MACCHINE

STIAMO TRASFORMANDO IL MONDO NEL MODO DI APPROVVIGIONAMENTO DELL'ENERGIA.

COS'È L'ENERGIA?

L'ENERGIA È UNA PROPRIETÀ CHE DEVE ESSERE TRASFERITA A UN OGGETTO O A UN SISTEMA PER OTTENERE LAVORO O TRASFERIRE CALORE AL SISTEMA

COS'È LA POTENZA?

È IL RATEO DI CONVERSIONE DELL'ENERGIA.
DATA DA $W = dE/dt$

master COPY

RICHIAMI DI TERMODINAMICA

master COPY COPISTERIA

- PRINCIPI DELLA TERMODINAMICA
- PROPRIETÀ DEI FLUIDI
- TRASFORMAZIONI DEI FLUIDI
- CICLI DI RIFERIMENTO

1) DALL'ESPERIENZA DI JOULE OTTENIAMO L'IMPORTANTE RELAZIONE

$$\Delta U = Q + L$$

CON Q E L POSITIVI VERSO IL SISTEMA
I QUALI ARRICCHISCONO IL CONTENUTO ENERGETICO DEL FLUIDO, OVVERO LA SUA ENERGIA INTERNA

NELL'ESPRIMERE IL LAVORO POSSIAMO UTILIZZARE LA DENSITÀ

$$\rho = \frac{1}{v} \longrightarrow \log \rho = -\log V \longrightarrow dV = -\frac{d\rho}{\rho^2}$$

master COPY

E OTTENGO:

$$dL = -p\frac{d\rho}{\rho^2}$$

SE IN UN RECIPIENTE VIENE INTRODOTTA UNA MASSA $dm = \rho dV$ IN UN PROCESSO ADIABATICO, LA MIA ENERGIA INTERNA VARIA COME

$$dU^* = dm^* [U(m) + \rho dV = dm \left[U(m) + \frac{p\,dV}{dm} \right] = dm \left[U(m) + \frac{p}{\rho} \right]$$

STO VARIANDO L'ENTALPIA DEL SISTEMA

$$dU^* = dmH_2 - dmH_2 + \delta Q + dL^* \xrightarrow{\text{SE APERTO}} dU^* = 0 \longrightarrow \Delta H = Q + L$$

UN PROCESSO È REVERSIBILE QUANDO PUÒ ESSERE PERCORSO NEI DUE SENSI RIGUADAGNANDO LE CONDIZIONI INIZIALI DI PARTENZA

ATTRITO, SCAMB. TERMICI E REAZIONI CHIMICHE SONO PROCESSI IRREVERSIBILI

OGNI TRASFORMAZIONE DI LAVORO È IN REALTÀ IRREVERSIBILE
E POSSIAMO SCRIVERE

$$dL = p\frac{dV}{\rho^2} + dL_p$$

POSSO SCRIVERE IL I° PRINCIPIO UTILIZZANDO L'ENTROPIA

$$dU = TdS + p\frac{dV}{\rho^2}$$

$$dH = TdS + \frac{dP}{\rho}$$

L'ENTROPIA NON PUÒ MAI DIMINUIRE IN PROCESSI ADIABATICI

$$dS = \frac{dQ}{T} + \frac{dL_p}{T}$$

EQUAZIONE DI STATO DEI GAS

$$P = \rho RT$$

PER UN GAS PERFETTO HO:

$$\begin{cases} dH = c_p dT \\ dU = c_v dT \\ c_p - c_v = R \end{cases}$$

COI DIAGRAMMI TERMODINAMICI SONO IN GRADO DI RICAVARE TUTTE LE VARIABILI DI STATO

TRASFORMAZIONI TERMODINAMICHE

- ISOTERMA ⟶ T=cost.
- ISOBARA ⟶ P=cost.
- ISOCORA ⟶ V=cost.
- POLITROPICA ⟶ C=cost.
- ADIABATICA ⟶ Q = 0
- ISOENTROPICA ⟶ S=cost. DEVE ESSERE ANCHE ADIABATICA

1) TRASFORMAZIONE ISOTERMA

$C = \infty$
$T = cost.$
$\Delta U_{12} = 0 = \Delta H_{12}$
$Q_{12} = L_{12}$
$\Delta S_{12} = \frac{Q_{12}}{T} = R \log\left(\frac{P_2}{P_2}\right)$

È L'UNICA TRASFORMAZIONE IN CUI LAVORO DI SISTEMA CHIUSO E APERTO SI EQUIVALGONO

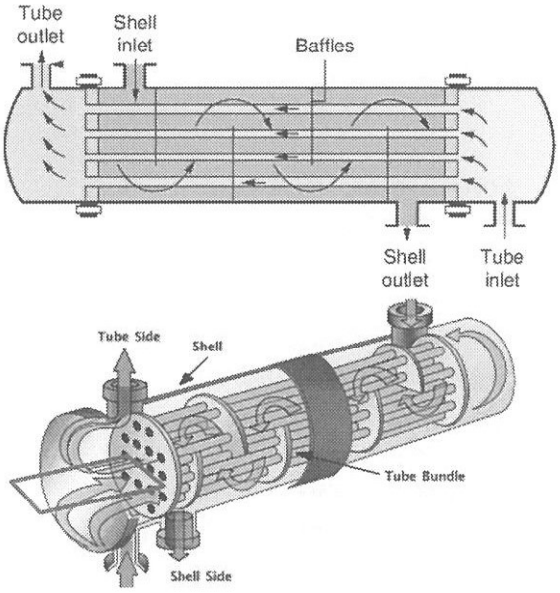
2) TRASFORMAZIONE ISOBARA

$C = C_p$
$L_{12} = P/P_1 (1 - T_2/T_1)$
$L_{12} = 0$
$Q_{12} = \Delta H_{12} = \frac{c_p P}{R P_1}\left(\frac{P_2}{P_2} - 1\right) = c_p \Delta T$
$\Delta S_{12} = \frac{Q_{12}}{T}$

SCAMBIATORI DI CALORE

SCAMBIATORI SHELL AND TUBE

UN FLUIDO PASSA NEI TUBI E L'ALTRO NEL MANTELLO (GENERALMENTE QUELLO CON U MAGGIORE)
I DUE FLUIDI NON VENGONO A CONTATTO



NEI RIGENERATORI HO IL VAPORE NEL MANTELLO E L'ACQUA NEI TUBI

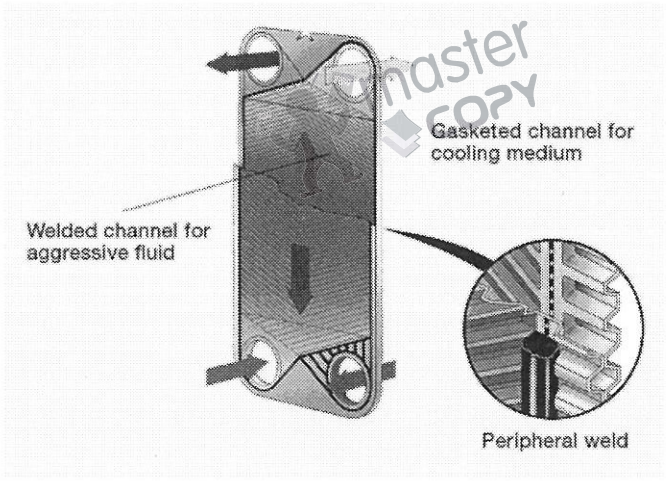
VENGONO MESSI DEI DEVIATORI (BAFFLES) PER FAR SÌ CHE I TUBI VENGANO TOCCATI IN MODO OMOGENEO

GLOBALMENTE È UNO SCAMBIATORE CONTROCORRENTE.

SCAMBIATORE A PIATTI

SONO MOLTO COMPATTI, (1.20 m x 0.50m) SCAMBIANO CENTINAIA DI kW
SI UTILIZZANO GENERALMENTE PER SCAMBI DI CALORE TRA DUE LIQUIDI
LA POTENZA COMPLESSIVA DIPENDE DAL NUMERO DI PIATTI E DALLA LORO GRANDEZZA

HANNO IL VANTAGGIO DI POTER ESSERE MESSI IN SERIE



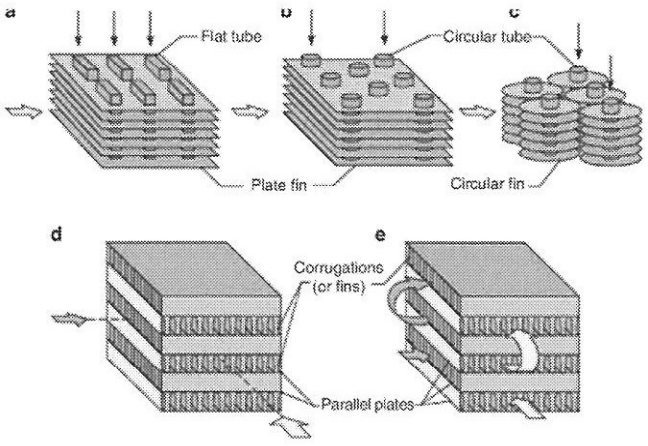
LE LAMIERE SONO PIEGATE PER AUMENTARE LA TURBOLENZA

IL MOTO LAMINARE È MENO VANTAGGIOSO PER GLI SCAMBI TERMICI

SCAMBIATORI COMPATTI

HANNO UNA ELEVATA SUPERFICIE DI SCAMBIO.
LO SONO I RADIATORI DEI VEICOLI

PERCHÉ SUL LATO A CONTATTO CON L'ARIA HO GRANDE SUPERFICIE DI CONTATTO?
PER LA DIFFERENZA DI CAPACITÀ DI TRASMETTERE CALORE



GLI SCAMBIATORI TRA GAS HANNO SUPERFICI ENORMI RISPETTO AD ALTRI FLUIDI

CON UN FLUIDO CHE PASSA DI STATO DEVO ANCOR PIÙ AUMENTARE LA SUPERFICIE DAL LATO DI PASSAGGIO DELL'AEROPORTE.
DEVO FORNIRE ANCHE IL CALORE LATENTE PER IL PASSAGGIO DI STATO

COMBUSTIBILI FOSSILI

LE REAZIONI CHE GOVERNANO I PROCESSI DI UTILIZZO DEI COMBUSTIBILI FOSSILI SONO LE REAZIONI DI COMBUSTIONE

$C + O_2 \longrightarrow CO_2$
$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$
$S + O_2 \longrightarrow SO_2$
$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$

LO ZOLFO DEVE ESSERE ELIMINATO DAL COMBUSTIBILE

REAZIONE DI COMBUSTIONE

$$C_mH_n + \left(m + \frac{n}{4}\right)O_2 \longrightarrow mCO_2 + \frac{n}{2}H_2O$$

MASSA TEORICA DI ARIA IN UNA COMBUSTIONE

$$M_t = 11.48C + 34.2H + 4.30S - 4.31O$$

IN TUTTI I PROCESSI DI COMBUSTIONE SI UTILIZZA ARIA IN ECCESSO PER FACILITARE LA REAZIONE DI OSSIDAZIONE DEL COMBUSTIBILE

UTILIZZO LA COMBUSTIONE PER GENERARE CALORE
POTERE CALORIFICO (kJ/kg) ⟶ ENERGIA RICAVATA PER OGNI kg DI COMBUSTIBILE

$$H_s = 33829\,C + 144000(H - O/8) + 10467\,S$$

IN EUROPA UTILIZZIAMO SPESSO IL POTERE CALORIFICO INFERIORE CHE TIENE CONTO DELL'ENERGIA CEDUTA PER CONDENSAZIONE

$$H_i = H_s - 2441(9H + a)$$

COMBUSTIBILI LIQUIDI

NE FANNO PARTE GLI IDROCARBURI ALIFATICI, I QUALI SONO MOTORISTICAMENTE SCADENTI PERCHÉ PRESENTANO UN RITARDO ALL'ACCENSIONE.

IDROCARBURI ISOPARAFFINICI ⟶ ISOTTANO ⟶ DI RIFERIMENTO NEI MOTORI A BENZINA

IL PETROLIO

TUTTI GLI IMPIANTI INDUSTRIALI HANNO COMBUSTIBILI LIQUIDI DERIVANTI DAL PETROLIO GREGGIO, IL QUALE È COSTITUITO DA 83% C, 14% H_2 2-3% O_2