**„ 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\_16 |
| **Název vzdělávacího materiálu** | První zákon termodynamiky, vnitřní energie, technická práce, entalpie |
| **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** | Vnitřní energie, technická práce, entalpie |
| **Způsob využití výukového materiálu ve výuce** | Výklad, 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“

**První zákon termodynamiky, vnitřní energie, technická práce, entalpie**

**Vnitřní energie U [J]** – energie systému, která je závislá na termodynamickém stavu. Pro zjednodušení můžeme nazývat vnitřní energii vnitřní tepelnou energií. Vnitřní energie není energie tíhová, tlaková ani pohybová energie systému (plynu), závisí pouze na termodynamickém stavu systému (plynu). Termodynamický stav může být určen např. tlakem a teplotou.

**První matematický tvar prvního zákona termodynamiky**

$$U\_{2}-U\_{1}=Q-A ∆U=Q-A$$

**U1 [J]** počáteční vnitřní energie

**U2 [J]** konečná vnitřní energie

**ΔU[J]** přírůstek vnitřní energie

**Q[J]** teplo do systému dodávané považujeme za kladné

**A[J]** dodávanou spotřebovanou energii považujeme za zápornou

**První zákon termodynamiky pro jeden kilogram plynu**

$$\frac{U\_{2}}{m}-\frac{U\_{1}}{m}=\frac{Q}{m}-\frac{A}{m} u\_{2}-u\_{1}=q-a $$

**u[J.kg-1]** měrná vnitřní energie

**q[J.kg-1]** jednotkové teplo

**a[J.kg-1]** jednotková práce

**Změna měrné vnitřní energie ideálního plynu mezi dvěma stavy:**

Vnitřní energie je stavovou veličinou, závisí jen na termodynamickém stavu. U ideálního plynu závisí jen na jeho teplotě.

$$∆u=u\_{2}-u\_{1}=c\_{v}\left(T\_{2}-T\_{1}\right)=c\_{v}\left(t\_{2}-t\_{1}\right) $$

V technických výpočtech počítáme jen s přírůstky vnitřní energie.

**Technická práce At** je stejně jako absolutní práce, prací tlakových sil. Je výslednou prací při jedné otáčce pístového stroje. Udává velikost práce, kterou musíme průběžně dodávat, nebo průběžně získávat v tepelných strojích.

**Druhý tvar prvního termodynamického zákona**

Tento tvar je vhodný pro termodynamické výpočty technických zařízení

p

komprese At<0

expanse At>0

p

2

1

p1

Matematické vyjádření:

$$p\_{1}.V\_{1}+A-p\_{2}.V\_{2}=A\_{t}$$

At

 P2 V2

**=**=p1 V1

**-** p1 V1

**+**

A

p1 V1

V1

V2

p2

O

V

O

V

1

2

Při kompresi je technická práce záporná A<0, při expanzi kladná A>0.

Pro jeden kilogram plynu platí:

$$p\_{1}.v\_{1}+a-p\_{2}.v\_{2}=a\_{t}$$

**Mechanický výkon stroje P** je technická práce určitého množství plynu At za určitý čas:

$$P=\frac{A\_{t}}{τ}=\frac{m.a\_{t}}{τ}= m\_{τ}.a\_{t }\left[W\right]$$

**Entalpie I** je součet vnitřní energie a tlakové energie.

$$I=U+p.V\left[J\right]$$

**Pro měrnou entalpii i platí:**

$$\frac{I}{m}=\frac{U}{m}+p.\frac{V}{m} i=u+p.v \left[J . kg^{-1}\right]$$

**Druhý matematický tvar prvního zákona termodynamiky vyjádřený pomocí entalpie:**

$$I\_{2}-I\_{1}=Q-A\_{t} ∆I=Q-A\_{t}$$

**I1 [J]** počáteční entalpie

**I2 [J]** konečná entalpie

**ΔI[J]** přírůstek entalpie

**Q[J]** teplo do systému dodávané považujeme za kladné

**At [J]** dodávaná technická práci

**Pro jeden kilogram plynu platí**

$$\frac{I\_{2}}{m}-\frac{I\_{1}}{m}=\frac{Q}{m}-\frac{A\_{t}}{m} i\_{2}-i\_{1}=q-a\_{t} \left[J.kg^{\\_1}\right]$$

Entalpie je stavovou veličinou a u ideálního plynu závisí podobně jako vnitřní energie jen na teplotě.

Mezi dvěma stavy plynu počítáme změnu entalpie z rovnice:

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

**První zákon termodynamiky, vnitřní energie, technická práce, entalpie**

1. Entalpie je součet:
2. Vnitřní a tepelné energie
3. Vnitřní a kinetické energie
4. Vnitřní a tlakové energie
5. Měrná entalpie je v jednotkách:
6. [J.kg]
7. [J.kg-1]
8. [J]
9. Vnitřní energie je u ideálních plynů závislá pouze na:
10. Tlaku
11. Teplotě
12. Objemu
13. Pro expanzi platí:
14. At>0
15. At=0
16. At<0
17. Technická práce nelze vyjádřit vztahem:
18. $A\_{t}=Q-∆U$
19. $A\_{t}=Q-∆$I
20. $A\_{t}=p\_{1}.V\_{1}+A-p\_{2}.V\_{2}$