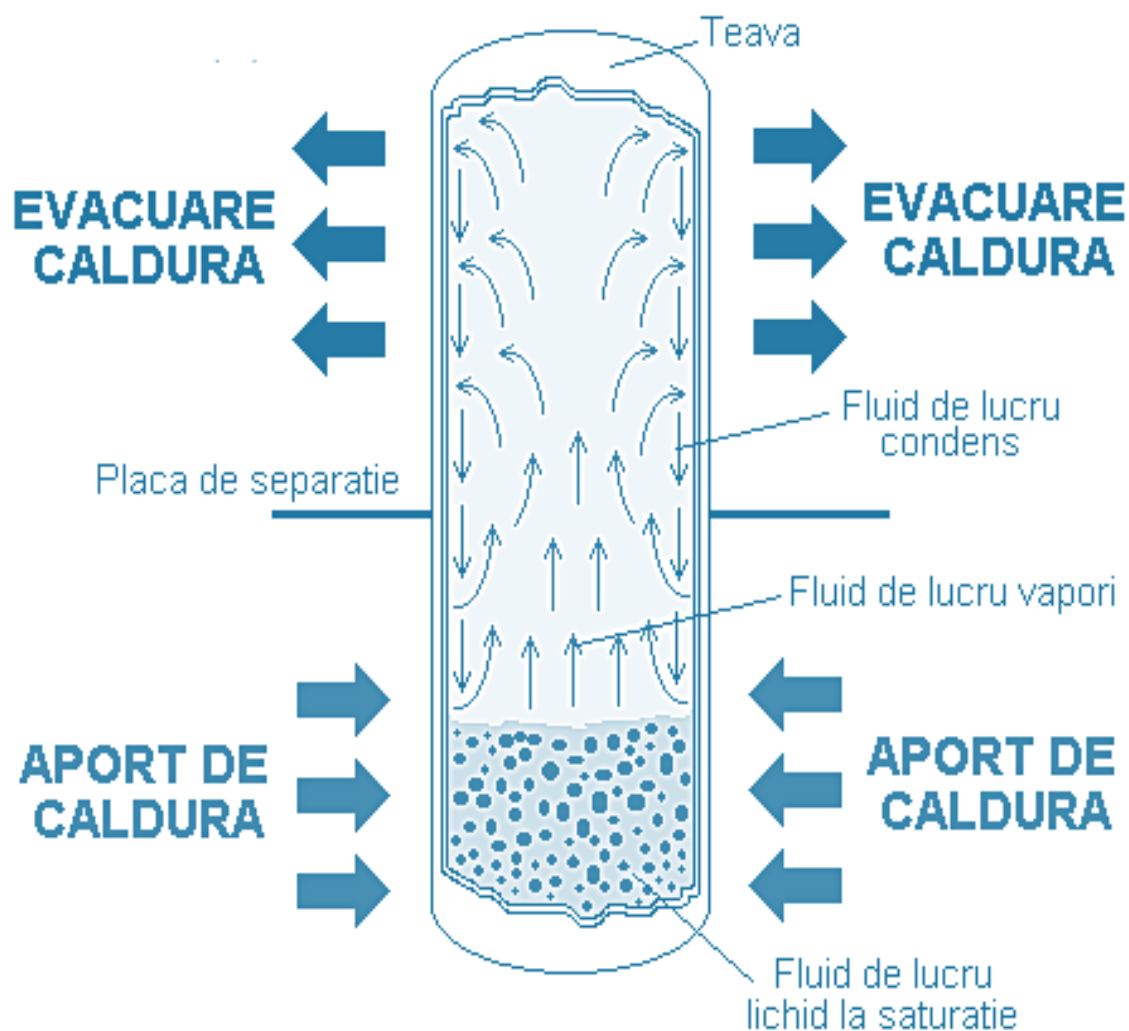
Prin adăugarea unei trepte suplimentare de condensare- AVANTAJE:

- Creșterea randamentului întregului proces prin valorificarea căldurii latente a vaporilor de apă din gazele de ardere;
- Scăderea temperaturii gazelor de ardere la evacuare;
- Durată redusă de recuperare a investiției (pentru echipamente industriale) 3÷5 ani
- Posibilitatea adăugării unei trepte suplimentare pentru tratarea chimică a gazelor de ardere

[VIDEO](#)

TUBURI TERMICE

- Un tub termic este un schimbător de căldură capabil să transfere caldura de la o sursă la un consumator fără aport de energie suplimentară, aproape fără pierderi și cu un gradient de temperatură foarte mic.
- Tubul termic este compus din trei elemente: învelișul, structura capilară și fluidul de lucru.
- Îmbină într-un circuit închis fenomenele de VAPORIZARE, TRANSPORT și CONDENSARE a unui agent de lucru



FLUIDUL DE LUCRU PREIA CĂLDURA ÎN **VAPORIZATOR**, vaporizează și apoi se deplasează, pe baza diferenței de presiune către zona mai rece, **CONDENSATORUL**, unde **CEDEAZĂ CĂLDURA** și condensează.

CONDENSUL se întoarce în partea inferioară (la vaporizator) ori **GRAVITAȚIONAL**, la o poziționare verticală a tubului ori printr-o **STRUCTURĂ CAPILARĂ (MATERIAL POROS)** care îmbracă partea laterală interioară a tubului termic.

CAPILARITATEA este dată de faptul că FORȚELE DE ADEZIUNE dintre lichid și solid sunt MAI MARI decât FORȚELE DE COEZIUNE din volumul lichidului (fundații case, plante etc.)

- Ciclul de funcționare, care asigură transferul de căldură prin schimbarea de fază a fluidului de lucru, se reia mereu câtă vreme **EXISTĂ O DIFERENȚĂ DE TEMPERATURĂ ÎNTRE CAPETELE TUBULUI TERMIC.**
- Umplerea tubului cu fluidul de lucru se realizează la o presiune setată în funcție de aplicația unde va fi utilizat (de cele mai multe ori lucrează la presiune inferioară presiunii atmosferice)
- Fluidele de lucru sunt diverse, de la heliu și azot pentru domeniul criogenic de temperaturi, până la sodiu sau potasiu pentru temperaturi de până la 1000 °C (sau argint pentru temperaturi de peste 2000°C).
- Fluidul de lucru trebuie să fie **COMPATIBIL CU MATERIALUL ȚEVII ȘI AL STRUCTURII CAPILARE** și să reziste la temperaturile aplicației.
- Cantitatea de fluid de lucru influențează semnificativ performanța funcțională a tubului termic.
- Pentru aplicații în domeniul recuperării căldurii, cantitatea de fluid de lucru poate varia în intervalul **9% ... 25%** din volumul interior al tubului termic.

Componente:

- STRUCTURA CAPILARĂ ESTE REALIZATĂ DIN PLASE METALICE, PUDRĂ METALICĂ sau CANELURI EXTRUDATE.

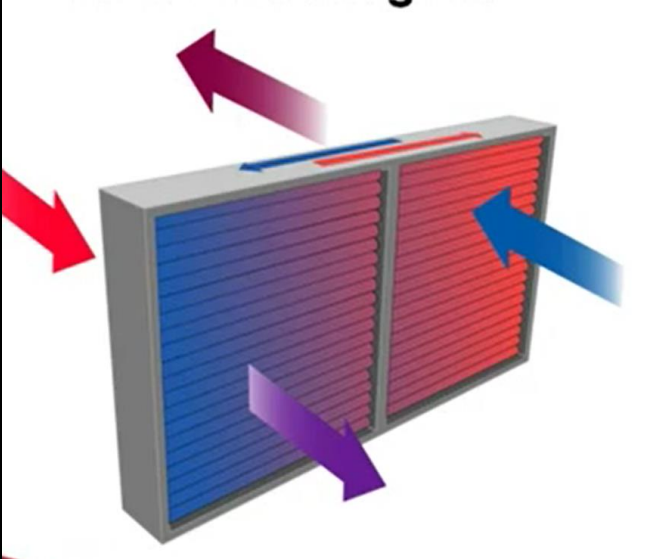


COMPATIBILITATEA MATERIALELOR:

Temperature range (°C)	Working fluid	Vessel material	Measured axial ^a heat flux (kW/cm ²)
–200 to –80	Liquid nitrogen	Stainless steel	0.067 @ –163 °C
–70 to +60	Liquid ammonia	Nickel, aluminum, stainless steel	0.295
–45 to +120	Methanol	Copper, nickel, stainless steel	0.45 @ 100 °C ^b
+5 to +230	Water	Copper, nickel	0.67 @ 200 °C
+190 to +550	Mercury ^c +0.02 % Magnesium +0.001 %	Stainless steel	25.1 @ 360 °C ^d
+400 to +800	Potassium ^c	Nickel, stainless steel	5.6 @ 750 °C
+500 to +900	Sodium ^c	Nickel, stainless steel	9.3 @ 850 °C
+900 to +1500	Lithium ^c	Niobium + 1 % zirconium	2.0 @ 1250 °C
1500 + 2000	Silver ^c	Tantalum + 5 % tungsten	4.1

- Cele mai utilizate fluide de lucru folosite la fabricarea tuburilor termice cu aplicații în recuperarea căldurii sunt APA, alcoolul etilic, alcoolul metilic, amoniacul, acetona, și sodiul.
- Aplicații: **STAȚIA SPAȚIALĂ; TELEFOANE MOBILE; INSTALAȚII DE RECUPERARE A CĂLDURII; INSTALAȚII DE VENTILAȚII; PANOURI SOLARE**
- Avantaj principal: Se pot utiliza mai multe tuburi de același tip montate într-un schimbător de căldură, fiecare funcționând ca un SCHIMBĂTOR DE CĂLDURĂ INDEPENDENT- la defectarea/ spargerea unui tub celelalte tuburi nu sunt afectate.
- Dezavantaj: Preț ridicat

Instalații de recuperare a căldurii din gazele de ardere sau aerul viciat

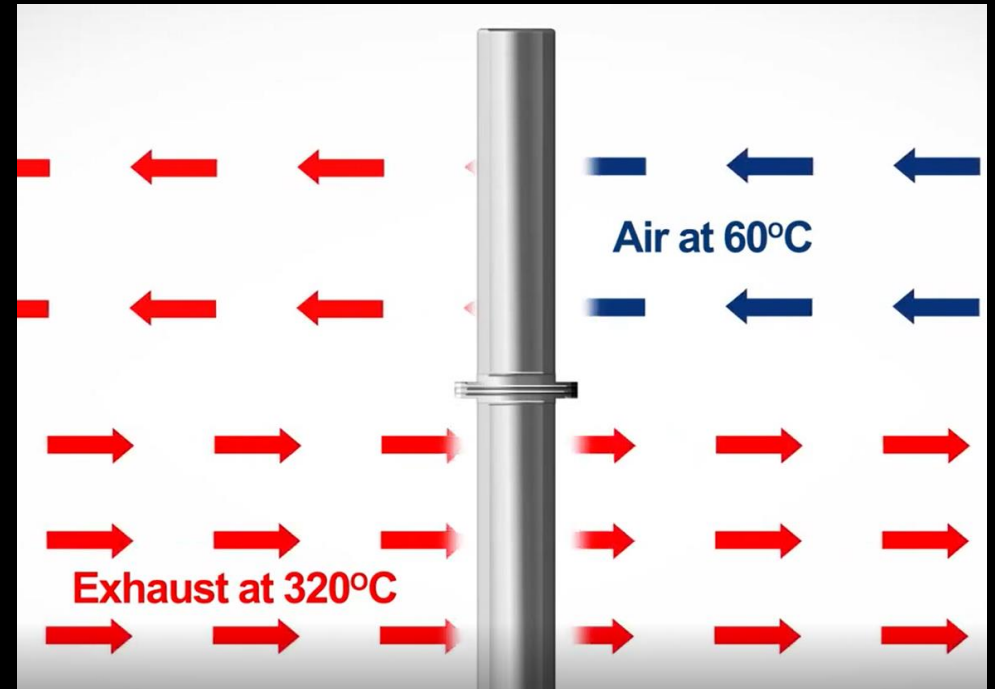


Introducere în
CTA

[Video](#)

Recuperator
din gazele de
ardere

[Video](#)

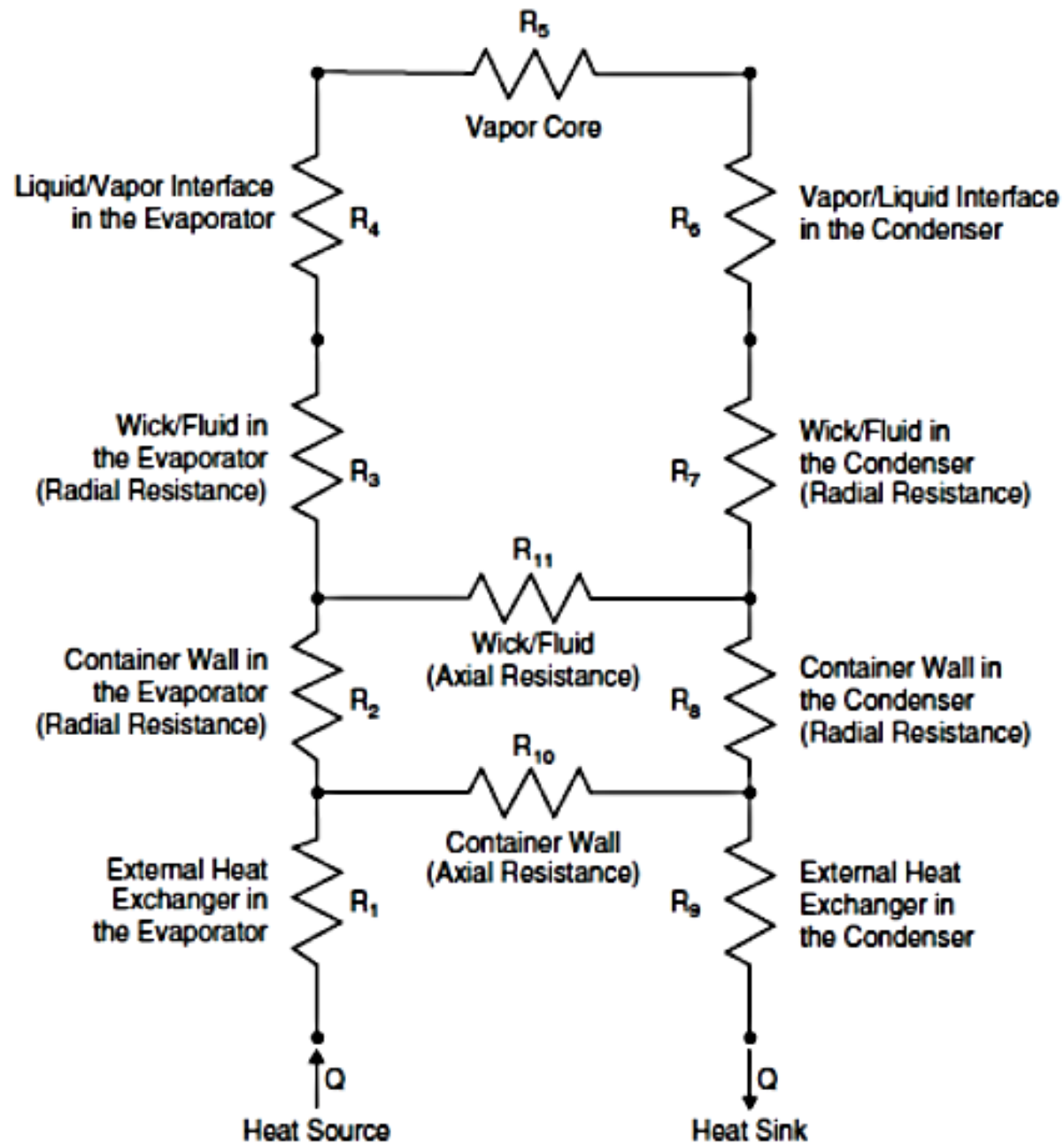


Alte avantaje, comparativ cu P.A. Ljungstrom

- **Separarea perfect etanșă** a celor două fluide care participă la transferul de căldură.
- **Nu au piese în mișcare.** Transferul de căldură între cele două fluide se realizează de către fiecare tub termic în parte prin intermediul ciclului închis de vaporizare - condensare a fluidului de lucru, deci fără piese în mișcare cum ar fi motoare de antrenare sau pompe.
- **Forțe de dilatare reduse.** Ca rezultat al faptului că tuburile termice din fascicul sunt fixate rigid numai în placa tubulară intermediară, iar extremitățile lor sunt numai ghidate în plăcile tubulare de capăt, nu apar probleme legate de dilatare.
- **Eficiența termică mare.** Recuperatoarele cu tuburi termice au eficiență termică mare datorită faptului că ambii agenți termici care participă la schimbul de căldură parcurg fasciculul de tuburi termice transversal la exterior
- **Flexibilitate în proiectare.** Faptul că tuburile termice sunt independente, neracordate între ele, permite proiectarea fasciculului în geometria necesară oricărei aplicații vizate.

Specificații referitoare la transferul de căldură și particularități de calcul

- În multe materiale de prezentare se găsește informația conform căreia conductivitatea termică a tuburilor termice este ridicată;
- Având în vedere faptul că în interiorul tubului avem un fluid în mișcare, mărimea la care se face referire este **CONDUCTIVITATEA TERMICĂ ECHIVALENTĂ**, măsurată pe lungimea tubului termic făcând abstracție de fenomenele din interiorul acestuia;
- Valoarea acestei **CONDUCTIVITĂȚI TERMICE ECHIVALENTE** este foarte ridicată, **căldura fiind transmisă mult mai rapid față de metale, cum ar fi CUPRUL.**



$$k = \frac{1}{R_{tot.}} \cong 10^6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

CURS 6

VALORIFICAREA ENERGETICĂ A DEȘEURILOR

GESTIUNEA DURABILĂ A DEȘEURILOR

- Are ca obiectiv general prevenirea și **restrângerea rațională a impactului potențial negativ asupra mediului natural**.
- Conform statisticilor și studiilor, cantitățile de deșeuri generate în fiecare țară și nivelul mediu al acestora pe locuitor sunt legate de gradul de dezvoltare și urbanizare.
- Conform cerințelor legislației UE, documentele strategice naționale de gestionare a deșeurilor cuprind două componente principale, și anume:
- **STRATEGIA DE GESTIONARE A DEȘEURILOR** - este cadrul care stabilește obiectivele României în domeniul gestionării deșeurilor;
- **PLANUL NAȚIONAL DE GESTIONARE A DEȘEURILOR** - reprezintă planul de implementare a strategiei - conține detalii referitoare la acțiunile ce trebuie întreprinse pentru îndeplinirea obiectivelor strategiei, privind modul de desfășurare a acestor acțiuni, inclusiv termene și responsabilități.

DEȘEU

- *Parte dintr-o materie prima sau dintr-un material (**REZIDUU**) ce rămâne în urma unui proces tehnologic de realizare a unui anumit produs sau semifabricat, neputând fi utilizat în cadrul aceluiași proces tehnologic (**deșeuri industriale**), sau care rezulta din activități umane, casnice, menajere (**deșeuri neindustriale**).*

CATEGORII

① **URBANE**

- deșeuri menajere și stradale,

② **INDUSTRIALE**

- inerte (materiale de umplutură și steril etc)
- banale (asimilabile cu deșeurile menajere)
- speciale (rezultate din procese industriale)

③ **SPECIALE**

- cu înalt grad de pericolozitate (deșeuri spitalicești, radioactive etc.)

Planurile naționale vor furniza masuri pentru următoarele obiective:

- **diminuarea sau limitarea generării de deșeuri și a gradului de pericolozitate a acestora;**
- **reciclarea, regenerarea sau alte forme de utilizare a deșeurilor;**
particularitate la deșeurile electrice- aparate, baterii, corpuri iluminat care conțin substanțe toxice Pb, Hg etc. și se colectează și reciclează separat.
- **neutralizarea din punct de vedere ecologic a deșeurilor;**
- **remediarea siturilor poluate.**

ANALIZA ELEMENTARĂ

Determinarea cantitativa a următoarelor elemente:

1. Carbon;
2. Azot;
3. Hidrogen;
4. Oxigen;
5. Clor;
6. Sulf;
7. Fosfor;

pentru deșeuri inerte (necombustibile)

8. **Potasiu, Magneziu, Fier** etc. – utilizare agricolă;
9. Metale grele (**Zinc, Plumb, Nichel, Crom, Cadmiu, Mercur**, etc.) – pentru protecția mediului.

DETERMINAREA PUTERII CALORIFICE INFERIOARE

TREBUIE DETERMINATE:

- **participațiile masice** ale componentilor deșeului analizat;
- **puterile calorifice inferioare** ale componentilor deșeului analizat.

Nr. crt.	COMPONENT	Hi [Kj/Kg]
1	Resturi alimentare	1500 - 2000
2	Hartie, Carton	16000 - 18000
3	Textile	16000 – 19800
4	Lemn	18000 – 20600
5	Plastic	29200 – 37600
6	Policlorura de vinil	40500
7	Polietilena	45000
8	Oase	16000
9	Vegetale uscate	19200
10	Gunoii de gradina	1900 - 2000

Selecția deșeurilor se face foarte simplu, după cum urmează :

- hârtia și cartonul trebuie aruncate în containerele **ALBASTRE**
- cele din plastic și metal în containerele **GALBENE**
- cele din sticlă în containerele de culoare **VERDE**
- deșeurile biodegradabile în containerele **MARO**
- deșeurile menajere în containerele **NEGRE**



	2010	2011	2012	2013	2014
Deșeuri colectate separat de operatorii de salubritate (tone), din care:	145.207	139.524	184.517	196.649	171.311
Hârtie și carton	32.201	37.880	43.579	46.316	50.042
Plastic	26.757	31.395	48.452	39.573	46.638
Metale	1.201	1.642	2.235	2.600	2.479
Lemn	2.332	2.842	7.572	2.581	3.074
Sticlă	11.716	7.652	23.716	19.402	13.197
Voluminoase	23.322	14.388	26.214	49.794	28.274
Textile	48	147	480	167	260
Biodegradabil	32.922	30.688	31.545	30.952	20.934
Alte deșeuri	14.707	12.890	724	5.264	6.415

Sursa: ANPM



BANDĂ TRANSPORTATOARE





SEPARATOR MAGNETIC

VALORIFICAREA ENERGETICĂ

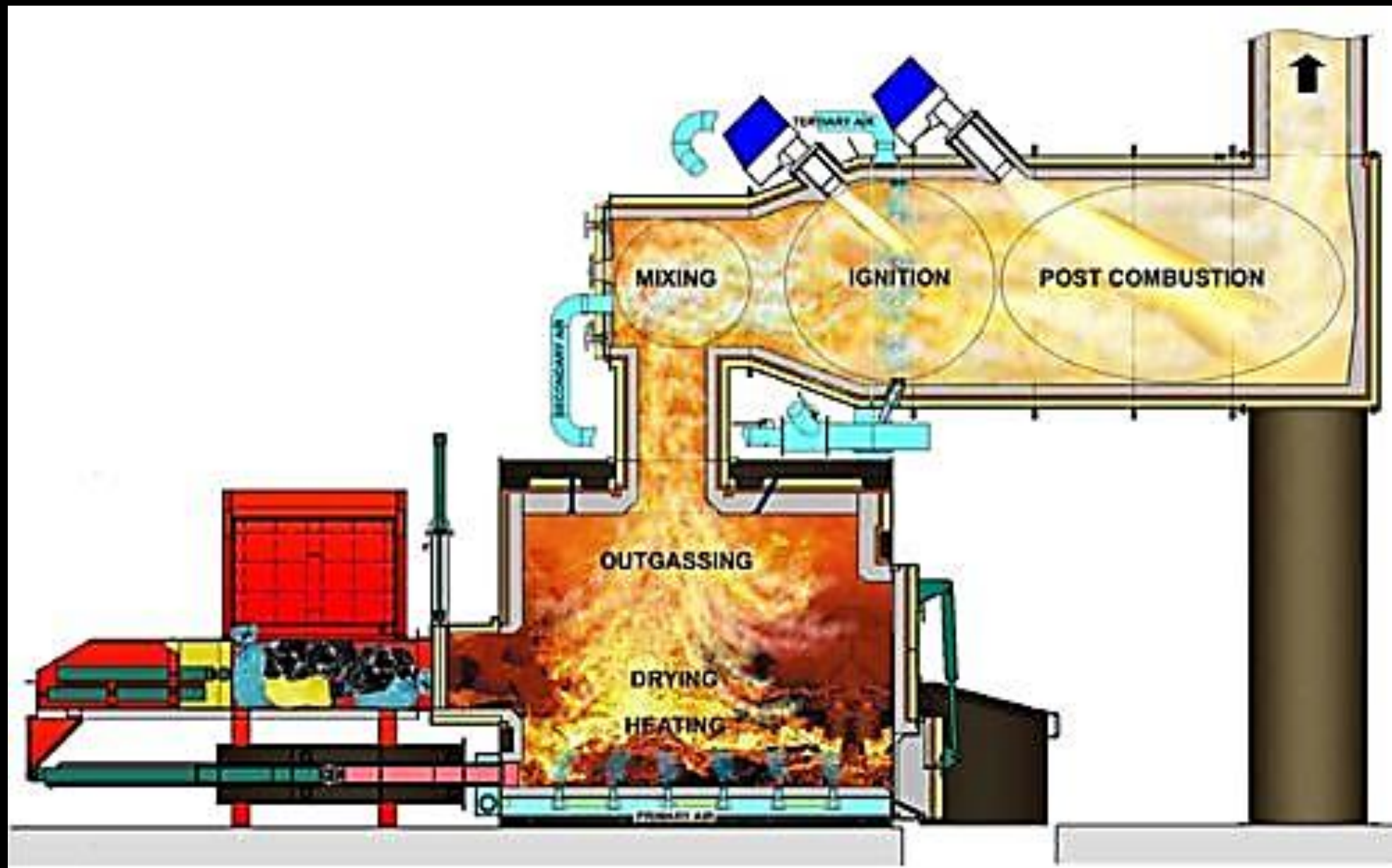
- INCINERARE (ARDERE) cu utilizarea cantității de căldură degajate care este în funcție de puterea calorică inferioară medie a deșeului- G.E.P.I
- FERMENTARE AEROBĂ (COMPOSTARE)- cu obținerea compostului utilizat ulterior în agricultură – DISCIPLINA OPȚIONALĂ PROCESE ȘI ECHIPAMENTE INDUSTRIALE (P.E.T.I) anul 4
- FERMENTAREA ANAEROBĂ (DIGESTOARE) – cu producerea de BIOGAZ utilizat în echipamente dedicate de ardere – disciplina P.E.T.I
- GAZEIFICAREA – arderea incompletă cu scopul de a obține un combustibil gazos de putere calorică medie, deci conversia combustibilului solid în combustibil gazos- disciplina P.E.T.I

INCINERAREA DEȘEURILOR

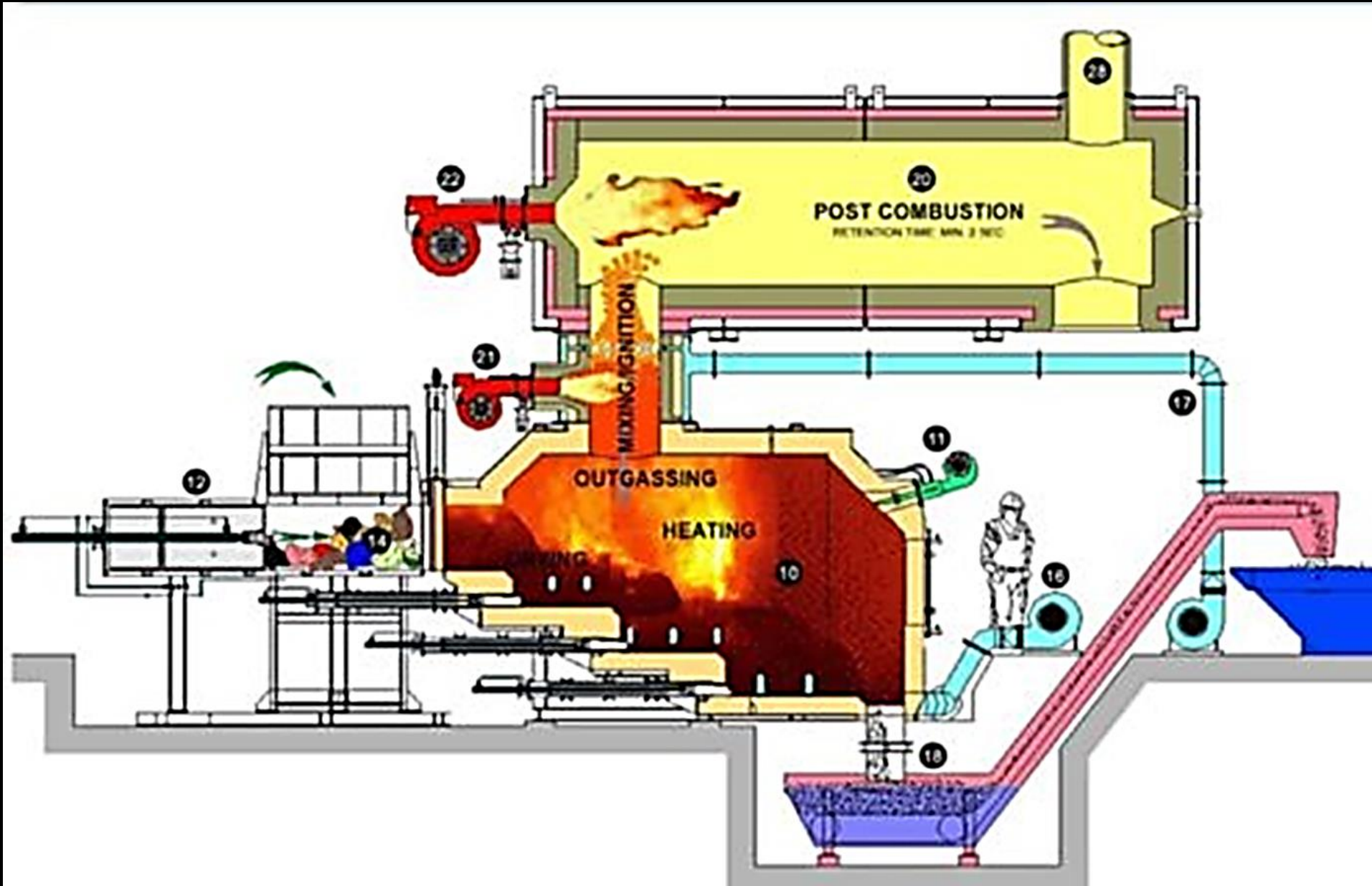
Particularități ale incinerării deșeurilor urbane

- **Umiditate ridicată** (50 ÷ 60 %);
- Aerul utilizat în ardere trebuie **preîncălzit** prin recircularea gazelor de ardere;
- temperatura teoretică de ardere scăzută;
- **Temperatura joasă de zgurificare** 1000÷1200°C; Trebuie evitată atingerea acestei temperaturi de către cenușa rezultată din ardere pentru a nu bloca sistemele de transport;

INSTALAȚII DE PUTERE MEDIE – GRĂȚAR FIX



INSTALAȚII DE PUTERE MEDIE – GRĂȚAR CU ÎMPINGERE DIRECTĂ



[VIDEO 1-](#) MEXIC

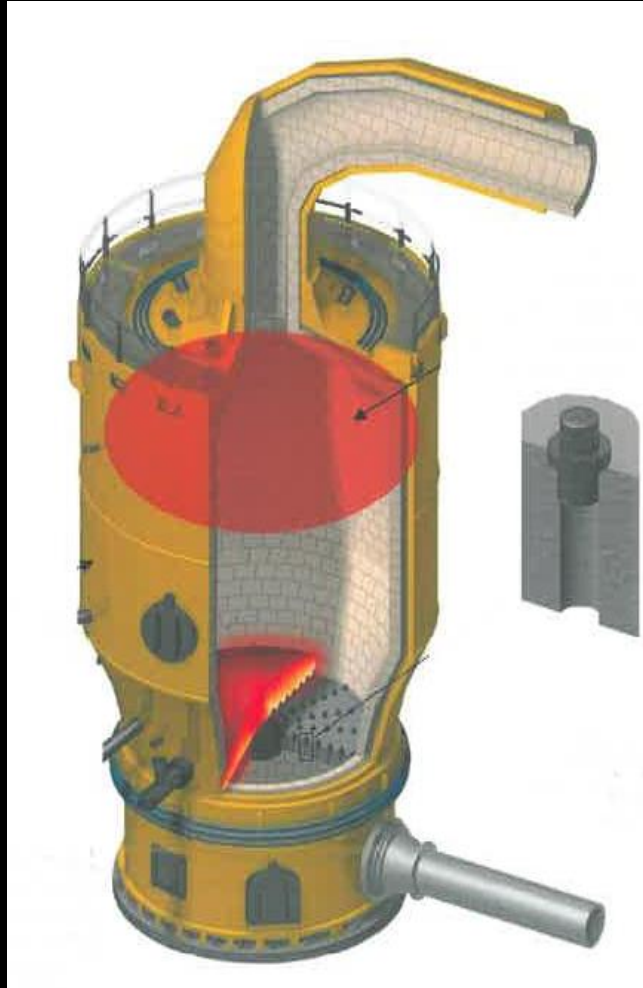
[VIDEO](#) Etape
incinerare

FOCARE TUNEL- ROTATIV



Type of waste:	Aggregate condition:	solid, sludgy, pasty and liquid
	Heating value:	1 ÷ 45 MJ/kg
	Moisture:	up to approx. 86%
	Density:	40 to approx. 1'500 kg/m ³
Capacity range:	Thermal condition:	1.25 MW ÷ 8.4 MW
	Weght (by H _U of 15 MJ/kg):	300 kg/h ÷ 1000 kg/h / 7.2 t/day ÷ 24 t/day

INCINERATOR CU PAT FLUIDIZAT



LEGISLAȚIE ÎN ROMÂNIA – Planul național de gestionare a deșeurilor (publicat în MO în anul 2018)

Tabel III-6: Evoluția indicatorilor de generare a deșeurilor menajere în perioada de planificare

Mediu de rezidență	Indicator de generare (kg/locutor/zi)										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Urban	0,66	0,66	0,66	0,65	0,65	0,64	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60
Rural	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27

Sursa: Estimări [PNGD 2016-2017]

Tabel III-7: Evoluția gradului de conectare a populației la serviciile de salubritate

Mediu de rezidență	Populația deservită (%)				
	2014	2015	2016	2017	2018 - 2025
Urban	92,26	95	95	100	100
Rural	69,12	75	85	95	100

Sursa: Estimări [PNGD 2016-2017]

LEGISLAȚIE ÎN ROMÂNIA – Planul național de gestionare a deșeurilor (publicat în MO în anul 2018)

Tabel III-9: Proiecția privind compoziția deșeurilor menajere și similare, 2015 - 2025

Tip deșeu	Ponderea (%)										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Hârtie și carton	11,9	11,9	11,9	12,0	12,2	12,4	12,6	12,8	13,0	13,3	13,5
Metale	2,7	2,7	2,7	1,8	2,0	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5
Plastic	11,7	11,7	11,7	11,5	11,3	11,0	10,8	10,6	10,4	10,2	10,0
Sticlă	5,1	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5
Lemn	2,2	2,2	2,2	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7
Biodeșeuri	57,9	57,9	57,9	57,5	57,0	57,0	56,5	56,5	56,0	55,5	55,0
Textile	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Voluminoase	0,9	0,9	0,9	2,0	2,2	2,4	2,4	2,6	2,6	2,8	3,0
Alte deșeuri	6,7	6,7	6,7	6,7	6,8	6,3	6,6	6,3	6,6	6,7	6,8

Sursa: Estimări [PNGD 2016-2017]

LEGISLAȚIE ÎN ROMÂNIA – Planul național de gestionare a deșeurilor (publicat în MO în anul 2018)

196

MONITORUL OFICIAL AL ROMÂNIEI, PARTEA I, Nr. 11 bis/5.I.2018

Tabel III-13: Indicatori privind cantitatea de ambalaje introdusă pe piața națională, pe tip de material, 2015-2025

Material de ambalaje	Indicator (kg/locuitor și an)					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020-2025
Sticlă	9,8	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3
Plastic	17,3	19,1	19,1	18,0	18,0	18,0
Hârtie și carton	20,9	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
Metal	3,3	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Lemn	15,7	17,7	17,7	17,0	17,0	17,0

Sursă: Estimări [PNGD 2016-2017]

Proгноze pentru 2025 (față de 1995)

- Scădere cu 10% a deșeurilor de plastic (prin renunțarea la pungile din plastic);
- Scădere cu 4,5% a deșeurilor din sticlă prin introducerea taxei pentru ambalaje reutilizabile;
- Scădere cu 55% a deșeurilor biodegradabile prin prevenirea generării de deșeuri din alimente
- Creșterea cu 13,5% a deșeurilor din hârtie și carton.

*Obs: Până în anul 2020 România trebuia să aibă toți locuitorii
alocați unei rețele de salubritate*