**„ EU peníze školám“**

**Projekt DIGIT – digitalizace výuky na ISŠTE Sokolov**

**reg.č. CZ.1.07/1.5.00/34.0496**

|  |  |
| --- | --- |
| **III/2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT** | VY\_32\_INOVACE\_11\_1\_18 |
| **Název vzdělávacího materiálu** | Izobarická změna |
| **Jméno autora** | Ing. Štěpánka Makoňová |
| **Tématická oblast** | Mechanika tekutin |
| **Vzdělávací obor** | ( 23-44-L/001 Mechanik strojů a zařízení) |
| **Předmět** | Technická mechanika |
| **Ročník** | 3. |
| **Návaznost na ŠVP** | ( 23-44-L/001 Mechanik strojů a zařízení) |
| **Rozvíjené klíčové kompetence** | Rozvoj technického myšlení. Aplikování získaných informací v praxi.  |
| **Průřezové téma** | Člověk a svět práce |
| **Časový harmonogram** | 1-Vyučovací hodina |
| **Použitá literatura a zdroje** | LEINVEBER, J. VÁVRA, P. *Strojnické tabulky.* Praha: ALBRA, 2005. ISBN 80-7361-011-6VONDRÁČEK, V. STŘEDA, I. MAMULA, V. HLINKA, M. *Mechanika IV – Mechanika tekutin a termomechanika.* Praha: SNTL, 1977.HOFIREK, M. *Termomechanika* učebnice. Havlíčkův Brod: FRAGMENT, 1998.ISBN 80-7200-256-2 |
| **Pomůcky a prostředky** | Dataprojektor, vizualizér |
| **Anotace** | Vratné změny stavu ideálního plynu, izobarická změna, Gay- Lussacův zákon |
| **Způsob využití výukového materiálu ve výuce** | Výklad, pracovní list, zkušební test |
| **Datum (období) vytvoření vzdělávacího materiálu** | Únor 2013 |

*Tento výukový materiál je plně v souladu s Autorským zákonem (jsou zde dodržována všechna autorská práva).*

„Pokud není uvedeno jinak, autorem textů a obrázků je Ing. Štěpánka Makoňová“

**Izobarická změna**

Stav plynu je dán základními stavovými veličinami (p,v,T). Při změně stavu se nejméně dvě z těchto veličin změní. Změny stavu plynu mohou probíhat jako:

1. Vratné – plyn ze stavu 1 přejde do stavu 2 a opět může zpětně přejít do stavu 1
2. Nevrané - plyn ze stavu 1 přejde do stavu 2 a nemůže se vrátit zpětně do stavu 1

**Vratné změny plynu:** přechod z jednoho stavu do druhého a zpět do výchozího stavu může proběhnout za různých termodynamických podmínek:

1. Za stálého tlaku – změna izobarická (p = konst.)
2. Za stálého objemu – změna izochorická (v = konst.)
3. Za stálé teploty – změna izotermická (T = konst.)
4. Za stálé entropie – změna adiabatická, izoentropická (s = konst, Q=0)
5. Obecná vratná změna – změna polytropická

**Izobarická změna – za stálého tlaku p1 = p2 = konst.**

Izobarickou změnou stavu je například ohřev nebo ochlazení plynu při jeho průtoku chladičem nebo ohřívačem. Pokud zanedbáme hydraulické odpory, je tlak na vstupu roven tlaku na výstupu z výměníku.

**Pro izobarickou změnu stavu platí Gay-Lussacův zákon p1 = p2 = konst.:**

$$\frac{v\_{2}}{v\_{1}}=\frac{T\_{2}}{T\_{1}}$$

Ve skutečnosti izobarickou změnou nahrazujeme všechny skutečné ohřevy a chlazení plynů v kontinuálně pracujících výměnících tepla.

V tlakovém diagramu jsou izobary přímky, kolmé k ose tlaku.

**Jednorázová práce má hodnotu:**

$$\left(a\right)\_{p}=p\left(v\_{2}-v\_{1}\right)$$

V diagramu p-v je jednorázová práce znázorněna svisle šrafovanou plochou. Při ohřevu je kladná, při chlazení záporná.

Technická práce při izobarické změně je nulová

**Izobarický ohřev**

vn

pn

p

(at)p =0

p1 = p2

2

T

2

1

p1 = p2

T2

T1

(a)p

T21

(q)p

Tn

T11

v1

O

s

O

v

1

s2

s1

v2

Rovnice izobary v souřadnicích T-s pro entropický diagram, při p1= p2 zní:

$$∆s=\left(s\_{2}-s\_{1}\right)\_{p}=2,3.c\_{p }.log\frac{T\_{2}}{T\_{1}}$$

Izobara v entropickém diagramu je logaritmická křivka, ve srovnání s izochorou má menší strmost.

Teplo při izobarické změně je znázorněno svisle šrafovanou plochou pod izobarou v T-s diagramu.

$$\left(q\right)\_{p}=i\_{2}-i\_{1 }= c\_{p}\left(T\_{2}-T\_{1}\right)$$

Teplo spotřebujeme celé na změnu entalpie plynu, při ohřevu je teplo kladné, při chlazení záporné.

**Izobarická změna**

**Pracovní list:**

Určete tepelný příkon pro ohřívač vzduchu, jestliže jím protéká za hodinu 90 kg vzduchu. Vzduch musíme ohřát z teploty t1 =15°C na teplotu t2 =23°C. Jak se změní objemový průtok vzduchu?

**p1 = p2**

Nejdříve je nutné převést zadané hodnoty na základní jednotky SI

1 hod = 60 s

t1 =15°C ≅ 288,15 K

t2 =23°C ≅ 296,15 K

Měrná tepelná kapacita za stálého tlaku cP= 1004 J.kg-1.K-1

Řešení:

Vypočítáme hmotnostní průtok mτ [kg.s-1]

$$m\_{τ}=\frac{m}{τ}=\frac{90}{60}=1,5 kg.s^{-1}$$

Vypočítáme tepelný tok- tepelný výkon Qτ [W]:

$$Q\_{τ}=m\_{τ}. c\_{p}\left(T\_{2}-T\_{1}\right)$$

$$Q\_{τ}=1,5. 1004\left(296,15-288,15\right)$$

$$Q\_{τ}=12048 W$$

Vypočítáme, o kolik se zvýší objemový průtok ohřátého vzduchu Vτ2 [m3.s-1]:

$$\frac{V\_{τ2}}{V\_{τ1}}=\frac{T\_{2}}{T\_{1}}$$

$$V\_{τ2}=V\_{τ1}.\frac{T\_{2}}{T\_{1}}=V\_{τ1}.\frac{296,15}{288,15}= V\_{τ1}.1,03$$

**Tepelný příkon ohřívače je 12,05 kW, objemový průtok vzduchu se zvětší o 3%.**

**Izobarická změna**

1. Při izobarické změně má nulovou hodnotu:
2. Jednorázová práce
3. Teplo
4. Technická práce
5. r –plynová konstanta je v jednotkách:
6. [J.kg.K-1]
7. [J.kg-1.K]
8. [J.kg-1.K-1]
9. Pro izobarický děj platí:
10. T1 = T2
11. p1 = p2
12. v1 =v2
13. V diagramu p-v jsou izobary přímky:
14. Kolmé k ose tlaku
15. Kolmé k ose objemu
16. Kolmé k ose teploty
17. Gay- Lussacův zákon zní:
18. $\frac{v\_{2}}{v\_{1}}=\frac{T\_{1}}{T\_{2}} $
19. $\frac{v\_{2}}{v\_{1}}=\frac{T\_{2}}{T\_{1}} $
20. $\frac{p\_{2}}{p\_{1}}=\frac{T\_{2}}{T\_{1}}$