

MATERIAL MËSIMOR

Në mbështetje të mësuesve të drejtimit mësimor

TERMOHIDRAULIKË

Niveli II i KSHK

NR. 1

Ky material mësimor i referohet:

❖ **Lëndës profesionale:** “Bazat e termohidraulikës” Kl. 11 (L-37-536-20)

❖ **Temave mësimore:**

- Hyrje në termoteknikë, parametrat, njësitë matëse
- Nxehtësia
- Ligji i parë i termodinamikës
- Ligji i dytë i termodinamikës
- Transmetimi i nxehtësisë me përcjellshmëri
- Transmetimi i nxehtësisë me konveksion
- Transmetimi i nxehtësisë me rrezatim
- Transmetimi i nxehtësisë në mënyrë të përgjithshme
- Humbjet e nxehtësisë në ndërtesa
- Klasifikimi i lëndëve djegëse, fuqia kalorifike
- Lëndët djegëse dhe ruajtja e tyre
- Produktet e djegies, përbërësit
- Mbrojtja e mjedisit
- Kërkesat e komfortit termik në mjedise të mbyllura
- Cilësia e ajrit, përbërësit dhe treguesit e tij

E përgatitën:

Ing. Rezana Lika
Ing. Mimoza Myderizi
Ing. Besnik Karaj
Ing. Renata Puleri

Tiranë, 2022

Tema mësimore 1: Hyrje në termoteknikë, parametrat, njësitë matëse

1.1 Hyrje në Termoteknikë

Termoteknika është shkencë që studion dhe përcakton ligjet e shndërrimit të energjisë termike (nxehtësisë) në energji mekanike dhe anasjelltas.

Termoteknika përbëhet nga :

1. Termodinamika teknike e cila bazohet në dy ligje kryesore
 - Ligji i parë i cili karakterizon anën sasiore të proceseve të shndërrimit të energjisë
 - Ligji i dytë i cili studion anën cilësore të këtyre proceseve, duke përcaktuar drejtimin në të cilin zhvillohen proceset në natyrë.
2. Transmetimi i nxehtësisë: Procesi i shndërrimit të energjisë në punë mekanike realizohet vetëm me ndërmjetësimin e disa lëndëve të posaçme që quhen trupa pune. Si trupa pune përdoren gazet, sepse vetëm kjo gjendje agregate është e aftë për të ndryshuar vëllimin në mënyrë të konsiderueshme kur ndryshon temperatura ose presioni.
3. Proceset e djegies

1.2 Gazet

Gazet janë trupa që zgjerohen, shtypen dhe marrin formën e enës ku ndodhen.

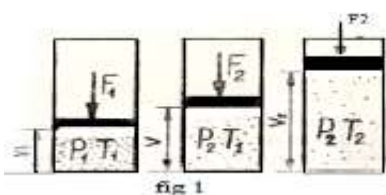
Zgjerimi është një nga vetitë kryesore që i dallon gazet nga lëngjet dhe kushtëzohet nga fakti se në gazet forcat e kohezionit ndërmjet molekulave janë shumë të vogla, pasi distanca ndërmjet tyre në krahasim me ato të trupave të lëngët, sidomos të ngurtë është e madhe. Kjo distancë ndryshon me ndryshimin e temperaturës. Ajo rritet kur gazi nxehet dhe zvogëlohet kur ai ftohet. Si pasojë ndryshon si forca e kohezionit ashtu edhe vëllimi i gazit. Gazet lëngështohen. Për këtë duhet të arrihet një farë presioni dhe një temperaturë e caktuar. Kthimi i gazit në lëng bëhet vetëm kur temperatura e tij është më e vogël se temperatura kritike (tk), e cila është e ndryshme për gaze të ndryshme; p.sh. për azotin $t_k = -147^\circ \text{C}$, ndërsa për hidrogjenin $t_k = -240^\circ \text{C}$. Gazet ndryshojnë nga avujt, vetëm se ndodhen shumë larg pikës së lëngështimit, ndërsa avujt janë shumë afër; p.sh. oksigjeni në $p = 1$ ata ndahet nga azoti, duke u lëngështuar në $t = -183^\circ \text{C}$, ndërsa avulli i ujit në po të njëjtin presion dhe $t = 1000^\circ \text{C}$ kthehet në lëng kur ftohet.

Gazet në të cilat merret parasysh forca tërheqëse ndërmjet molekulave dhe vëllimi i molekulave quhen gaze reale. Të tilla janë të gjitha gazet që ndodhen në natyrë ose prodhohen artificialisht.

Në termodinamikë mendohet një gaz ideal, në të cilin nuk veprojnë forcat e kohezionit ndërmjet molekulave të tij dhe vetë molekulat konsiderohen si pika materiale pa vëllim.

1.3 Ekuacioni karakteristik i gazeve

Ekuacioni karakteristik i gazeve (ekuacioni i Klaperonit) përcakton lidhjen ndërmjet presionit absolut, vëllimit specifik dhe temperaturës absolute të çdo gazi ideal. Për të interpretuar ekuacionin e Klaperonit, mbështetemi në dy ligjet e njohura të fizikës dhe pikërisht në ligjin e Boil-Mariotit dhe të Gei-Lussakut.



Sipas Boil-Mariotit, kur një kg gaz me $p_1 T_1$ dhe v_1 zgjerohet me

$$T_1 = \text{konstant vlen } \frac{p_1}{p_2} = \frac{v}{v_1}$$

ndërsa sipas Gei-Lussakut, kur i njëjti gaz me $p_2 T_2$ dhe v nxehet me $p_2 = \text{konstant}$ $\frac{v_2}{v} = \frac{T_2}{T_1}$

ku: p_2 – presioni i gazit pasi zvogëlohet forca nga F_1 në F_2

v - vëllimi specifik i gazit në presion $p_2 < p_1$ ($v > v_1$)

v_2 – vëllimi specifik i gazit në temperaturën T_2

Nga kombimimi i këtyre dy ekuacioneve del: $\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2}$

Pra produkti i presionit me vëllimin specifik ndaj temperaturës është një madhësi konstante

$$p V = G R T$$

Duke na dhënë ekuacionin e gjendjes ose të Klaperonit.

R - konstantja karakteristike e gazeve, që përfaqëson punën që kryen një kg gaz, kur temperatura e tij ndryshon 1°K me $p = \text{konstant}$.

1.4 Parametrat e gjendjes dhe njësitë matëse.

Madhësitë që karakterizojnë gjendjen termodinamike të lëndës së punës (gazit) janë:

- Temperatura absolute (T)
- Presioni absolut (P)
- Vëllimi specifik (v)

Këto tre parametra quhen parametrat termike të gjendjes. Në një gjendje të caktuar secili nga këto parametra ka një vlerë plotësisht të përcaktuar, e cila nuk ndryshon pavarësisht nga rruga nëpër të cilën ka kaluar lënda për të arritur në gjendjen përkatëse.

Temperatura: karakterizon gjendjen termike të trupit ose shkallën e nxehtësisë së trupit.

Temperatura përcakton drejtimin e kalimit të nxehtësisë nga një trup në një trup tjetër.

Temperatura matet sipas shkallës Celcius $^{\circ}\text{C}$ dhe shkallës Fahrenheit $^{\circ}\text{F}$.

Gjithashtu për matjen e temperaturës përdoret edhe shkalla absolute Kelvin e cila quhet dhe temperatura absolute (T) e cila matet në $^{\circ}\text{K}$.

$$^{\circ}\text{K} = -273.1^{\circ}\text{C} \quad \text{Kelvin} = t^{\circ}\text{C} + 273.15^{\circ}\text{C}$$

Presioni absolut (Pa): Përfaqëson forcën që vepron (normal) mbi njësinë e sipërfaqes.

Për matjen e presionit janë: $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} / \text{m}^2$ $1 \text{ bar} = 10,000 \text{ Pa}$

$1 \text{ atm} \approx 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.013 \text{ bar} = 1013 \text{ milibar}$

Vëllimi specifik: Është vëllimi i njësishë së masës së lëndës. v (m^3)

Njësia standarde për vëllimin specifik është metra kub për kilogram (m^3 / kg)

1.1.4 Sistem termodinamik

Sistemi termodinamik përfaqëson tërësinë e trupave të ndodhur në një pjesë të hapësirës së konsideruar me bashkëveprim të mundshëm mekanik dhe termik si me njërin-tjetrin dhe me mjedisin e jashtëm (ambjente).

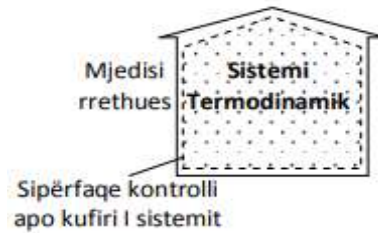
Bashkëveprimi termik dhe mekanik shprehet nëpërmjet:

nxehtësisë dhe punës mekanike

Kemi 5 lloje sistemesh termodinamike:

1. Sistemet e izoluar: materia dhe energjia mund të mos e kalojnë kufirin.

2. Sistemet adiabatike: nxehtësia s'ë kalon kufirin.
3. Sistemet diatermike: nxehtësia e kalon kufirin.
4. Sistemet e mbyllura: materia s'ë kalon kufirin. (ose kemi hyrje dhe dalje te fluksit)
5. Sistemet e hapura: nxehtësia, puna, materia mund ta kalojnë kufirin. (sistemi pa fluks, në të cilin masa nuk ndryshon)



Që ky sistem termodinamik të funksionojë duhet të kemi lëndën e punës, e cila mund të jetë e ngurtë, e lëngët, e gaztë. Parametrat e zakonshëm të një sistemi termodinamik janë: Temperatura absolute (T), presioni absolut (P), vëllimi specifik (v).

Tema mësimore 2: Nxehtësia

2.1 Çfarë është nxehtësia

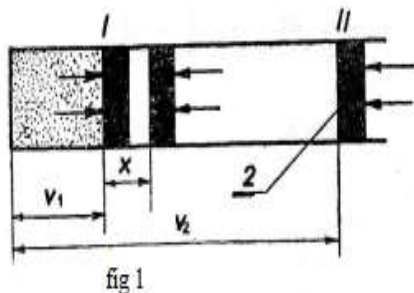
Energjia është përbërëse apo komponente e lëndës, ajo përcaktohet dhe si aftësi për të ndryshuar dhe paraqet një nga vetitë e trupave. Energjia e plotë e një trupi përfshin energjinë kinetike të lëvizjes, energjinë potenciale, energjinë kimike dhe energjinë termike (të palidhur me energjitë e para). Gjatë proceseve termodinamike ndryshon vetëm energjia termike. Në këto raste ndryshimi është i njëjtlshëm me nxehtësinë, e cila mund të transmetohet vetëm kur trupi është i paizoluuar termikisht, d.m.th, kur ai bie në kontakt me trupa të tjerë. Nxehtësia është lloji i energjisë që transmetohet nga një trup në një trup tjetër, kur ndërmjet tyre ka ndryshim temperature. Madhësia e nxehtësisë që transmetojnë trupat varet nga intesiteti i lëvizjes së molekulave, d.m.th. nga shpejtësia mesatare e molekulave e cila karakterizon temperaturën e trupit. Transmetimi i nxehtësisë midis trupave me temperaturë të ndryshme ndodh derisa të arrihet ekuilibri termik, d.m.th derisa temperatura e trupave të barazohet.

Në sistemin SI, njësia e nxehtësisë është Xhaul (J) ose në kiloxhaul (kJ), kurse sipas sistemit teknik (M.kG.S) matet në kalori (kal) dhe kilokalori (kkal). Ndërmjet këtyre njësive dhe njësisë së në kilogramometra (kGm) ekziston lidhja: $1 J = 1 Nm = 1 Ws = 10^{-3} kJ$

2.2 Puna e gazeve

Çdo gaz zgjerohet dhe shtypet. Gjatë zgjerimit gazi kryen punë, kurse gjatë shtypjes merr punë. Në një cilindër horizontal 1, gazi me presion fillestar p_f dhe vëllim specifik v_1 , kur zgjerohet e shtyn pistonin në pozicionin 2, i cili zhvendoset nga I në II. (fig 1) Si pasojë presioni i gazit bie në p_p ndërsa vëllimi i tij rritet në v_2 . Në këtë mënyrë parametrat e gazit ndryshojnë. Ky ndryshim jepet me koordinata (v-p). (fig 2).

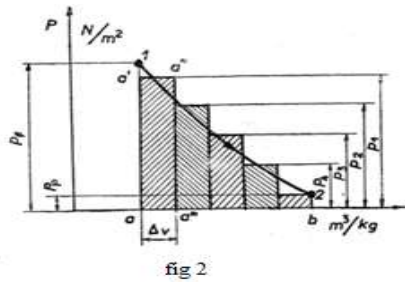
Gjatë zgjerimit gazi kryen punë elementare Δl_1 , e cila kur pistoni bënë rrugën (x) dhe presioni i gazit nuk ndryshon jepet:



$$\Delta l_1 = F x = p_1 S_t x = p \Delta v \quad (\text{J/kg})$$

ku: $F = p_1 S_t$ forca e presionit të gazit (N)

$p_1 S_t = \Delta v$ ndryshimi i vëllimit specifik (m^3/kg)



Puna e përgjithshme e gazi shënohet me (l) dhe jepet nga sipërfaqja (a-1-2-b), e cila është e barabartë me shumën e punës elementare

$$l = p_1 \Delta v + p_2 \Delta v + p_3 \Delta v + \dots + p_p \Delta v \quad (\text{J/kg})$$

2.3 Madhësitë termike të gazeve

Për të llogaritur nxehtësinë që merr dhe jep një gaz duhet të dihet *nxehtësia specifike* e tij. Kur dihet masa e gazit, për të llogaritur nxehtësinë duhet të dimë: *ndryshimin e energjisë së brendshme, ndryshimin e entalpisë, ndryshimin e entropisë.*

2.3.1 Nxehtësia specifike masore.

Me nxehtësi specifike masore kuptojmë sasinë e nxehtësisë që merr apo jep njësi e masës (1 kg) e një lënde kur temperatura e saj ndryshon me një gradë. Shënohet me (c)

$$\text{jepet: } c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} \quad (\text{J/kg gradë})$$

ku: Q – nxehtësia që merr dhe jep trupi (J)

m – masa e trupit (kg)

t_1 - temperatura fillestare e trupit (°C)

t_2 - temperatura përfundimtare e trupit (°C)

2.3.2 Nxehtësia specifike vëllimore.

Me nxehtësi specifike vëllimore kuptojmë sasinë e nxehtësisë që merr apo jep njësi e vëllimit ($1\text{m}^3\text{N}$) e një lënde kur temperatura e saj ndryshon me një gradë. Shënohet me (C) dhe jepet :

$$C = \frac{Q}{V_n(t_2 - t_1)} \quad (\text{J/m}^3\text{gradë})$$

V_n – vëllimi i trupit në kushte normale

2.3.2 Nxehtësia specifike izohorike.

Me nxehtësi specifike izohorike kuptojmë sasinë e nxehtësisë që merr apo jep njësi e masës apo e vëllimit të një gazi, kur temperatura ndryshon për një gradë dhe vëllimi qëndron konstant. Ajo jepet me këto formula:

$$c_n = \frac{Q_1}{m(t_2 - t_1)} \quad (\text{J/m}^3\text{gradë}); \quad C_n = \frac{Q_1}{V_n(t_2 - t_1)} \quad (\text{J/m}^3\text{gradë})$$

2.3.2 Nxehtësia specifike izobarike.

Me nxehtësi specifike izohorike kuptojmë sasinë e nxehtësisë që merr apo jep njësi e masës apo e vëllimit të një gazi, kur temperatura ndryshon për një gradë dhe presioni qëndron

konstant. Ajo jepet me këto formulat:

$$c_p = \frac{Q_{12}}{m(t_2 - t_1)} \text{ (J/kg gradë)}; \quad C_p = \frac{Q_2}{V_n(t_2 - t_1)} \text{ (J/m}^3\text{ gradë)}$$

2.3.3 . Energjia e brendshme

Energjia e brendshme (u) është energjia totale e një sistemi të mbyllur. Me energji të brendshme kuptojmë shumën e energjisë kinetike dhe energjisë potenciale të molekulave, atomeve dhe elektroneve të një trupi.

Energjia kinetike është energjia që zotëron trupi si rezultat i lëvizjes së çrregullt dhe të pareshtur të molekulave etj, të cilat lëvizin me shpejtësi të barabartë, që varet nga temperatura. Me rritjen e temperaturës, shpejtësia e lëvizjes së çdo molekule zmadhohet. E kundërta ndodh kur temperatura zvogëlohet.

Energjia potenciale është energjia e bashkëveprimit reciprok midis molekulave, d.m.th është energjia që zotëron trupi si rezultatat i forcave ndërmolekulare shtytëse dhe tërheqëse. Pra ndër, gazet energjia e brendshme pasqyron energjinë kinetike të lëvizjes së molekulave, çdonjëra prej të cilave lëviz me një shpejtësi mesatare (c) , në një cast të dhënë me temperaturë T, zotëron energjinë kinetike E_{ki} dhe jepet me formulën:

$$E_{ki} = \frac{mc^2}{2} = \beta T$$

ku : m – masa e çdo molekule

β - koefiçent përpjestimi

E_{ki} - energjia kinetike mesatare, që pasqyron energjinë e brendshme të çdo molekule në lëvizje të vazhdueshme.

Energjia e brendshme është në funksion të temperaturës $u = f(t)$, kjo vlen dhe për gazet ideale ashtu dhe për gazet reale. Energjia e brendshme është një parametër i gjendjes (sistemit termodinamik) që nuk varet nga rruga e procesit termodinamik, por varet nga gjendja fillestare dhe përfundimtare e sistemit termodinamik.

P.sh një gaz me masë $m = 1$ kg i mbyllur në një enë me $v =$ konstant dhe me temperaturë T_1 , zotëron energjinë e brendshme $u_1 = c_v \cdot t_1$.

Kjo energji shndërrohet në $u_2 = c_v + t_2$, kur gazi merr nxehtësi (q), në sajë të së cilës temperatura rritet në $t_2 > t_1$, ndryshimi i të cilës jep shtesën e energjisë së brendshme:

$$\Delta_u = u_2 - u_1 = c_v (t_2 - t_1) \text{ (J/kg)}$$

d.m.th shtesa e energjisë së brendshme (Δ_u) varet nga nxehtësia specifike izohorike dhe nga ndryshimi i temperaturës ($T_2 - T_1$). Energjia e brendshme nuk varet nga ndryshimi i presionit dhe vëllimit të gazit.

2.4 Entalpia

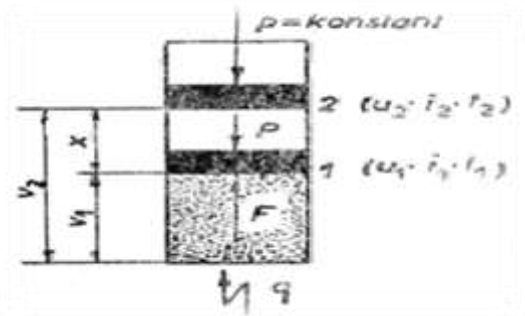
Entalpia është sasia e nxehtësisë që merr një trup deri në një temperaturë të dhënë kur presioni i gazit qëndron konstant. Njësia e matjes së entalpisë në Sistemin Ndërkombëtar të Njësive (SI) është xhauli. Entalpia jepet nga relacioni

$$i_1 = u_1 + p v_1 \text{ (J/kg)}$$

ku:

u_1 - përfaqëson energjinë e brendshme të gazit në temperaturë (t_1) si në figurë, i cili është i mbyllur dhe ka njëpresion të caktuar p në (N/m^2) si dhe vëllimin specifik v_1 në (m^3/kg) (pozicioni 1).

i_1 - përfaqëson entalpinë e gazit në (J/kg) e cila kur gazi nxehet me $p =$ konstant dhe përfiton temperaturën t_2 dhe merr vlerën: $i_2 = u_2 + p v_2$ (J/kg)



ku: u_2 - është energjia e brendshme e gazit në temperaturën t_2 e cila është më e madhe se u_1 , sepse $t_2 > t_1$, dhe si rezultat i rritjes së temperaturës, rritet dhe vëllimi $v_2 > v_1$ dhe gazi shtyn pistonin nga pozicioni 1 në 2 duke kryer punën.

$$l = p S x = p \Delta v = p (v_2 - v_1) \quad (\text{J/kg})$$

ku: $p \cdot S = F$ Forca në (N), që ushtron gazi mbi pistonin me sipërfaqe S në (m^2),
 x - rruga e pistonit, në (m)

$S \cdot x = \Delta v = v_2 - v_1$ në (m^3/kg). Shtesa e vëllimit specifik kur temperatura rritet nga t_1 në t_2 Ndërsa ndryshimi midis ($i_2 - i_1$) jep nxehtësinë (q) që merr gazi.

$$i_2 - i_1 = \Delta i = q = (u_2 + p v_2) - (u_1 + p v_1) = (u_2 - u_1) + p(v_2 - v_1)$$

Për $u_1 = c_v \cdot t_1$; $u_2 = c_v \cdot t_2$; $p v_1 = R T_1$; $p v_2 = R T_2$; $C_p = C_v + R$;

kemi:

$$i_2 - i_1 = (u_2 - u_1) + p(v_2 - v_1) = c_v(t_2 - t_1) + R(T_2 - T_1)$$

Si funksion i gjendjes, entalpia varet vetëm nga konfigurimi përfundimtar i energjisë së brendshme, presionit dhe vëllimit, jo nga rruga e ndjekur për ta arritur atë.

2.5 Entropia

Entropia është një madhësi termike që shpreh gjendjen e gazit. Entropia pasqyron sasinë nxehtësisë elementare (Δq), që merr ose jep gazi në temperature T .

Entropia shënohet me S dhe matet me njësinë matëse (J/kg gradë)

$$S_2 - S_1 = \Delta q/T \quad (\text{J/kg gradë})$$

ku : S_1 dhe S_2 janë entropitë fillestare dhe përfundimtare të gazit kur $T =$ konst,

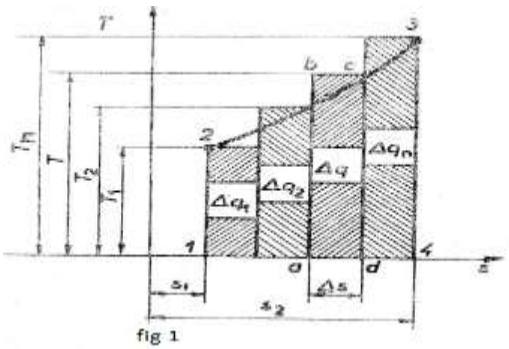
$S_2 - S_1 = \Delta s$ është ndryshimi i entropisë që pasqyron ndryshimin e nxehtësisë së njësisë së masës, kur temperatura ndryshon për një gradë.

Ndryshimi i entropisë (shtesa apo rënia e saj), kur

gazit i ndryshon temperatura nga T_1 në T_2 dhe më vonë deri në T_n jepet nga formula:

$$s_2 - s_1 = \Delta s = \frac{\Delta q}{T_1} + \frac{\Delta q}{T_2} + \frac{\Delta q_n}{T_2} \dots \quad (\text{J/kg gradë})$$

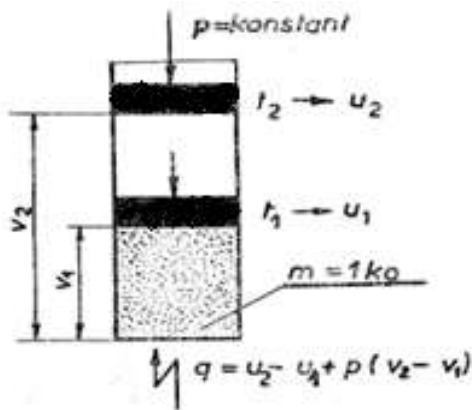
Ndryshimi i entropisë na ndihmon për të përcaktuar nxehtësinë që merr apo jep një gaz. P.sh kur një gaz ndryshon gjendjen sipas lakores 2-3, sipërfaqja (1-2-3-4) në diagramin s-t (fig 1) jep nxehtësinë, kurse sipërfaqja elementare (a-b-c-d) jep nxehtësinë $\Delta q = \Delta s \cdot T$



Tema mësimore 3. Ligji i Parë i Termodinamikës

Energjia nuk mund të humbasë, as nuk mund të prodhohet nga asgjë; ajo vetëm transformohet nga një formë energjie në një formë tjetër.

Ligji i parë i termodinamikës përcakton lidhjen midis nxehtësisë, energjisë së brendshme dhe punës, pra e quajtur ndryshe “parimi i ruajtjes dhe transformimit të energjisë”.



Marrim një gaz me $m = 1 \text{ kg}$, me vëllim specific v_1 , dhe me temperaturë t_1 , të mbyllur në një cilindër me piston, i cili ka një energji të brendshme, $u_1 = c_v \cdot t_1$. Kur gazi nxehet i rritet temperatura nga t_1 në t_2 , për rrjedhojë i rritet dhe energjia e brendshme dhe vëllimi specific i gazit. $u_2 > u_1$ dhe $v_2 > v_1$

Si pasojë gazi e zhvendos pistonin dhe kryen një punë $l = p(v_2 - v_1)$ duke pasur $p = \text{konstant}$. Puna e kryer dhe ndryshimi i energjisë së brendshme ($u_2 - u_1$) u përfitua një sasi nxehtësie (q) e harxhuar. Në përputhje me ligjin e ruajtjes dhe shndërrimit të nxehtësisë, kemi:

$$q = (u_2 - u_1) + l \quad (\text{J/kg})$$

Pra ligji i parë i termodinamikës tregon se nxehtësia që merr 1 kg gaz, kur presioni i tij qëndron konstant, shkon pjesërisht për të ndryshuar energjinë e brendshme dhe pjesërisht për të kryer punë.

Ligji i parë i termodinamikës vendos lidhjen ndërmjet shndërrimit reciprok të nxehtësisë dhe të punës.

1. Kur temperatura e gazit qëndron konstante ($t_1 = t_2$) dhe gazi atëhere merr nxehtësi

$$(u_2 - u_1) = 0 \text{ dhe } q = l, \text{ Pra nxehtësia kthehet tërësisht në punë.}$$

2. Kur vëllimi i gazit qëndron konstant ($v_2 = v_1$) dhe gazi merr nxehtësi, atëhere

$$l = 0 \text{ dhe } q = (u_2 - u_1), \text{ Pra nxehtësia shkon tërësisht për të rritur energjinë e brendshme.}$$

3. Kur gazi është i izoluar dhe nuk merr nxehtësi ($q = 0$) atëhere $(u_2 - u_1) + l$ pra

$$\text{gazi kryen punë në saj të energjisë së brendshme e cila zvogëlohet nga } u_1 \text{ në } u_2 < u_1$$

4. Kur gazi merr nxehtësi dhe njëkohësisht ngjeshet, atëhere ekuacioni i ligjit të parë të termodinamikës merr formën:

$$(u_2 - u_1) = q + l \quad (\text{J/kg})$$

Tema mësimore 4. Ligji i Dytë i Termodinamikës.

Ligji i dytë i termodinamikës përcakton:

1. kushtet e shndërrimit të një energjie në një formë tjetër
2. shkallën e shfrytëzimit të nxehtësisë kur ajo kthehet në punë
3. kahun e transmetimit të nxehtësisë

Ligji i dytë i termodinamikës ka tre formulime praktike:

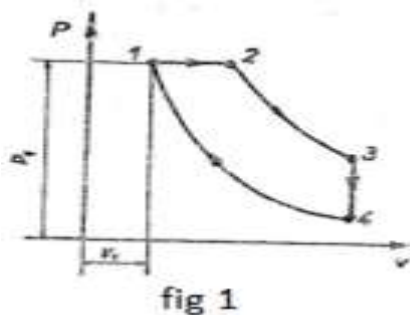
1. Nxehtësia kthehet në punë vetëm atëherë kur midis burimit të nxehtë dhe burimit të ftohtë ekziston ndryshim temperature. Sa më i madh të jetë ndryshimi i temperaturave

aq më i madh do të jetë puna që përfitohet.

2. Në motorët termik, nxehtësia që harxhohet nuk shndërrohet tërësisht në punë, një pjesë e saj shkon në mjedisin rrethues.
3. Nxehtësia nuk mund të kalojë vetvetiu nga një trup në një tjetër nëse mbi të nuk kryejmë punë.

1.1 Ciklet dhe rendimenti termik

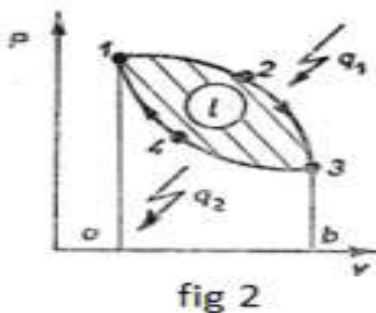
Çdo gaz e ndryshon gjendjen e tij jo vetëm sipas një procesi të vetëm, por dhe sipas 2, 3 apo 4 proceseve, që vazhdojnë njëri pas tjetrit. P.sh një gaz me p_1 dhe v_1 (fig 1) mund të



zgjerohet sipas izobarës 1-2, politropës 2-3, dhe izohorës 3-4 dhe pastaj shtypet sipas politropës 4-1 derisa të formohet një kontur i mbyllur, që mund të përsëritet herë pas here. Për të fituar një punë nga një motor termik është e domosdoshme që trupi i punës, me anë të cilit nxehtësia shndërrohet në punë mekanike të kthehet në gjendjen e tij fillestare duke realizuar një proces të mbyllur ciklik. Konturi i mbyllur, që përfshin dy ose me shumë procese të ndryshimit të gjendjes, quhet cikël.

Ciklet janë direkte ose të kundërta.

Cikli direkt tregon se puna gjatë zgjerimit është më e madhe se puna gjatë shtypjes. Një cikël i tillë (fig 2) përfshin lakoren 1-2-3, sipas së cilës gazi zgjerohet dhe lakoren 3-4-1 sipas së cilës gazi shtypet.



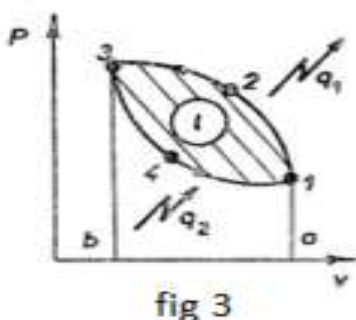
Gjatë zgjerimit gazi kryen punë l_1 = sipërfaqen (a-1-2-3-b), ndërsa gjatë shtypjes harxhohet puna l_2 = sipërfaqen (b-3-4-1-a) e cila është më e vogël se l_1 .

Ndryshimi $l_1 - l_2$ jep punën e fituar l , përfaqëson punën që kryen gazi kur merr nxehtësinë q_1 , nga një burim me temperaturë të lartë (burim i nxehtë) dhe jep nxehtësinë q_2 , në një burim me temperaturë të ulët (burimi i ftohtë). Në këtë cikël e gjithë puna kthehet në punë mekanike.

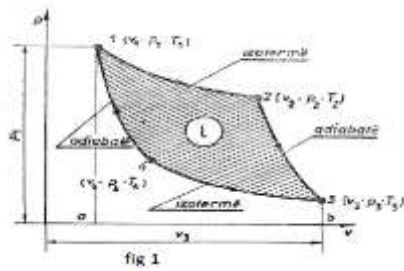
Madhësia e punës që fitohet karakterizohet nga rendimenti

$$\eta = \frac{L}{q} 100\%$$

Rendimenti termik tregon pjesën e energjisë së shfrytëzuar ndaj nxehtësisë së dhënë.



Me cikël të kundërt kuptojmë atë cikël për realizimin e të cilit harxhohet një punë mekanike që shndërrohet në nxehtësi. Në këtë cikël puna gjatë shtypjes është më e madhe se puna gjatë zgjerimit, në (fig 3) cikli i kundërt ka kurbën e shtypjes (1-2-3) dhe të zgjerimit (3-4-1). Si rezultat gjatë shtypjes gazi kryen punë l_1 = sipërfaqen (a-1-2-3-b), e cila është më madhe se puna gjatë zgjerimit l_2 = sipërfaqen (b-3-4-1-a).



Cikli Karno përbëhet nga dy izoterma dhe dy adiabata ai mund të jetë direkt ose i kundërt (fig 1)

Proces reversibël quhet ai proces i cili kthehet vetvetiu në gjendjen e tij fillestare, me kusht që dhe sistemi rrethues të kthehet në gjendjen fillestare. Pra të gjitha proceset që kryhen janë në ekuilibër termik dhe mekanik.

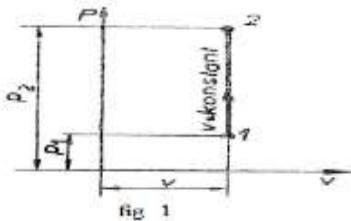
1.2 Proces termodinamik

Proces termodinamik quajmë ndryshimin e parametrave të një gazi, kur ai nxehet apo ftohet, shtypet apo zgjerohet. Ndryshimi i parametrave të një gazi bëhet sipas pesë proceseve:

procesi izohorik, izobarik, izotermik, adiabatik, politropik.

4.2.1 Procesi izohorik

Me proces izohorik kuptojmë ndryshimin e gjendjes së një gazi kur vëllimi i tij qëndron konstant $v = \text{konstant}$, Kjo ndodh kur gazi nxehet apo ftohet



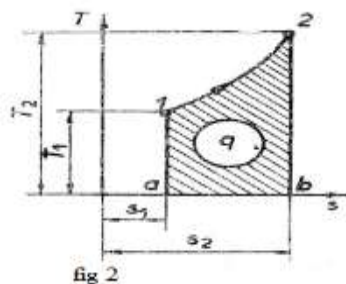
P.sh kur një gaz qëndron i mbyllur brenda një cilindri me piston të salduar me presion p_1 , vëllim specifik v_1 , temperatura t_1 nxehet, në këtë rast lëvizja e molekulave intensifikohet dhe si pasojë rritet temperatura e gazit dhe presioni i tij ndërsa

$$v_1 = v_2 = v = \text{konstant}$$

Duke ju referuar ligjit të Klaperonit, meqënëse kemi rritje graduale nga T_1, p_1 në T_2, p_2 , do të kemi:

$$p_1 \cdot v_1 = R \cdot T_1 \quad p_2 \cdot v_2 = R \cdot T_2$$

Duke pjesëtuar të dy ekuacionet kemi: $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$



d.m.th kur vëllimi qëndron konstant, temperatura absolute është në përpjestim të drejtë me presionin absolut. Ndryshimi i gjendjes së gazit në diagramin me kordinata (v-p), (fig 1) përfaqësohet nga drejtëza 1-2, pika 1 e së cilës pasqyron gjendjen e gazit para nxehtjes, ndërsa pika 2 atë të pas nxehtjes.

Gjatë nxehtjes së gazit, ai merr nxehtësi, pra nuk kryen punë, në bazë të ligjit të parë të termodinamikës kur $l = 0$ kemi:

$$q = \Delta_u = u_2 - u_1 = c_v(t_2 - t_1) \quad (J/kg)$$

Rrjedhimisht e gjithë nxehtësia shkon për ndryshimin e energjisë së brendshme.

Nxehtësia që merr gazi, në diagramin s-T (fig. 2) pasqyrohet nga sipërfaqja (a-1-2-b) e kufizuar nga lakorja 1-2. $s_2 - s_1 = c_v \cdot \log \frac{T_2}{T_1}$

Ushtrim 1. Në një bombël me diametër $d = 500$ mm dhe me lartësi $h = 1000$ mm, ndodhet ajër me $t_1 = 27^\circ\text{C}$ dhe $p_1 = 200$ N/cm². Të përcaktohet nxehtësia që merr ajri derisa presioni të arrij $p_2 = 600$ N/cm² = $600 \cdot 10^4$ N/m²

Zgjidhje :

$$\text{Vëllimi i ajrit është } V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h = \frac{3.14 \cdot 0.5^2}{4} \cdot 1 = 0.196 \text{ m}^3$$

$$\text{Masa e ajrit në bombol është } m = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{200 \cdot 10000 \cdot 0.196}{287 \cdot 300} = 455 \text{ kg}$$

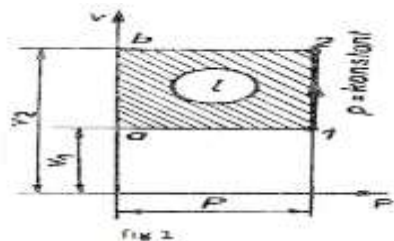
$$\text{Temperatura e ajrit pas nxehjes është: } T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1} = 300 \cdot \frac{600}{200} = 900^\circ \text{K}$$

$$t_2 = 900 - 273 = 627^\circ \text{K}$$

$$\text{Nxehtësia që merr ajri është : } Q = m \cdot c_v (t_2 - t_1) = 4,55 \cdot 721 (627 - 27) \approx 1,968 \text{ kJ}$$

4.2.2 Procesi izobarik

Me proces izobarik kuptojmë ndryshimin e gjendjes së një gazi kur presioni i tij qëndron konstant. Kjo ndodh kur gazi nxehet apo ftohet pa i ndryshuar presionin.

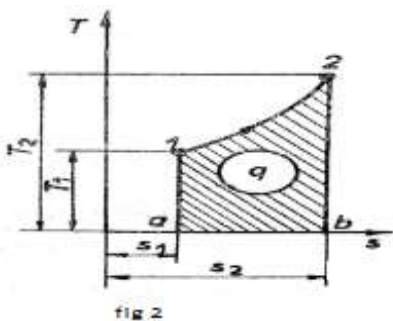


$$p_1 \cdot v_1 = R \cdot T_1 \quad ; \quad p_2 \cdot v_2 = R \cdot T_2$$

duke pjesëtuar të dy ekuacionet kemi $\frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2}$

P.sh kur një gaz qëndron i mbyllur brenda një cilindri me piston të paqendrueshme me presion p_1 , vëllim specifik v_1 , temperaturë t_1 nxehet në këtë rast lëvizja e molekulave intensifikohet dhe si pasojë rritet temperatura e gazit dhe vëllimi i tij ndërsa

$$p_1 = p_2 = p = \text{konstant}$$



Pra kur presioni i një gazi qëndron konstant, temperatura absolute është në përpjestim të drejtë me vëllimet specifike. Ndryshimi i gjendjes së gazit, në diagramin me koordinata (v-p), fig1, përfaqësohet nga drejtëza 1-2, pika 1 tregon gjendjen e gazit para nxehjes, ndërsa pika 2 atë pas nxehjes. Gjatë ndryshimit gazi kryen punë, pasi vëllimi i tij zmadhohet dhe për këtë arsye pistoni zhvendoset. Puna (l) që jep 1 kg gaz jepet nga sipërfaqja (a-1-2-b) në bazë të cilës puna është:

$$l = p(v_2 - v_1) \text{ (J/kg)}$$

Sasia e nxehtësisë që merr gazi gjatë procesi me $p = \text{konst}$, shkon për të ndryshuar energjinë e brendshme dhe për të kryer punë.

$$q = (u_2 - u_1) + p(v_2 - v_1) = (u_2 + pv_2) - (u_1 + pv_1) = (i_2 - i_1) \text{ (J/kg)}$$

Pra nxehtësia (q) që harxhohet, rrit entalpinë e gazit nga i_1 në i_2 . Nxehtësia (q) në diagramin s-T (fig.2) pasqyrohet nga sipërfaqja (a-1-2-b), që kufizohet nga kurba 1-2, me ekuacionin

$$s_2 - s_1 = 2,3c_p l g T_2/T_1 \text{ (J/kg gradë)}$$

Ushtrim 1. Në një enë cilindrike me piston ndodhen $0,7 \text{ m}^3$ ajër me $p = 15 \text{ N/cm}^2$ dhe $t_1 = 25^\circ \text{C}$. Të përcaktohet puna, ndryshimi i energjisë së brendshme dhe ndryshimi i entalpisë, kur $t_2 = 175^\circ \text{C}$ dhe $p = \text{konstant}$.

Zgjidhje:

$$\text{masa e ajrit është } m = \frac{p \cdot V}{RT_1} = \frac{15 \cdot 10000 \cdot 0,7}{287 \cdot 298} = 0,99 \text{ kg}$$

Puna që kryen gazi, është :

$$L = m \cdot p \cdot (v_2 - v_1) = m \cdot R \cdot (T_2 - T_1) = 0,99 \cdot 287 \cdot (448 - 298) \approx 42620 \text{ J}$$

Ndryshimi i energjisë së brendshme dhe i entalpisë është:

$$\Delta U = m c_v (T_2 - T_1) = 0,99 \cdot 721 (448 - 298) \approx 107070 \text{ J}$$

$$\Delta I = m c_p (T_2 - T_1) = 0,99 \cdot 1008 (448 - 298) \approx 149688 \text{ J}$$

4.2.3 Procesi izotermik

Me proces izotermik kuptojmë ndryshimin e gjendjes së një gazi kur temperatura e tij qëndron konstant. Kjo ndodh kur gazi zgjerohet ose shtypet, duke i marrë nxehtësi kur shtypet dhe duke i dhënë nxehtësi kur zgjerohet me qëllim që $T = \text{konst}$, gjatë këtij procesi parametrat ndryshojnë, ndryshimi gradual i parametrave nga p_1, v_1 , në p_2, v_2 kur $T = \text{konst}$.

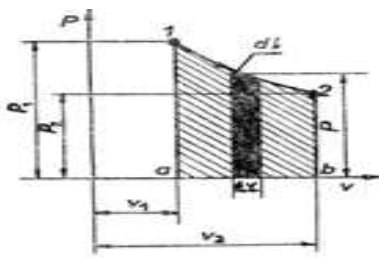


fig 1

Duke ju referuar ekuacionit të Klaperonit kemi:

$$p_1 \cdot v_1 = R \cdot T_1 \text{ për pikën 1 dhe } p_2 \cdot v_2 = R \cdot T_2 \text{ për pikën 2}$$

nga barazimi i ekuacioneve kemi: $p_1 \cdot v_1 = p_2 \cdot v_2$

d.m.th. vëllimet specifike, kur temperatura e një gazi qëndron konstant, janë në përpjestim të zhdrejtë me presionin absolut.

Gjatë kohës që gazi zgjerohet ai kryen punë.

Ndryshimi i gjendjes së gazit në diagramin (v-p) fig 1, përfaqësohet nga hiperbola 1-2, për rastin e zgjerimit dhe 2-1, për rastin e shtypjes.

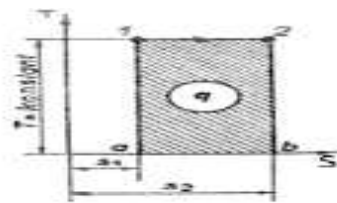


fig 2

Gjatë kohës që 1 kg gaz zgjerohet, kryen punën (l), të barabartë me sipërfaqen (a-1-2-b). Puna (l) kryhet si rezultat i nxehtësisë (q) e cila për $t_1 = t_2$ dhe $u_2 - u_1 = 0$ kemi:

d.m.th. sasia e nxehtësisë shndërrohet tërësisht në punë.

Nxehtësia në diagramin s-T (fig.2) pasqyrohet nga sipërfaqja

(a-1-2-b), në bazë të së cilës kemi:

$$q = (s_2 - s_1) T \quad (\text{J/kg})$$

Ushtrim 1: 10 kg ajër me $t_1 = 20^\circ\text{C}$ dhe $p_1 = 70 \text{ N/cm}^2$ zgjerohet izotermikisht deri në $p_2 = 10^5 \text{ N/m}^2$. Të përcaktohet vëllimi i ajrit, puna që kryen gazi dhe nxehtësia.

Zgjidhje:

$$\text{vëllimi fillestar i ajrit në } p_1 = 70 \text{ N/cm}^2 \text{ është: } V_1 = \frac{m \cdot R \cdot T_1}{p_1} = \frac{10 \cdot 287 \cdot 293}{70 \cdot 10000} = 1,2 \text{ m}^3$$

vëllimi përfundimtar i ajrit në $p_2 = 10^5 \text{ N/m}^2$ është:

$$V_2 = V_1 \frac{p_1}{p_2} = 1,2 \frac{70}{10} = 8,4 \text{ m}^3$$

$$\text{Puna që kryen gazi është: } L = 2,3 \cdot m \cdot R \cdot T \lg \frac{p_1}{p_2} = 2,3 \cdot 10 \cdot 287 \cdot 293 \lg \frac{70}{10} = 16343000 \text{ J}$$

Nxehtësia është $Q = L = 16343000 \text{ J}$

4.2. 4 Proces adiabatik

Me proces adiabatik kuptojmë ndryshimin e gjendjes së gazit kur ai as merr dhe as jep nxehtësi.

Një ndryshim i tillë ndodh atëhere kur gazit zgjerohet ose shtypet, me një shpejtësi të tillë sa që koha për marrje ose dhënie nxehtësie reduktohet në zero ose kur gazit është në kontakt me mjedisin e jashtëm. Kur gazit A zgjerohet nga 1-2, (fig 1) kur cilindri e pistoni janë të izoluar me një material të atillë që nuk lejon hyrjen apo daljen e nxehtësisë. Gjatë zgjerimit, edhe pse ($q = 0$), parametrat ndryshojnë sipas tre ekuacioneve bazë:

$$t_1 \cdot v_1^{k-1} = t_2 \cdot v_2^{k-1}; p_1 \cdot v_1^k = p_2 \cdot v_2^k;$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}$$

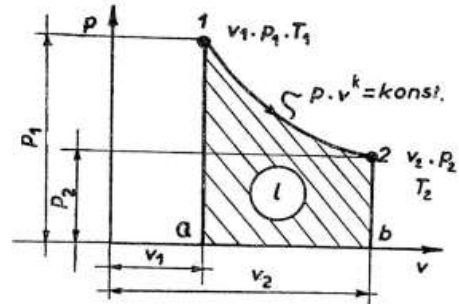


fig 1

Dm.th. gjatë zgjerimit, temperatura dhe presioni zvogëlohen ndërsa vëllimi specifik zmadhohet. E kundërta ndodh kur gazit shtypet. Ndryshimi i gjendjes së gazit në diagramin (v-p), fig 1 jepet nga hiperbola 1-2 me ekuacion $p \cdot v^k = konstant$ për rastin kur gazit zgjerohet dhe nga hiperbola 2-1 me të njëjtin ekuacion, kur ai shtypet. Gjatë zgjerimit, 1 kg gaz kryen punën

$l =$ sipërfaqen (a-1-2-b), që llogaritet duke u mbështetur në ekuacionin e ligjit të parë të termodinamikës, sipas të cilit për $q = 0$ kemi:

$$q = 0 = u_2 - u_1 + l \quad \text{dhe} \quad l = u_1 - u_2 = c_v(T_1 - T_2)$$

d.m.th puna gjatë procesit adiabatik kryhet si rezultat i zvogëlimit të energjisë së brendshme nga u_1 në u_2 .

Nga relacioni $c_v = \frac{R}{k-1}$; $R \cdot T_1 = p_1 \cdot v_1$ dhe

$$R \cdot T_2 = p_2 \cdot v_2$$

$$\text{kemi: } l = c_v(T_1 - T_2) = \frac{R}{k-1}(T_1 - T_2) = \frac{1}{k-1}(p_1 v_1 - p_2 v_2) \quad (J/kg)$$

Gjatë procesit adiabatik, entropia $s = konstante$, (fig 2) pasi $dq = 0$ dhe $ds = dq/T = 0$

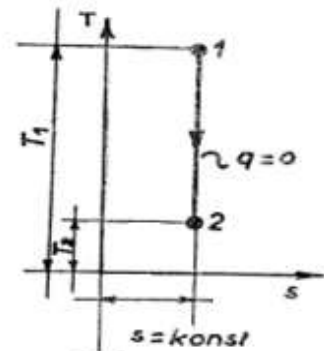


fig 2

Ushtrimi 1: 8 m³ ajër me $p_1 = 9 \text{ N/cm}^2$ dhe $t_1 = 20^\circ\text{C}$ shtypet sipas procesit adiabatik. Të përcaktohet vëllimi dhe temperatura në fund të procesit si dhe puna, kur presioni arrin madhësinë $p_2 = 81 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ ($k = 1.4$).

Zgjidhje :

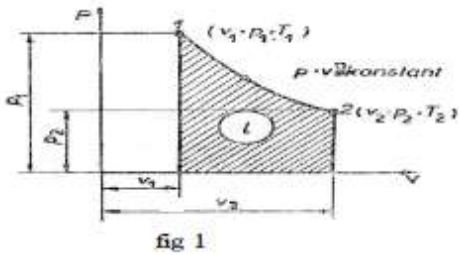
$$\text{vëllimi i ajrit pas shtypjes do të jetë: } V_2 = \frac{V_1}{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{k}}} = \frac{8}{\left(\frac{81}{9}\right)^{\frac{1}{1.4}}} \approx 1.7 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Ndërsa temperatura : } T_2 = T_1 \frac{p_2 \cdot V_2}{p_1 \cdot V_1} = 293 \frac{81 \cdot 1.7}{9 \cdot 8} = 560^\circ \text{ K}$$

$$\text{Puna } L = \frac{p_1 \cdot V_1 - p_2 \cdot V_2}{k-1} = \frac{9 \cdot 10000 \cdot 8 - 810000 \cdot 1.7}{1.4-1} = -1642500 \text{ (J)}$$

4.2.5 Proces politropik

Me proces politropik kuptojmë ndryshimin e gjendjes së një gazi që kryhet sipas ekuacionit $p \cdot v^n = \text{konstant}$ me tregues politrope, i cili ndryshon nga $+\infty$ në $-\infty$



Një ndryshim i tillë ndodh në motorët me gaz, në të cilët parametrat ndryshojnë sipas kurbës hiperbolike (fig. 1), për pikën 1 dhe 2 të së cilës vlen:

$$p_1 \cdot v_1^n = p_2 \cdot v_2^n$$

$$T_1 \cdot v_1^{n-1} = T_2 \cdot v_2^{n-1} \cdot \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}$$

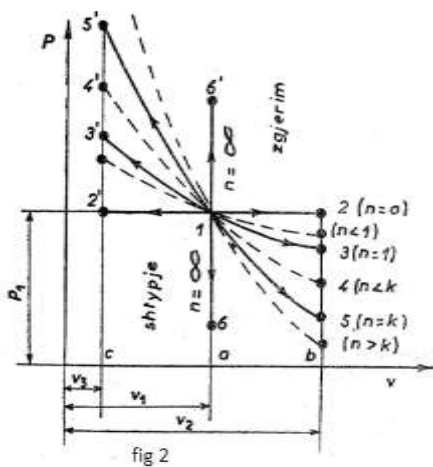
Puna që kryen gazi jepet nga relacioni:

$$l = \frac{R}{n-1} \cdot (T_1 - T_2) = \frac{1}{n-1} (p_1 \cdot v_1 - p_2 \cdot v_2) \quad (J/kg)$$

Nxehtësia që mund t'i hiqet apo t'i merret gazit, kur temperatura e tij ndryshon nga T_1 në T_2 , është:

$$q = u_2 - u_1 + l = c_v(T_2 - T_1) + \frac{R}{n-1}(T_1 - T_2) \quad (J/kg)$$

Ky relacion, duke u pjestuar $(T_2 - T_1)$ dhe duke vendosur $R = c_v(k-1)$ merr formën:



$$\frac{q}{T_2 - T_1} = c_v - \frac{R}{n-1} = c_v - \frac{c_v(k-1)}{n-1} = c_v \frac{n-k}{n-1} = c_{po}$$

$$\text{Prej nga } q = c_{po}(T_2 - T_1) \quad (J/kg)$$

Ku : $c_{po} = c_v \frac{n-k}{n-1}$ është nxehtësia specifike politropike, në J/kg gradë.

Procesi politropik është një proces i përgjithshëm, sipas të cilit ndryshimi i gjendjes së gazit varet nga treguesi i politropis (n), d.m.th. ai mund të bëhet me $n = 0$, $n = 1$, $n = k$, $n = \infty$ apo $n < 1$, $n < k$ ose $n > k$ etj. (fig. 2).

Kur ndryshimi i gjendjes bëhet me $n = 0$, $n = 1$, $n = k$, $n = \infty$, duke u nisur nga pika e përbashkët 1 me p_1

dhe v_1 , atëherë gjendja fizike e gazit ndryshon përkatësisht sipas procesit izobarik, izotermik, adiabatik dhe izohorik, gjë që vërtetohet duke i dhënë, treguesit të politropës (n) në ekuacionin $p_1 \cdot v_1^n = p_2 \cdot v_2^n$ vlerat e mësipërme. Kështu, kemi:

$$1. \text{ Për } n = 0: \quad p_1 \cdot v_1^0 = p_2 v_2^0 \cdot \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^0 = l$$

prej nga: $p_1 = p_2 \rightarrow$ proces izobarik (grafiku 1-2 dhe 1-2').

$$2. \text{ Për } n = \infty: \quad p_1 \cdot v_1^\infty = p_2 v_2^\infty; \quad \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^{\frac{1}{\infty}} = \frac{v_2}{v_1}; \quad \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^{\frac{1}{\infty}} = 1$$

prej nga: $v_1 = v_2 \rightarrow$ proces izohorik (grafiku 1-6 dhe 1-6').

$$3. \text{ Për } n = 1: \quad p_1 \cdot v_1^1 = p_2 v_2^1 \rightarrow \text{proces izotermik (grafiku 1-3 dhe 1-3')}.$$

$$4. \text{ Për } n = k: \quad p_1 \cdot v_1^k = p_2 v_2^k \rightarrow \text{proces adiabatik (grafiku 1-5 dhe 1-5')}.$$

Kur ndryshimi i gjendjes së gazit bëhet me $n < 1$, $n < k$ dhe $n > k$, atëherë grafikët e ndryshimit të gjendjes ndryshojnë, kur gazi zgjerohet dhe kur ai shtypet. Nga paraqitja grafike, për p_1 , v_1 , v_2 dhe v_3 të njëjta rrjedh se:

1. Puna që kryen gazi kur zgjerohet, është më e vogël kur treguesi i politropës rritet. E kundërta ndodh kur ai zvogëlohet. P.sh, puna që përcaktohet nga sipërfaqja a-1-5-b, është më e vogël se puna që pasqyrohet nga sipërfaqja a-1-2-b, sepse $n = k$. Për $n = 0$, puna është maksimale. Kjo e fundit ndodh kur gjatë zgjerimit futet gaz, gjë që nuk është ekonomike.
2. Puna që harxhohet kur gazi shtypet, është më e madhe kur treguesi i politropës rritet. E kundërta ndodh kur ai zvogëlohet. P.sh, puna që pasqyrohet nga sipërfaqja a-1-5'-c, është më e madhe se puna që përcaktohet nga sipërfaqja a-1-4'-c apo nga sipërfaqja a-1-2'-c.
3. Presioni dhe temperatura, kur gazi zgjerohet, zvogëlohen kur rritet treguesi i politropës dhe e kundërta. P.sh, në pikën 5 presioni dhe temperatura janë më të vogla se në pikën 4.
4. Presioni dhe temperatura, kur gazi shtypet, rriten kur zmadhohet treguesi i politropës dhe e kundërta. P.sh, në pikën 5' presioni dhe temperatura janë më të mëdha se në pikën 4' dhe 2'.

Ushtrimi 1. 0,5 kg ajër me $t_1 = 150^\circ\text{C}$ zgjerohet sipas procesit politropik deri në temperaturën $t_2 = 50^\circ\text{C}$. Të përcaktohet puna që kryen gazi, ndryshimi i energjisë së brendshme dhe nxehtësia.

($n = 1.5$)

$$\text{zgjidhje } L = m \cdot R \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{n-1} = 0.5 \cdot 287 \cdot \frac{(423-323)}{1.5-1} = 28700 \text{ (J)}$$

$$\text{ndryshimi i energjisë së brendshme është: } \Delta U = mc_v \left(\frac{T_1 - T_2}{n-1} \right) = 0.5 \cdot 721 \cdot \left(\frac{423-323}{1.5-1} \right) = 28700 \text{ (J)}$$

Tema mësimore 5. Transmetimi i nxehtësisë me përcjellshmëri

5.1 Transmetimi i nxehtësisë.

Transmetim të nxehtësisë quajmë procesin e kalimit të nxehtësisë nga një trup në një trup tjetër, kur ndërmjet tyre ka ndryshim temperature. Forca lëvizëse e çdo procesi të transmetimit të nxehtësisë është diferenca e temperaturës midis trupit të nxehtë dhe të ftohtë.

Procesi i transmetimit të nxehtësisë është proces i ndërlikuar, pasi në të përfshihet:

- a) Përcjellshmëri termike: kryhet në trupat e ngurtë si dhe në lëngjet dhe gazet në qetësi dhe quhet kalimi i nxehtësisë gjatë kontaktit direkt të trupave me temperaturë të ndryshme.
- b) Konveksioni: është fenomeni i dhënies së nxehtësisë që kryhet gjatë lëvizjes dhe zhvendosjes në hapësirë të lëngjeve dhe gazeve, në kontakt me sipërfaqet e ngurta.
- c) Rrezatimi termik: paraqet këmbimin e nxehtësisë, në formë të energjisë rrezatuese, që realizohet ndërmjet trupave në largësi.

Në praktikë takohen të tre mënyrat e transmetimit të nxehtësisë njëkohësisht ose dy prej tyre.

5.2 Transmetimi i nxehtësisë me përcjellshmëri.

Përcjellshmëria termike kryhet në trupat e ngurtë, të lëngët, të gaztë, që ndodhen në qetësi dhe quhet kalimi i nxehtësisë gjatë kontaktit direkt të trupave me temperaturë të ndryshme.

Transmetimi i nxehtësisë me përcjellshmëri quajmë kalimin e nxehtësisë nga molekula në molekulë, duke u bazuar në energjinë kinetike të molekulave. Në përcjellshmërinë termike lënda konsiderohet si homogjene. Elementët kryesore janë:

- a. *Pushë temperaturash* quhet bashkësia e vlerave të temperaturës të të gjitha pikave të hapësirës që studiohet në një moment të dhënë. (fig. 1) dhe shprehet $t = f(x, y, z, \tau)$ ku: x, y, z janë koordinatat e hapësirës dhe τ – koha.
- b. *Sipërfaqe izotermike* quhet vendi gjeometrik i pikave me temperaturë të njëjtë. Sipërfaqet izotermike nuk mund të ndërpriten me njëra –tjetrën, nëse i ndërpresim në një plan, atëherë në planin e ndërprerjes marrim vijat me $(t=\text{const})$ dhe ato quhen izoterma (fig. 2)
- c. *Gradienti i temperaturës* quhet limiti i raportit të ndryshimit të temperaturës (Δt) me distancën midis izotermave sipas drejtimt normal (Δn), i shprehur (fig. 3)

$$\lim(\Delta t / \Delta n) \Delta n \rightarrow 0 = \frac{\partial}{\partial n} = \text{grad } t = \Delta t \quad (^\circ\text{C}/\text{m})$$



fig 1

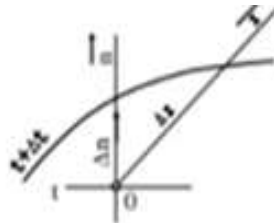


fig 2

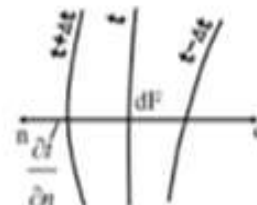


fig 3

- d. *Rrymë termike* quhet sasia e nxehtësisë që këmbëhet midis dy sipërfaqeve të çfarëdoshme në njësinë e kohës, shënohet me Q dhe njësia matëse është (W)

$$q = \frac{Q}{F} = \frac{\text{rryma e nxehtësisë}}{\text{sipërfaqja}} = \frac{W}{\text{m}^2}$$

- e. *Ligji i Furierit* : thotë se fluksi specifik i nxehtësisë është proporcional me gradientin termik të temperaturës, pra në ndryshimin e temperaturës për njësi të gjatësisë. Ai shpreh proporcionalitetin midis densitetit të fluksit të nxehtësisë dhe gradientit të temperaturës,

$$\vec{q} = -\lambda \cdot \text{grad}(T)$$

Shenja minus tregon se \vec{q} është një vektor normal me sipërfaqen izotermike dhe me sens të kundërt me gradientin e temperaturës. Këtu (λ) quhet koefiçenti i përcjellshmërisë termike.

Koefiçenti (λ) është një karakteristikë termofizike e lëndës, e cila karakterizon aftësinë e lëndës për të përcjellë nxehtësi dhe njësia matëse është ($W/m^2 K$).

Kur llogarisim nxehtësinë që depërton në trupat, këta quhen “perde”, të cilat i ndajmë në të sheshta dhe cilindrike.

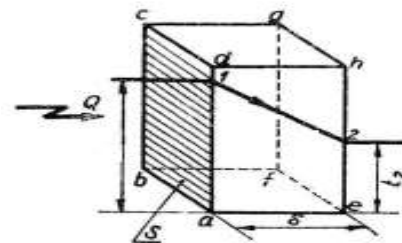


fig 1

- 1. Llogaritja e nxehtësisë që depërton në perde të sheshta.

Në perden njështrësëshe (fig 1) kalon nxehtësia Q , kur temperatura në faqen (a-b-c-d) është më e madhe se ajo e faqes (e-f-g-h). Kjo nxehtësi Q quhet rrymë termike ose nxehtësi orare dhe jepet me formulën:

$$Q = \frac{S(t_1 - t_2)}{R_1} = \frac{S \lambda (t_1 - t_2)}{\delta} \quad (W)$$

Ku : S - sipërfaqja (a-b-c-d) në kontakt me rrymën termike

$(t_1 - t_2)$ – rënia e temperaturës midis dy faqeve, asaj të nxehtë (a-b-c-d) dhe asaj të ftohtë (e-f-g-h).

δ - trashësia e perdes, në (m)

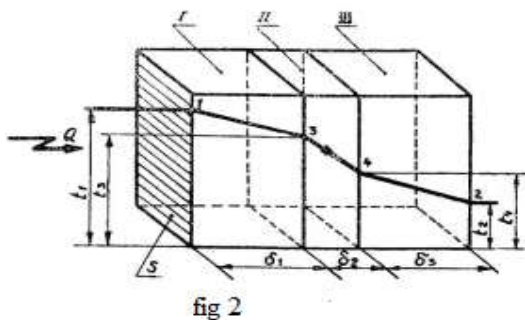
λ - koeficienti i përcjellshmërisë termike ($W/m^2 K$).

$$R_1 = \frac{\delta}{\lambda} - \text{rezistenca termike e perdes njështrësëse, në (m}^2 \text{ gradë/W)}$$

Rezistenca termike e perdes përfaqëson frenimin që i shfaq rrymës termike Q per dja me sipërfaqe $S = 1 \text{ m}^2$, kur ndryshimi $(t_1 - t_2) = 1^\circ\text{C}$

Çdo lloj materiali mund të jetë përcjelles i mirë ose i keq i nxehtësisë. Madhësia (λ) varet nga natyra e lëndës, nga struktura e lëndës, densiteti, lagështia, presion, temperatura, prania e përzierësve, etj .Vlerat e saj jepen në tabela.

2. Në perdet disashtresëshe (fig 2) kur ato janë të puthitura njëra me tjetrën dhe kanë koeficient të ndryshëm përcjimi ($\lambda \neq \lambda_1 \neq \lambda_2 \neq \lambda_3$), si dhe kur midis tyre ka diferencë temperature, atëhere kalon rryma termike Q e shprehur në:



$$Q = \frac{S \lambda_1 (t_1 - t_2)}{\delta_1} \quad (\text{për shtresën I})$$

$$Q = \frac{S \lambda_2 (t_3 - t_4)}{\delta_2} \quad (\text{për shtresën II})$$

$$Q = \frac{S \lambda_n (t_4 - t_2)}{\delta_n} \quad (\text{për shtresën III})$$

Prej nga marrim:

$$Q = \frac{S (t_1 - t_2)}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}} \quad (W)$$

Në formë të përgjithshme nxehtësia Q që transmetohet llogaritet me formulën:

$$Q = \frac{S (t_1 - t_2)}{R} \quad (W)$$

Ku: R - rezistenca termike e perdes disashtresëshe

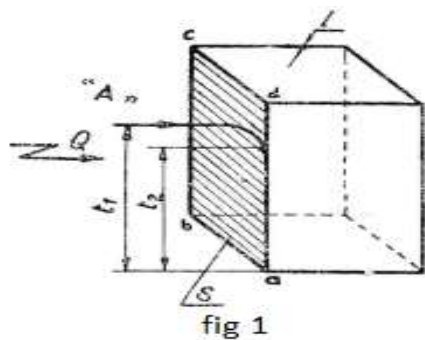
Ushtrim 1: Një murë i pasuvatuar prej tulle, me përmasa (4 x 3) m, ka $\lambda = 0.7 \text{ W/m gradë}$. Të përcaktohet rryma termike Q, kur $\delta = 50 \text{ cm}$. $t_1 = 20^\circ\text{C}$. $t_2 = -2^\circ\text{C}$ dhe koha e depërtimit të rrymës 2 orë.

$$\text{Zgjidhje: } Q = \frac{S \cdot \lambda \cdot (t_1 - t_2)}{\delta} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 0,7 \cdot (20 - (-2))}{0,5} = 369,6 \text{ (W)}$$

Tema mësimore 6. Transmetimi i nxehtësisë me konveksion.

Konveksioni: është fenomeni i dhënies së nxehtësisë që kryhet gjatë lëvizjes dhe

zhvendosjes në hapësirë të lëngjeve dhe të gazeve.



Në qoftë se pranë një sipërfaqe të një trupi të ngurtë lëviz një fluid, temperatura e të cilit është më e lartë ose me e ulët se temperatura e sipërfaqes së trupit, atëherë ndërmjet fluidit dhe trupit të ngurtë ndodh dhënia e nxehtësisë. Procesi i kalimit të nxehtësisë nga lëngu ose gazi në sipërfaqen e trupit të ngurtë dhe anasjelltas quhet dhënie e nxehtësisë me konveksion. Duke qënë se jemi në kontakt të drejtpërdrejtë, transmetimi sipërfaqësor i nxehtësisë me konveksion shoqërohet dhe me fenomenin e

përcjellshmërisë termike të lëngut ose gazit

Fuqia termike me konveksion realizohet në relacion të drejtë me sipërfaqen dhe diferencën e temperaturave midis mureve dhe fluidit.

$$Q = \alpha S(t_1 - t_2) \text{ (W)}$$

Ku: S – sipërfaqja e kontaktit,

α - koeficienti i transmetimit të nxehtësisë me konveksion, në [W/m² gradë]

Ky koeficient përfaqëson rrymën termike që depërton kur sipërfaqja e nxehtësisë është 1 m² dhe kur rënia e temperaturës ndërmjet fluidit dhe perdes është 1 gradë.

Ky koeficient varet nga shumë faktorë por më kryesorët janë:

- llojet dhe vetitë fizike të fluidit (dendësia, viskoziteti, koeficienti, koeficienti i përçimit)
- rregjimi i lëvizjes.
- drejtimi i fluidit
- forma dhe pastërtia e sipërfaqes
- nga lloji dhe shpejtësia e lëvizjes.

Sa më e madhe shpejtësia aq më e madhe është sasia e copëzave që vijnë në kontakt me murin dhe përfitimi i nxehtësisë. Për gazet që kanë peshe specifike të vogël dhe viskoziteti të vogël, koeficienti (α) është i vogël, kurse për lëngjet është i më i madh. Ky koeficient rritet me rritjen e shpejtësisë. Gjithashtu rritet kur rregjimi është turbulent dhe lëvizja është e detyruar.

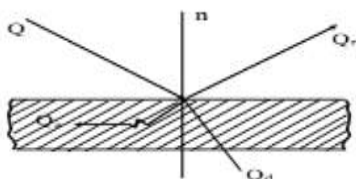
Ushtrim 1: Në një mur me përmasa (4 x 4) m, qarkulon një sasi ajri me $t = 20^\circ\text{C}$. Të përcaktohet rryma termike Q nga ajri në mur, temperatura e të cilit është 18°C , koeficienti ($\alpha = 10 \text{ W/m}^2 \text{ gradë}$)

Zgjidhje:

Rryma termike Q është : $Q = \alpha S(t_1 - t_2) = 4 \cdot 4 \cdot 10(20 - 18) = 320 \text{ (W)}$

Tema mësimore 7. Transmetimi i nxehtësisë me rrezatim.

Rrezatimi termik paraqet këmbimin e nxehtësisë në formën e energjisë rrezatuese midis trupave në largësi. Procesi i rrezatimit termik qëndron në kalimin reciprok të nxehtësisë nga një trup në një trup tjetër, nëpërmjet valëve



elektromagnetike dhe energjisë së fotoneve që lindin si rezultat i shndërrimit reciprok të energjisë së brendshme të lëndës (kryesisht energjia termike) në energji të rrezatimit. Energjia rrezatuese përbëhet nga energjia e valëve elektromagnetike dhe energjia

e fotoneve. Energjia rrezatuese gjatë rrugës së saj, bie mbi trupa të tjerë, e cila mund të

absorbohet, pasqyrohet ose të depërtojë nëpër to. Ajo që absorbohet kthehet përsëri në nxehtësi (duke rritur temperaturën e trupave). Pra këmbimi i nxehtësisë me rrezatim është i lidhur me shndërrimin reciprok të nxehtësisë në energji rrezatuese dhe të energjisë rrezatuese në nxehtësi. Të gjithë trupat rrezatojnë dhe absorbojnë energji rrezatuese në çfarëdo temperature, por sasia e energjisë së transmetuar me anë të rrezatimit rritet me rritjen e temperatures së trupit që rrezaton. Rrezatimi shumë, që jepet nëpërmjet një sipërfaqeje të çfarëdoshme në njësi të kohës, quhet rrymë rrezatuese Q (W), madhësia $q = Q/F$ (W/m²) quhet fuqi rrezatuese, rrezatim vetjak ose densiteti i rrymës rrezatuese. P.sh kur kjo energji kalon nga trupi A në trupin B, pjesërisht absorbohet, pjesërisht reflektohet dhe pjesërisht depërton, shuma e të tre energjive jep Q_r

Kjo energji rrezatuese shprehet $Q_r = Q_A + Q_{kth} + Q_D$

ky ekuacion kur pjestohet me Q_r merr formën:

$$\frac{Q_A}{Q_r} + \frac{Q_{KTH}}{Q_r} + \frac{Q_D}{Q_r} = 1$$

ose $1 = \varepsilon + \rho + x$

Secila nga këto energji përbëhet nga koeficient të ndryshëm, të cilët ndahen në:

$A = Q_A / Q_r$ koeficienti i absorbimit të trupit

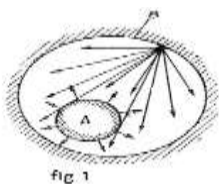
$R = Q_{kth} / Q_r$ koeficienti reflektimi (pasqyrimi)

$D = Q_D / Q_r$ koeficienti depërtimi

Këto 3 lloj koeficientësh varen nga lloji, vetitë fizike të trupit, nga pastërtia e sipërfaqes së trupave dhe drejtimi i rrezeve.

1. Trupi që absorbon të gjithë energjinë rrezatuese që bie mbi të quhet trup absolutisht i zi, në të cilën $A=1, R = D = 0$
2. Trupi që pasqyron të gjithë energjinë rrezatuese quhet trup absolutisht i bardhë, në të cilën $A = D = 0, R = 1$
3. Trupi që e depërton të gjithë energjinë rrezatuese që bie në të quhet absolutisht i tejdukshëm (transparent) ose diatermik, në të cilën $D = 1, A = R = 0$. Vetitë të madhe diatermike zotërojnë gazet.

Çdo trup me temperaturë $T_1 > 100^0 K$ dhe me sipërfaqe S_1 rrezaton energjinë



$$Q_R = C \cdot S_1 \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4 \quad (W)$$

Ku: C - koeficienti i rrezatimit në $[W/m^2(K/100)^4]$, i cili varet nga lloji, vetitë fizike të trupit, nga pastërtia e sipërfaqes etj

Kur trupi A me sipërfaqen S_1 , temperaturë T_1 dhe koeficient rrezatimi C_1 ndodhet brenda trupit B, që ka sipërfaqen S_2 , temperaturë T_2 dhe koeficient rrezatimi C_2 atëherë energjia që i rrezaton trupi A trupit B është:

$$Q_R = C_{RE} \cdot S_1 \left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right] (W)$$

C_{RE} – koeficienti i rrezatimit reciprok

Ligjet e rrezatimit:

Ligji i Planku : vendos varësinë e intesitetit të rrezatimit të trupit absolutisht të zi, nga

gjatësia e valëve dhe temperaturës $I_Z=f(\lambda,t)$ Intesiteti i rrezatimit është energjia që rrezaton njësi e sipërfaqes në njësi të kohës për një gjatësi vale të caktuar. (W/m^3)

Ligji i Stefan Boltzman: përcakton varësinë e fuqisë rrezatuese të trupit absolutisht të zi EZ nga temperatura.

Ligji i Kirkkofit, i cili shpreh raportin e fuqisë rrezatuese të trupit mbi aftësinë absorbuese të tij është e njëjtë për të gjithë trupat që ndodhen në të njëjtën temperaturë dhe është i barabartë me fuqinë rrezatuese të trupit absolutisht të zi.

Ligji i Lambertit përcakton varësinë e energjisë që rrezaton trupi nga drejtimi i rrezatimit. Energjinë më të madhe e zotërojnë rrezet sipas drejtimit normal me sipërfaqen rrezatuese.

Ushtrim 1: Në një repart industrial me sipërfaqe 6000 m^2 kalon një tub çeliku me $d = 200 \text{ mm}$ dhe $l = 3 \text{ m}$, i cili nga jashtë e ka temperaturën $t_1 = 300^\circ\text{C}$. Të përcaktohet energjia që rrezaton trupi, kur temperatura e mureve është $t_2 = 20^\circ\text{C}$ dhe $Cr = 4.5 \text{ (W/m}^2\text{(K}^\circ\text{/100)}^4$

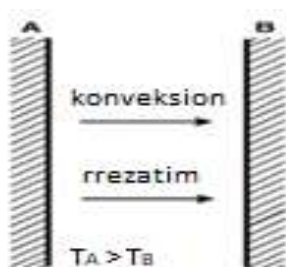
Zgjidhje : sipërfaqja e tubit është $S_1 = \pi \cdot d \cdot l = 3.14 \cdot 0.2 \cdot 3 = 1.884 \text{ (m}^2\text{)}$

Kurse raporti $1.884/6000 \approx 0$, si pasojë

$$Q_R = 1.884 \cdot 4.5 \left[\left(\frac{573}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right] = 8505 \text{ (W)}$$

Tema mësimore 8. Transmetimi i nxehtësisë në mënyrë të përgjithshme.

Në varësi të natyrës së trupave të përfshirë në fenomenin e transmetimit të nxehtësisë, një mënyrë luan një rol mbizotërues mbi tjetrin, ose nxehtësia transferohet falë veprimit të kombinuar të dy ose të tre mënyrave. Kjo shkaktohet nga karakteristikat fizike, për



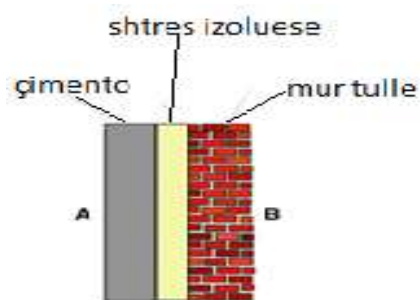
shembull nga dendësia e trupit ose nëse është pak a shumë transparent. P.sh, nxehtësia e shpërndarë nëpër muret e brendshme të një ndërtese në mjedisin e jashtëm, kalon nëpër shtresat e ndryshme që përbëjnë murin me përcjellje dhe hapësirat midis tullave të zëna nga ajri nga konveksioni dhe rrezatimi. Pasi nxehtësia ka arritur në mjedisin e jashtëm, ajo shpërndahet nga konveksioni dhe rrezatimi. Në një furrë metalurgjike, një metal që sillet në një temperaturë të lartë i nënshtrohet veprimit të

kombinuar të tre mënyrave. Nxehtësia bartet me përcjellshmëri përmes pjesës së objektit që është në kontakt me sipërfaqen e furrës, ndërsa zonat e tjera të metalit nxehen nga përcjellshmëria dhe rrezatimi. Vihet re se të tre mekanizmat veprojnë sikur të ishin në seri dhe paralelisht dhe ky kombinim i tyre siguron energjinë termike totale të transferuar nga një sistem në tjetrin. Kemi dy trupa A dhe B në temperatura të ndryshme në një dhomë që përmban ajër. Nga parimi zero i termodinamikës dimë se nxehtësia kalon spontanisht nga trupi më i ngrohtë në atë të ftohtë derisa të dy të kenë arritur të njëjtën temperaturë. Në këtë rast, nxehtësia shkëmbehet nga konveksioni dhe rrezatimi. Nëse në dhomë do të krijohet vakum, atëherë do të ndodhte vetëm dukuria e rrezatimit dhe për pasojë do të shkëmbehej një sasi më e vogël nxehtësie mes dy trupave. Pas një kohe të caktuar, fuqia totale termike jepet nga shuma e fuqisë së shkëmbyer nga konveksioni dhe nga rrezatimi:

$$Q_{TOT} = Q_K + Q_{Rf}$$

Nxehtësia, e cila shkëmbehet vetëm nga përcjellja, rrjedh nga muri A në B ($T_A > T_B$) dhe gjatë rrugës ndeshet me tre materiale të ndryshme. Në këtë rast nuk ka një fenomen të

vetëm të përcjelljes, por janë tre, një për çdo material të hasur. Për analogji, ne mund t'i



konsiderojmë tre shtresat si tre rezistenca të vendosura në seri (fig 2), pasi fuqia totale termike nuk është shuma e tre fuqive të vetme, por ndjek marrëdhënien: Ku janë fuqitë termike që transmetohen me përcueshmëri përkatësisht përmes betonit, shtresës izoluese dhe tullave.

Tema mësimore 9. Humbjet e nxehtësisë në

ndërtesa

9.1 Humbjet e nxehtësisë.

Në periudhën e ftohtë të dimrit, për të mbajtur një temperaturë të përshtatshme në mjediset e banimit dhe të punës është e nevojshme që të instalohet një sistem ngrohje. Kështu nxehtësia nga mjedisi i brendshëm me temperaturë më të lartë do të kalojë nëpërmjet konstruksionit rrethues në mjedisin e jashtëm me temperaturë më të ulët. Humbja e nxehtësisë e krijuar nga diferenca e temperaturave, do të varen kryesisht nga rrethimi i ndërtesës, përmasat që është në kontakt me mjedisin e jashtëm. Përcaktimi i këtyre humbjeve na tregon nevojën e nxehtësisë për ngrohjen e ndërtesës. Kjo “ngarkesë termike” e dhënë në ambient duhet që të mbahet sa më gjatë në të gjitha mjediset, për këtë arsye ndërtesat ndërtohen sa më efçente, që do të thotë kursim energjie dhe sa më pak humbje nxehtësie nga ndërtesa. Në ditët e sotme është bërë:

- një rikonceptim i strukturave ndërtimore të ndërtesave
- përmirësimin e mirëmbajtjes së ndërtesave
- dhe impianteve që ndikojnë në ngarkesën termike të ndërtesave.

Humbjet e nxehtësisë janë dy llojesh:

- Humbjet e nxehtësisë me transmetim
- Humbjet e nxehtësisë me infiltrim

9.2 Humbjet e nxehtësisë me transmetim

Nxehtësia që kalon nga mjedisi i brendshëm në temperaturë më të lartë, në mjedisin më temperaturë më të ulët, nëpërmjet konstruksionit rrethues, quhet “nxehtësi e humbur me transmetim”. Humbjet e nxehtësisë me transmetim varet kryesisht nga:

- Struktura rrethuese e ndërtesës (mure, tavane, dysheme, dyer, dritare,çati)
- Lloji i materialit me të cilin është ndërtuar ndërtesa(tull,druri, beton etj.)
- Përmasat e ndërtesës.

Për llogaritjen e humbjeve të nxehtësisë me transmetim kemi formulën:

$$Q_t = k \cdot S \cdot (t_b - t_j) \quad [W]$$

Ku : Q_t – humbjet e nxehtësisë [W]
 k – është koeficienti global i transmetimit të nxehtësisë. [W /m²K]
 S – sipërfaqja, që transmeton nxehtësi. [m²]
 t_b - temperatura e brendshme e mjedisit që do të ngrohet. [° C]
 t_j - temperatura e jashtme e vendit ku ndodhet mjedisi. [° C]

Temperatura e brendshme përcakton temperaturën e dëshiruar për ambientet.

Kjo temperaturë e brendshme ndryshon sipas llojit të destinacionit. P.sh

- Holl, korridor, komplekse industriale, supermarket	10-12°C
- Vendet kulturi	12-16°C
- Muze, salla ekspozitash, etj	14-18°C
- Korridore, shkallë, etj	14-18°C
- Ndërtesa e banimit	18-20°C
- Banjo	22°C

Në lokalet ku zhvillohen aktivitete fizike temperatura mund të merret më e ulët. (Temperaturat e jashtme projektuese i referohen cdo qyteti në të cilën llogaritet projekti i ngrohjes). Përveç llogaritjes së humbjeve të nxehtësisë me transmetim duhet të merren parasysh edhe disa shtesa të tjera suplementare të cilat sipas rastit u shtohen humbjeve të nxehtësisë me transmetim. Këto shtesa janë:

- Shtesa për orientim
- Shtesa për rinxehjen e mureve të jashtme.
- Për ndërprerje të shfrytëzimit të ngrohjes.

9.3 Humbjet e nxehtësisë me infiltrim

Është sasia e nxehtësisë që nevojitet për të ngrohur ajrin që infiltron nga jashtë në ambientin e brendshëm. Këto lloj humbesh mund të ndodhin si pasojë e :

- hapësirave që mund të ekzistojnë midis dritareve dhe murit.
- hapësirave që mund të ekzistojnë midis derës dhe dyshemesë
- plasaritjeve të murit, suvasë, etj.

Humbjet e nxehtësisë me infiltrim llogariten me formulën:

$$Q_i = V \cdot C (t_b - t_j) \quad [W]$$

Ku : Q_i – sasia e nxehtësisë [W]
 V - është vëllimi i ajrit të këmbyer [m³/h]
 C - nxehtësia specifike vëllimore e ajrit. Për $t = 20^{\circ}\text{C}$ $C = 1.219$ (Kj/m³ K)
 $(t_b - t_j)$ - diferenca e temperaturës së brendshme me temperaturën e jashtme

Tema mësimore 10. Klasifikimi i lëndëve djegëse, fuqia kalorifike

10.1 Klasifikimi i lëndëve djegëse

Lëndët djegëse janë substanca të cilat gjatë djegies çlirojnë nxehtësi.

Burimet kryesore janë : qymyri, gazi natyror, nafta. Këto quhen lëndë fosile dhe nuk mundën të rigjenerohen. Nafta dhe gazi natyror plotësojnë 65 % të nevojave të përgjithshme, qymyri 25 %, burimet e energjisë që regjenerohen (energji e ujit, erës, biomasës, gjeotermale, etj) 6% dhe energji bërthamore 4%.

Ndërsa sipas origjinës ndahen në natyrale dhe artificiale, që përfitohen nga përpunimi mekanik ose kimik të lëndëve djegëse natyrore.

Klasifikimi i lëndëve djegëse

Origjina	Të ngurta	Të lëngta	Të gazta
----------	-----------	-----------	----------

Natyrale	Druri Antraciti	Nafta	Gazi natyral
Artificial	Qymyri i drurit Qymyri i gurit	Benzina, gazoili, vajguri, vajra të djegshëm, solari	Gaz ndriçues, gazi furnaltës, gaz rafinerie, etj

10.2 Përbërja e lëndës djegëse.

Çdo lëndë djegëse në tërësi përmban 7 elemente: $C+H+O+N+S+A+W = 1\text{kg}$
Respektivisht (karboni, oksigjeni, hidrogjeni, azoti, sqfuri, hiri(A) dhe lagështia (W) që ndodhen në 1 kg të lëndës djegëse. Elementët që digjen janë karboni, hidrogjeni dhe sqfuri, të cilët kur digjen çlirojnë nxehtësi të madhe.

Karboni kur digjet çliron nxehtësinë 33939 kJ/kg.

Hidrogjeni është elementi kryesor për lëndët djegëse të lëngta dhe të gazta i cili kur digjet çliron nxehtësinë prej 103074 kJ/kg.

Sqfuri është element i dëmshëm në përbërjen e lëndës djegëse, pavarsisht se kur digjet çliron nxehtësi 10894 kJ/kg. Lagështia e lëndës djegëse është dëmshme pasi për avullimin e saj harxhohet nxehtësi. Prandaj vlerësohen ato lëndë djegëse që kanë më shumë % karboni dhe hidrogjeni dhe sa më pak % S, W dhe A(hi).

10.3 Fuqia kalorifike e lëndës djegëse.

Fuqi kalorifike quajmë sasinë e nxehtësisë që çlirohet nga djegia e 1 kg lëndës djegëse kur digjet plotësisht, derisa temperatura e mbeturinave të barazohet me atë të ambientit.

Kemi dy lloj nxehtësie djegie;

1. Nxehtësinë e djegies së lartë Q_l , që fitohet nga djegia e 1 kg lëndë djegëse duke përfshirë edhe nxehtësinë e formimit të avujve të ujit.
2. Nxehtësinë e djegies së ulët Q_u , e cila nuk merret parasysht nxehtësia latente.

Në praktikë merret gjithmone fuqia kalorifike e ulët e lëndës djegëse, pasi uji që krijohet, largohet nga dhoma e djegies në formën e avullit. Fuqia kalorifike shprehet në (MJ/m^3) për lëndët djegëse të gazta dhe në (kJ/kg) për lëndë djegëse të ngurta dhe të lëngta.

Lëndë djegëse të ngurta		Lëndë djegëse të lëngëta		Lëndë djegëse të gazta	
Lënda djegëse	Fuqia kalorifike(kJ/kg)	Lënda djegëse	Fuqia kalorifike(kJ/kg)	Lënda djegëse	Fuqia kalorifike(MJ/m^3)
Dru i thatë	10,500÷18,500	Vajguri	43,300	Propani	99
Antraciti	30,400÷35,000	Gazoili	42,700	Butani	128.4
		Benzina	42,700	Gazi natyral	34.37
		Vaji djegës	41,000		

Tema mësimore 11. Lëndët djegëse dhe ruajtja e tyre

11.1 Lëndët djegëse konveccionale

Lëndët djegëse konveccionale janë ato të prodhuara dhe të tregtuara si të tilla, dhe si rrjedhim paraqesin vetëm një pjesë të materialeve potencialisht të djegshëm. Ato klasifikohen në bazë të gjendjes fizike si dhe kushteve të përdorimit. Lëndët djegëse më të përdorura në praktikë janë:

- lëndë djegëse të ngurta,

- lëndë djegëse të lëngta,
- lëndë djegëse të gazta.

11.2 Lëndët djegëse të ngurta.

Lëndët djegëse të ngurta minerale kanë një përdorim shumë të kufizuar në ambiente banimi, por edhe tregtare dhe industriale. Përdorimet më të mëdha të tyre janë për qëllime energjitike në impiante shumë të mëdha, si në centralët termoelektrike (ku përdoren në gjendje pluhuri). Në zonat e thella urbane përdorimi i drurit si lëndë djegëse është në mënyrë të konsiderueshme shumë i lartë.

11.3 Lëndët djegëse të lëngta.

Djegësit e lëngshëm janë përzierje hidrokarburi të nxjerrë nga proceset e distilimit të naftës. Përveç hidrokarbureve, nafta përmban edhe sasi të vogla zolfi, oksigjeni, azoti, vanadi, etj. Në përgjithësi nafta është e përbërë nga 83÷84 % karbon, 14% hidrogjen, 2÷3% oksigjen, 0.5% azot dhe nga 0.2 deri në 4% zolf, etj. Masa vëllimore varion nga 0.7 deri në 0.94 kg/dm³ dhe fuqia kalorifike shkon nga 41.800 në 46,000 (kJ/kg). Nga distilimi i saj merren një sërë lëndësh djegëse të gazta (metani, etani, propani, gaz naftë, etj.) Karakteristikat kryesore të një lëndë djegëse të lëngët janë: viskoziteti, temperatura e ndezjes, përmbajtja e ujit, fuqia kalorifike, nxehtësia specifike etj.

Gazoili është produkti tipik i përdorur si lëndë djegëse, në zëvendësim të vajit të djegshëm. Vajguri është më pak viskoz por pak me pak i lubrifikuar se gazoili. Duke qënë një produkt i lehtë ai krijon më pak mbetje gjatë djegies, pasi ndizet më mirë në temperatura të ulta.

11.4 Lëndët djegëse të gazta.

Ekzistojnë tipe të shumta lëndësh djegëse të gazta, por ato që gjejnë më shumë përdorim në fushën termoteknike (ngrohje-ftohje) janë gazi natyror dhe gazet produkte të naftës.

Gazi natyror është pa ngjyrë dhe erë, gjendet i grumbulluar në pjesët e sipërme të niveleve nëntokësore që përmbajnë naftë dhe gaz. Ai është një përzierje metani (55 - 98%) hidrokarburesh si etani, dhe nga përbërësit e tjerë të ndryshëm si uji, sulfur hidrogjeni, elio, gaz naftë, të cilat largohen pasi të futet gazi në rrjetin shpërndarës.

Kompozimi i gazit natyror varet nga zona gjeografike e kampionimit, megjithatë përbërësit kryesore janë.

Gazet	Formula kimike	Sasia në %
Metan	CH ₄	70÷96%
Etan	C ₂ H ₆	1÷14%
Propan	C ₃ H ₈	0÷4%
Butan	C ₄ H ₁₀	0÷2%
Oksigjen	O ₂	0÷1.2%
Azot	N ₂	0.4÷17%

Fuqia kalorifike e gazit natyror mund të variojë nga 34÷45 [MJ/m³]. Gazi pari se të shpërndahet i shtohet një produkt kimik i cili i jep atij një erë të dallueshme që të ndihet dhe të parandalohet rrjedhja e tij. Rreziku i shpërthimit të gazit vjen nga kombinimi i njëkohshëm i tre kushteve :

- Rrjedhje gazi në ambiente të mbyllura
- Përzierja e tij me ajrin në sasi të 5-15%
- Prezenca e një shkëndije ose flake në ambient.

Gazi natyral pasi është pastruar, shpërndahet nëpërmjet një rrjeti që shpesh ndodhet nën tokë ose nën ujë, i mbrojtur nga korrozioni kimik dhe elektrokimik. Për të mbajtur presionin gjatë gjithë rrjetit (i cili arrin gjatësinë qindra kilometra) nevojiten stacione ndërmjetëse kompresuese, në distancë rreth 80 km nga njëra- tjetra. Përpara përdorimit, presioni reduktohet në stacione dekomprimi (deri në 4 bar presion mesatar) dhe më pas akoma deri në 20 bar (presion i ulët).

11.5 Ruajtja e lëndëve djegëse

Kapaciteti i rezervuarit të lëndës djegëse duhet të jetë në një sasi të tillë të mjaftueshme që të garantojë funksionimin me ngarkesë të plotë të impiantit termik për një periudhe prej tre javësh. Me përjashtim të rasteve të veçanta (spitalet) koha e funksionimit me ngarkesë të plotë të impianteve termike duhet të llogaritet për rreth 12 orë punë në ditë. Por rezervat për lëndë djegëse duhet të jenë më të mëdhaja nëse impianti ngrohës do të jetë në zona shumë të ftohta.

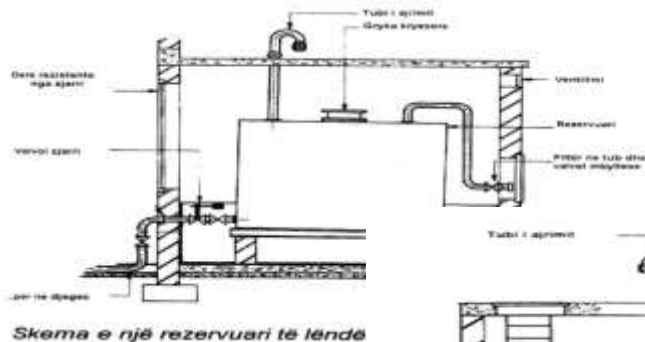
11.5.1 Rezervuarët e lëndëve djegëse të lëngta

Rezervuarët e lëndëve djegëse të lëngta, janë prej konstruksioni çeliku në formë cilindrike ose prizmatike. Rezervuarët mund të vendosen nën tokë ose mbi tokë, brenda ndërtesës ose jashtë ndërtesës. Rezervuarët e vendosur mbi tokë kanë përgjithësisht formë cilindrike dhe vendosen në tokë në dy mënyra horizontale ose vertikale. Një përdorim të gjerë sot ka gjetur dhe përdorimi i rezervuareve polietileni me densitet mesatar.

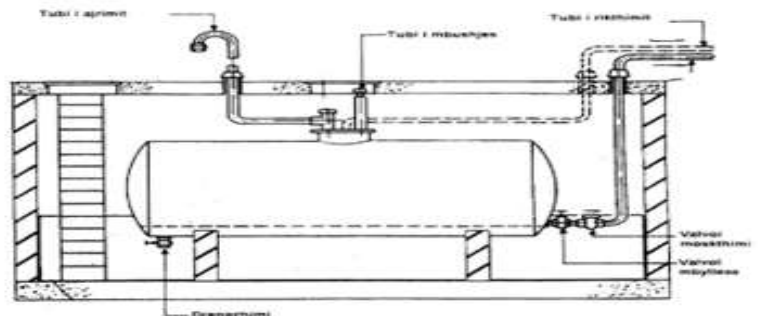
Megjithatë ka një sërë rregullash të cilët kufizojnë kapacitetin e depozitimit dhe numrin e rezervuarëve, psh. kapaciteti për secilën rezervuar nuk mund të jete më i madh se 15 (m³) rezervuarët e instaluar nuk mund të jenë më shumë se 6 në hapësirën jashtë ndërtesës (nën tokë) jo më shumë se dy, nëse janë të vendosura në hapësirën brenda. Vendosja e rezervuareve nën tokë mund të bëhet në tre mënyra:

1. Kur rezervuari vendoset në një gropë nën tokë, duhet që sipërfaqja e jashtme e rezervuarit të mbrohet mirë nga korrozioni. Pjesa e fundit e rezervuarit duhet të jetë e drenazhuar.
2. Krijimi i një dhome nën tokë, konstruksioni i të cilës duhet të parandalojë hyrjen e ujit në dhomë, parashikohet një pusëtë e cila mundëson hyrjen në këtë dhomë.
3. Vetë rezervuari është një konstruksion betoni nën tokë i mbuluar.

Në figurat e mëposhtme jepen në mënyrë skematike vendosja e rezervuarëve në dy variante bashkë me elementët e lidhjes.



Skema e një rezervuari të lëndës



Skema e një rezervuari të lëndës djegëse në dhomë nën tokë dhe lidhjet

11.5.3. Rezervuarët e lëndëve djegëse të gazta

Rezervimi i gazit.

Impiantet e rezervimit dhe impiantet e brendshme të shpërndarjes së gazit duhet të ndërtohen në përputhje me ligjet dhe normat e caktuara posaçërisht për këtë qëllim.



Rezervuarët mund të vendosen mbi tokë ose nëntokë. Forma e tyre është cilindrike. Ata mund të vendosen në mënyrë horizontale ose vertikale.

Kur janë të vendosur nëntokë duhet që muret rrethuese të jenë prej betoni. Distanca nga muret duhet të jetë 30 cm dhe e gjithë hapësira mbushet me rërë të thatë.

Tema mësimore 12. Produktet e djegies, përbërësit

Produktet e djegies të cilat zakonisht quhen tymrat e djegies janë të përbërë nga CO_2 , H_2O , SO_2 , NO_x , N_2 dhe nëse djegia nuk është e plotë edhe CO si dhe nga O_2 për shkak të tepricës së ajrit që dërgohet në dhomën e djegies. Grimcat e djegura që ndodhen në tymrat e djegies janë karbon i padjegur dhe hi. Kujdes duhet të kemi me avujt sulfurik që ndodhen të tretur në ujë dhe që shkaktojnë fenomenin e korrozionit kur krijohen kondensime të avujve të ujit në paretet e kaldajës, në oxhaqet e tymrave, fenomen ky që ndodh sa herë këto sipërfaqe ndodhen në një temperaturë më të ulët se temperatura e kondesimit.

Disa nga parametrat kryesorë që duhen vlerësuar nga analiza e djegies së gazrave janë:

- Temperatura e produkteve të djegies
- Koncetrimi i oksigjenit ose dioksidit të karbonit.
- Koncetrimi i oksidit të karbonit etj.

Matja e parametrave të gazrave të djegies kryhet në pozicione të caktuara të oxhakut të tymrave. Për këtë duhet të vendosen:

- Një aparat matës i koncentrimin të anhidritit të karbonit (CO₂) dhe (CO+H₂) që ndodhen në gazrat e djegies.
- Një termometër të matjes së temperaturës së gazrave të djegies duhet të fiksohet në bazën e cdo oxhaku. Vlerat e temperaturës së gazrave të djegies përdoren për të vlerësuar shkallën e shfrytëzimit të energjisë së lëndës djegëse, vlerën e koncentrimin të O₂ dhe CO₂, vlerësimin e shkallës së djegies. Ndërsa vlera e oksidit të karbonit duhet të ndodhen brenda normave të përcaktuara nga standartet ndërkombtare dhe nacionale.

Tema mësimore 13. Mbrojtja e mjedisit

13.1 Mjedisi

Mjedisi është bashkësia e ndërveprimeve të përbërësve biotikë dhe jobiotikë që nxisin dhe ushqejnë jetën e gjallë në tokë, duke përfshirë: mjedisin biofizik, natyror të ajrit, tokës, ujërave, shëndetin e njeriut, vlerat dhe trashëgiminë kulturorë, shkencore, fetare dhe shoqërore. Pra, mjedisi është një bashkëveprim i faktorëve natyrorë dhe shoqërorë.

Përbërësit kryesorë të mjedisit janë: ajri, uji, toka, biodiversiteti.

Mjedisi është shumë i rëndësishëm, por shëndeti është kushti themelor për mirëqenien dhe veprimtarinë e njeriut. Për të pasur një shëndet të mirë, nuk mjafton vetëm kujdesi për veten, por është i nevojshëm edhe një mjedis i pastër dhe i shëndetshëm. Më shumë se 8 milion njerëz në të gjithë botën vdesin çdo vit pasi thithin ajrin e ndotur që përmban grimca nga lëndët djegëse fosile, bazuar në studimet e bëra.

Djegia e lëndëve djegëse fosile si qymyri dhe nafta prodhon gazra serë që bllokojnë rrezatimin diellor në atmosferë dhe shkaktojnë ndryshime klimatike. Por gjithashtu çliron grimca të vogla helmuese të njohura si PM2.5. Mjaft të vogla për të depërtuar thellë në mushkëri, këto grimca mund të përkeqësojnë kushtet e frymëmarrjes duke shkaktuar si astma dhe mund të çojnë në kancer të mushkërive, sëmundje koronare të zemrës, goditje në tru dhe vdekje të hershme, etj.

13.1 Mbrojtja e mjedisit

Mbrojtja e mjedisit është praktika e mbrojtjes së mjedisit natyror nga individë, organizata dhe qeveri. Objektivat e tij janë të ruajnë burimet natyrore dhe mjedisin ekzistues natyror dhe kur është e mundur, të riparojnë dëmtimet dhe tendencat e kundërta.

Si mund ta mbrojmë mjedisin:

- Dispozitat Urdhëruese kundër Ndotjes së Ajrit, në lidhje me vendosjen në treg dhe funksionimin e impianteve me djegie, lartësinë e oxhaqeve dhe cilësinë e karburantit kontribuojnë në parandalimin e emetimeve të panevojshme të ndotësve të ajrit, si dhe dëmtimin nga gazrat e shkarkimit.
- Sistemet dhe karburantet e përdorura të jenë të cilësisë së lartë dhe të përdoren në mënyrë korrekte.
- Impiantet e djegies me dru mund të pajisen edhe me sisteme të ndarjes së pluhurit, të cilat bëjnë të mundur reduktimin e emetimeve të pluhurit të imët.
- Për funksionimin e sistemeve të djegies së drurit me fuqi termike të barabartë ose më të vogël se 70 kW, jepen vetëm vlerat kufitare për emetimet e monoksidit të karbonit dhe materialeve të ngurta. Vlera kufi për monoksidin e karbonit kontrollohet çdo katër vjet, ajo për materialet e ngurta vetëm në momentin e testimit të impiantit të ri ose të impiantit të restauruar.

- Në rastin e kaldajave me fuqi më të madhe se 70 kW ose të ushqyer me mbetje druri, emetimet kontrollohen çdo dy vjet.
- Në sistemet e djegies me naftë dhe gaz, respektimi i vlerave kufi për monoksidin e karbonit kontrollohet çdo dy vjet dhe për oksidet e azotit çdo katër vjet, në kaldaja edhe për rrjedhjet e gazit të shkarkimit.
- Në bimët vajore përcaktohet edhe indeksi i blözës.

Autoritetet ekzekutive, kontrollorët, prodhuesit dhe shoqatat tregtare informojnë operatorët për ndezjen e saktë të sistemeve të djegies së drurit me djegie më të lartë për të reduktuar emetimet e pluhurit të imët. Për të arritur qëllimin e prodhimit të energjisë së rinovueshme dhe me emetim të ulët, nuk mjafton të përmirësohet më tej teknologjia e impiantit. Është gjithashtu e nevojshme të forcohet ndërgjegjësimi i operatorëve në mënyrë që, nëpërmjet menaxhimit të duhur të impianteve, të mund të kontribuojnë në reduktimin e ndjeshëm të emetimeve në mjedis.

Tema mësimore 14. Kërkesat e komfortit termik në mjedise të mbyllura

Ajri i ambientit luan një rol të rëndësishëm në mirëqënien dhe kapacitetin prodhues të njërvze. Komponentët kryesorë që karakterizojnë komfortin termik të njërvze janë:

- a) Temperatura e ambientit(dhomës),
- b) lagështia e ajrit,
- c) temperatura e mureve,
- d) shpejtësia e ajrit.

Bashkëveprimi i tyre i përbashkët janë përcaktues për komfortin njerzor.

Mekanizimi fiziologjik i njeriut.

Mekanizimi fiziologjik i njeriut luan një rol të rëndësishëm në komfortin termik. Një njëri me shëndet normal e ka temperaturën e brendshme trupore 37 °C, duke gjeneruar një sasi të caktuar nxehtësie në sajë të procesit të oksidimit të ushqimit. Sasia e nxehtësisë që gjeneron trupi i njeriut varet dhe nga vetë aktiviteti fizik që kryen.

p.sh. Në qetësi trupi i njeriut gjeneron 100 (W) nxehtësi, ndërsa gjatë një pune të rëndë rreth 500 (W) nxehtësi. Mekanizmi fiziologjik i njeriut është ai që bënë rregullimin e sasisë së nxehtësisë së prodhuar dhe sasisë së nxehtësisë së larguar duke rregulluar bilancin që mban konstant temperaturën e trupit të tij.

Kështu : kur temperatura e trupit të njeriut bie ai gjeneron më shumë nxehtësi dhe nëse bie më tepër trupi e kompeson me të dridhura(ethet). Dhe e kundërta rritja e temperaturës shoqerohet me djersitje. Kërkesat e njerzve ndaj komfortit jane subjektive, por kur ato realizohen deri në masën 80 % për të gjithë, atëherë themi që kemi arritur më të mirën e mundshme.

14.1 Temperatura e ajrit në ambient

Ndryshimi i temperaturës në ambient dhe veçanërisht ndryshimi nga tavani në dysheme është shumë i rëndësishëm. Një mjedis ideal do të ishte ai në të cilin temperatura në afërsi të dyshemesë do të ishte pak më lartë se ajo e ndodhur në nivelin e kokës së njëriut.

Duke u bazuar në standartet evropiane dhe në specialistët e higjenës vlerat më të përshtatshme të temperaturës për një komfort ideal do të ishin:

(19 ÷ 22°C) në dimër dhe (22 ÷ 25°C) në verë (për persona që nuk kryejnë asnjë aktivitet fizik). Por këto vlera janë shumë orientuese dhe mbi to ndikojnë shume faktorë si p.sh

- mosha e njeriut,

- aktiviteti fizik që kryen
- gjinia e njerzve (femrat kanë më ftohtë se meshkujt)

Vlerat e temperaturës së ambientit duhet të rregullohen në mënyrë të tillë që të evitohet të ashtuquajturin “shok termik”. Psh. nëse në verë temperatura e jashtme është 40°C nuk mund që në ambient të kemi temperaturë 21 °C.

14.2 Lagështia relative e ajrit.

Ajri atmosferik përmban gjithmonë një sasi uji në formën e avujve të ujit. Kjo sasi e shprehur në gram për kg ajër njihet si lagështia absolute. Megjithatë për një temperaturë të dhënë, ajri mund të absorbojë vetëm sasi të caktuar maksimale uji (ngopja, lagështia relative 100 %). Sa më e lartë temperatura aq më e lartë lagështia që ndodhet në ajër.

Lagështia relative tregon marrëdhënien ndërmjet përmbajtjes aktuale të lagështisë në ajër për një temperaturë të dhënë dhe përmbajtjes maksimale të mundshme së lagështisë në ajër në të njëjtën temperaturë.

$$\text{Lagështia relative } \varphi \text{ në } \% = \frac{\text{Përmbajtja aktuale e lagështisë} \times 100}{\text{Përmbajtja e lagështisë në pikën e ngopjes}}$$

Lagështia relative ka një ndikim të madh në ndjenjën e komfortit termik, sepse nxehtësia e prodhuar nga njerzit largohet pjesërisht nëpërmjet avullimit nga lëkura.

Në një temperaturë dhome 20° C lagështia relative është e papërfillshme, pra nuk ndikon shumë në ndjenjën e komfortit, vlerat e lagështisë relative duhet të jenë midis 35% ÷ 65%. Por, vlera të pakontrolluara të lagështisë relative do të ndikonin kështu në komfort.p.sh

A) Për vlera të lagështisë relative më pak 35% (në sezonin e dimrit kur ambientet janë të ngrohta) do të sillte rritjen e sasisë së pluhurave, ajri në kontakt me sipërfaqen e ngrohtë të radiatorit do të “digjet” duke krijuar në këtë mënyrë gaze të dëmshme të cilët ndikojnë në tharrjen e ajrit dhe vështirësi në frymëmarrje. Prandaj duhet të marrim masa për rritjen e lagështisë relative.

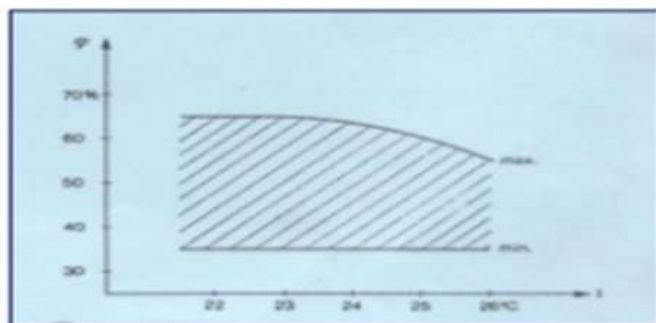
B) Për vlera më të mëdha se 65 % lagështia që ndodhet në ajër do të kondensohet në sipërfaqet e ftohta, duke krijuar myk, njolla si dhe erëra të këqija.

Në temperatura të rritura të dhomës lagështia relative luan një rol të rëndësishëm, pasi me rritjen e temperaturës së dhomës trupi i njeriut pakëson mundësinë e largimit të nxehtësisë sensible dhe për pasojë largon gjithnjë e më shumë nxehtësi latente nëpërmjet avullimit.

p.sh për një person të veshur normal në temperaturë 25°C dhe me lagështi relative 60% fillon të djersijë, ndërsa kur lagështia është 50% trupi i njeriut fillon të djersijë në temperaturë 28°C .

Produktiviteti i njeriut bie kur atmosfera është mbytëse nëse

temperatura e dhomës është 37°C dhe lagështia relative 100%. Prandaj kemi vlera të rekomanduara të lagështisë relative për vlera të caktuar të temperaturës, e shprehur në formën e grafikut. Niveli i lagështisë relative ka efekt të rëndësishëm në konsumin e energjisë së sistemit. Prandaj niveli ideal i lagështisë relative duhet të jetë në vlerat 50 ÷ 60%.



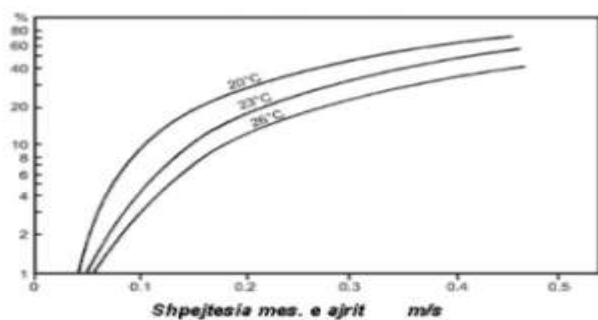
Vlera të rekomanduara të lagështisë relative për temperatura të ndryshme të dhomës

14.3 Temperatura e rrezatimit te mureve

Duke qënë se temperaturat e sipërfaqeve të (mureve, dyerve, dritareve, tavane e dysHEMEVE) është më e ulët se temperatura e trupit të njeriut, trupi i njeriut rrezaton vazhdimisht nxehtësi ndaj këtyre sipërfaqeve më të ftohta. Në saj të këtij fenomeni, dhomat që kanë temperatura normale të ajrit por temperatura të ulta të mureve janë ambiente ku nuk ndihesh komfort. p.sh nëse diapazoni i temperaturave të ajrit prej $20 \div 22^{\circ}\text{C}$ zakonisht konsiderohet diapazon i favorshëm, kjo është e vërtetë vetëm nëse temperatura e mureve është afërsisht e barabartë me temperaturën e ambientit. Nëse temperatura e mureve është shumë më e ulët se temperatura e ajrit, në një temperaturë prej 20°C mund të ndiejmë tepër të ftohtë.

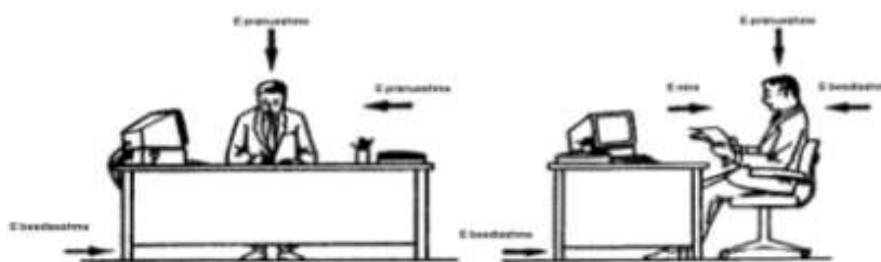
14.4 Shpejtësia e lëvizjes së ajrit.

Ndjenja e komfortit brenda një ambienti influencohet shumë edhe nga shpejtësia e lëvizjes së ajrit. Megjithatë edhe këtu temperatura e ajrit luan një rol të rëndësishëm. Kështu një lëvizje e lehtë e ajrit për temperatura të ulta do të bënte të ndihesh jo komfort.



Perqindja e njerzve jokomforte nga shpejtësia mesatare e ajrit

Ndërsa një shpejtësi edhe më e lartë e ajrit në ambiente me temperaturë të lartë është shpesh komfote. Lëvizja e ajrit prodhon një efekt ftohës i cili rritet me rritjen e shpejtësisë dhe uljen e temperaturës së ajrit. Një rrymë e ftohtë ajri (korrente ajri) është shumë jokomfote kur drejtohet në qafë, kurriz dhe të këmbët. Vlerat që mund të përcaktojnë shpejtësinë e lejueshme të ajrit mund të jenë vlera të përafërta dhe influencohen nga faktorë të shumtë si:



Drejtimit e pranueshme dhe jokomforte të rrymave të ajrit.

seksi, moshë, aktiviteti, raca etj. Specialistët e higjenës përcaktojnë shpejtësitë ($0.15 \div 0.25$) m/s për persona inaktive (për temperatura normale $20 \div 22^{\circ}\text{C}$). Nëse rryma e ajrit vjen në kontakt me qafën ose këmbët dhe temperatura e ajrit është nën 21°C shpejtësia e ajrit nuk duhet të jetë më e madhe se 0.15 m/s

Tema mësimore 15. Cilësia e ajrit, përbërësit dhe treguesit e tij.

15.1 Cilësia e ajrit.

Studimi i mirëqënies termike nuk mund të jetë i shkëputur nga ajo e cilësisë së ajrit në brendësi të ambienteve të rrethuara. Vëzhgimi i sëmundjeve në dukje (sindroma të ndërtesës së sëmurë) të çuditshme në kushte të caktuara ka çuar në lindjen e një linje tjetër studimi që i referohet cilësisë kimike – fizike të ajrit që, sot njihet si IAQ (Indoor Air Quality-Cilësia e Ajrit të Brendshëm). Materialet e përshtatura për ndërtime, mobiljet, gazrat e përdorur në impiante, të gjithë këto prodhojnë substanca avulluese organike (Volatile Organic Compound, VOC– Përzierje Organike Avulli) që, në përqëndrim të pakontrolluar mund të sjellin sëmundje të natyrave dhe rrezikshmërive të ndryshme. Pastaj është parë sesi organizmi njerëzor vë një ekuilibër kimik - fizik dhe biologjik me ambientin në të cilin jeton, e ndjen sesi kontrolli i cilësisë së ajrit është pjesë integruese e vetë konceptit të mirëqënies së tij ambientale.

15.2 Përbërësit

Kriteret e klasifikimit të substancave përbërëse janë të ndryshme dhe në veçanti:

Sipas prejardhjes: substancat janë gjeneruar në brendësi në ambiente nga njerëzit, nga procese kimiko-fizike (p.sh nga avullimi) nga materiale ndërtimi dhe nga mobiljet. Substancat që vijnë nga metabolizmi human janë CO₂, erërat e trupit, substanca organike toksike të natyrave të ndryshme të nxjerra nëpërmjet frymëmarrjes, apo nëpërmjet lëkurës. Këtyre ju shtohen tymrat e duhanit, nga djegia e ushqimit, nga produkte kimike të përdorura për pastrim apo për makinat fotokopjuese, printerat, etj. Për më tepër materialet e ndërtimit, janë vetë ato burim i nxjerrjes së substancave të ndotura (gaz radon në veçanti,..). Substancat ndotëse mund të vijnë edhe nga jashtë nëpërmjet ventilimit (natyral apo mekanik) dhe me hapjen e portave e dritareve. Midis këtyre ndotësve ka CO, Sox, Cox dhe përbërje në formë avujsh organikë (VOC) të natyrave të ndryshme

Sipas tipologjisë: mund të jenë gaze ose avuj (CO, CO₂, Sox, NO_x, VOC, O₃, Radon), ndotës biologjikë disa mikroorganizma (myk, baktere, virus, protozoarë,..) ndotës organikë me origjinë nga kafshët apo vехhetariane (pluhur, ..), tym nga duhani apo fije të veçanta, pluhur. Sasitë e

ndotësve zakonisht shprehen në ppm (pjesë për milion), mg/m³, µg/m³, Bq/m³. Vlerat që tolerohet variojnë shumë nga vëndi në vënd dheshumë shpesh të dhënat e referimit mungojnë.

Sipas efekteve që provokojnë: ka tipe të ndryshme efektesh mbi organizmin human. Më të zakonshëm janë:

- efektet *shqisore* si erërat,
- efektet *fiziologjike* si dhimbja e kokës apo lodhja ose nauzea,
- efekte *biologjike* si iritimi i lëkurës apo në sy ose edhe reaksione alergjike, efekte të dëmshme dmth. kancerogjene.

15.3 Treguesit e cilësisë së ajrit

Për disa ndotës mund të gjenden tregues të përshtatshëm të cilësisë së ajrit në ambientet e mbyllura.

15.3.1 CO₂ dhe bio-ndikuesit

Bio-ndikuesit nxirren nga trupi, nëpërmjet aspirimit dhe poreve të lëkurës, të banuesve

si në formë gazi ashtu edhe në formë bulëzash shumë të vogla. Prezenca e tyre krijon një ndjesi pakënaqësie dhe bezdi dhe në përqindje të larta mund të kenë pasoja të dëmshme tek njerëzit. Kjo ndodh pasi prezencën e njeriut është e shoqëruar me frymëmarrjen si rrjedhim me nxjerrjen e CO₂ dhe kjo mund të merret si një tregues i prezencës njerëzore. Prurja e CO₂ si rrjedhim e aktivitetit metabolik, nëkushte normale të mjedisit me aktivitet të ulët metabolik, është dhënë ngarelacioni i mëposhtëm:

$$V_{CO_2} = 17 M$$

ku: M metabolizmi (në Met) dhe V_{CO₂} në litra në minutë (L/h).

Në rast kur kryhet punë e lehtë (zyra, banim) atëherë faktori i proporcionalitetit bëhet 18÷19. Sot tentohet të merret në konsideratë megjithëse i pamjaftueshëm CO₂ si tregues i prezencës. Limiti i maksimumit të tolerancës është prej 1000 ppm.

15.3.3 Produktet e gazta: SO_x, NO_x, CO

Janë gazra toksikë dhe irritues dhe vijnë nga avullimi në impiantet e gazit, kuzhinat, sobat me gaz, cigaret.

- SO_x, kanë ndikim irritues në aparatet e frymëmarrjes dhe bëhet helmues për përqëndrime më të mëdha se 5 ppm.
- NO₂, provokon shqetësime frymëmarrjeje, veçanërisht tek fëmijët, për përqëndrime më të mëdha se 350 µg/m³. Tek të rriturit shkaktohen probleme për sasi më të mëdha se 100 µg/m³.
- CO është shumë toksik sepse ndikon në sasinë e transportit të oksigjenit të hemoglobinës. Rreziku i saj shfaqet për përqëndrime nga 10÷20 ppm. Tymi nga duhani përmban, përveç gazrave organikë të natyrave të ndryshme (katran, formaldeid, fenol, NO_x, CO₂, CO), edhe i veçuar me dimensione përfshirë midis 0.1÷0.3 µm. Efektet e tymit janë irritues përsytë dhe për rrugët e frymëmarrjes deri në shkaktimin e vështirësive në frymëmarrje tek qytetarë të ndjeshëm. Është provuar gjithashtu një lidhje fortë midis tymit të duhanit dhe kancerit të mushkrive.

15.3.4 Përbërje organike në formë avulli, VOC

Nën të ashtuquajturën VOC (Përbërje organike në formë avujsh) hyjnë një numër i madh gazrash me origjinë organike si hidrokarburë aromatikë, klorure, alkane, aldeidë. Në ndërtesat e banimit është përhapur veçanërisht *toulene* dhe *formaldeide* në një formë të veçantë të shpërndarë nëpërmjet ajrit (aerosol). Këto komponentë gjenerohen nga përbërje kimike të përdorura në ndërtim (kollë, bojra, deodorantë, termicidi, tretës për bojrat,...) Prandaj janë prezentë në zyra të mbyllura dhe pak të ventiluara. Disa VOC gjenerohen edhe në proceset e avullimit, nga tymi i cigareve dhe nga nxjerrjet biologjike organike. Formaldeidi ka efekte irrituese për përqëndrime 2 mg/m³ dhe mund të shkaktojë tumor për përqëndrime më të mëdha. Mendohet që VOC mund të jenë një tregues i cilësisë së ajrit siç është CO₂ dhe NH₃ për biondikuesit. Aktualisht ekzistojnë teknika të përmasave kompleksive të VOC dhe e tregojnë këtë matje me TVOC (total VOC). Ka mospërputhje në rezultatet dhe në të dhënat e mbledhura këto vitet e fundit.

15.3.5 Radoni

Radoni është një gaz radioaktiv që emeton pjesëza alfa shumë energjike dhe që derivon

në zinxhirin e dekompozimit të Uranium-it 235 dhe Uranium-it 238. Është prezent në shkëmbinj (veçanërisht tek ato me origjinë vullkanike) dhe në përgjithësi në materialet e ndërtimit, është i rëndë prandaj mbahet i ulët në ambiente. Rrezikshmëria e tij lind nga stacionimi në rrugët e frymëmarrjes dhe si rrjedhim në bombardimin e lokalizuar që mund të çojë në kancerin e mushkrive dhe të fytit. Transporti i radonit bëhet nëpërmjet difuzionit molekular (ligji i Fick) dhe qarkullimit (ligji i Darc-it). Përendrimi mesatar i Radonit në banesat italiane (sipas një kërkimi të CNR-ENEA të 1994) është prej 77 Bq/m³

15.3.6 Ndotësit biologjikë

Bëhet fjalë për mikroorganizma të gjallë që janë bakteret, kërpudhat, spore, virus,.. të cilat gjejnë kushte të përshtatshme në zona me lagështirë. Ato mund të gjenden në impiantet e kondicionimit, në faqet që kanë kondensim sipërfaqësor, lagështia që vjen nga toka, etj.

Rreziku i zhvillimit biologjik mbi një sipërfaqe është aq më i madh sa më e vogël është temperatura e saj sipërfaqësore. Ky rrezik është më i madh në zonat me klimë të ftohtë aty ku ka sipërfaqe të paizoluara apo janë të pranishme urat termike.

Edhe shtimi i presionit të avullit është shkak i formacioneve të kondensuara dhe aq më tepër në qoftë se është në prezencë të burimeve të avullit ka një rrezik të madh për krijimin e myshqeve. Efektet e ndotësve biologjikë janë:

- alergjitë,
- iritacione të mukozave të faringut dhe bronkiale,
- dobësi, etj.

Këto simptoma gjenerojnë Sindromën e ndërtesës së sëmurë që, ndihmohet nga prezenca e impianteve të kondicionimit jo të mirëmbajtur, dhe me tubacione jo të mira. Realisht ndotësit biologjikë e gjejnë origjinën në një sërë shkaqeshmidis të cilëve janë sigurisht, mbajtja e keqe dhe një drejtim jokorrekt të impianteve teknologjik të ndryshëm, i cili është determinantë.

Referuar

1. Termoteknika dhe ngrohje ventilim I autor (ing. Pëllumb Nishani, Angjelin Shtjefni)
2. Hidrotermoteknika 2 autor (ing. Teodor Kekezi)
3. Impiante termoteknike autor (ing. Ramadan Alushaj)
4. Informacione shitesë nga website.