**„ 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\_17 |
| **Název vzdělávacího materiálu** | Druhý zákon termodynamiky |
| **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 80-7361-011-6  VONDRÁČEK, 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** | Přímý tepelný oběh, obrácený tepelný oběh |
| **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“

**Druhý zákon termodynamiky**

**Druhý zákon termodynamiky** vyjadřuje odchylky tepla od ostatních forem energie.

Teplo nemůžeme celé přeměnit v ekvivalentní hodnotu mechanické práce a teplo samo o sobě nemůže přecházet z teploty nižší na vyšší.

**Přímý tepelný oběh** je oběh, při kterém z tepla získáme mechanickou práci. Přímé oběhy jsou principem funkce všech tepelných motorů – hnacích strojů.

S tímto principem přímého tepelného oběhu přímo souvisí **první** **znění druhého zákona termodynamiky – Thomsonovo - Planckovo:**

***Není možno sestrojit periodicky, trvale pracující tepelný stroj, který by nezpůsoboval žádné jiné změny, než že by produkoval práci odnímáním ekvivalentního množství tepla ze zdroje o stálé teplotě.***

**Schéma tepelné elektrárny**

Q1

Parní generátor

Směr průtoku páry

Napájecí čerpadlo

Parní turbína

A

kondenzátor

Q2

**Popis činnosti**

Napájecím čerpadlem dopravujeme čistou vodu do parního kotle.

V kotli přívodem tepla vyrábíme z vody vodní páru.

Páru vedeme do patní turbíny.

V parní turbíně pára expanduje, při expanzi získáme práci, turbínou poháníme elektrický generátor.

Páru vytékající z turbíny kondenzujeme a znovu vedeme do napájecího čerpadla.

V každém zařízení elektrárny probíhá termodynamický děj, při němž voda nebo pára mění svůj stav.

**Termodynamický děj (cyklus)** je souhrn změn stavů.

Q1 [J] teplo přivedené přitékající vodě

Q2 [J] teplo odebrané páře v kondenzátoru

Rozdíl těchto tepel se přeměňuje v tepelné elektrárně v užitečnou práci A- práci cyklu.

Páce cyklu A je dána rozdílem práce vykonané párou v turbíně a práce spotřebované v napájecím čerpadle.

**Tepelná účinnost oběhu ηt** je poměr práce během cyklu získané A k teplu během cyklu látce dodanému Q1.

Podle druhého zákona termodynamiky žádný tepelný cyklus nedosáhne tepelné účinnosti ηt=1. Tepelná účinnost jakéhokoli cyklu je vždy menší než jedna, jen část přivedeného tepla Q1  přeměníme v práci cyklu A.

**Obrácený tepelný oběh** je principem chladících zařízení

**Schéma obráceného tepelného oběhu – kompresorového chladícího zařízení**

Q2

kondenzátor

Směr průtoku chladiva

Škrtící ventil

At

kompresor

výparník

Q1

Chladivo obíhající zařízením se dodáním tepla Q1 ve výparníku vypařuje. Toto teplo odebíráme při nízké teplotě látkám, které chceme chladit.

Páry chladiva komprimujeme v kompresoru, na kompresi potřebujeme práci At.

Stlačené páry chladiva zkondenzujeme při teplotě okolí tím, že jim obvádíme teplo Q2 chladící vodou nebo vzduchem.

Oběh uzavíráme průtokem chladiva škrtícím ventilem do výparníku.

Pro „přečerpání“ určitého množství tepla Q1 z nižšíteploty na teplotu okolí spotřebujeme práci cyklu At danou prací kompresoru.

Do okolí předáme množství tepla Q2 jehož velikost odpovídá velikosti tepla Q1 zvětšeného o hodnotu práce At.

Obrácený tepelný oběh je základem funkce hnaných tepelných strojů.

**Druhé znění druhého zákona termodynamiky – Carnotovo – Clausiovo:**

***Teplo samo o sobě nemůže přecházet z teploty nižší na teplotu vyšší.***

**Chladící faktor εch**popisuje činnost obráceného oběhu:

Teoreticky může být hodnota chladicího systému libovolná, prakticky bývá při strojním chlazení větší než jedna.

**Entropie S**jetermodynamická veličina, která kromě množství tepla uvažuje i velikost teploty, při níž je toto teplo sdíleno. Dodáním tepla látce se entropie zvětšuje, odváděním tepla z látky se její entropie zmenšuje.

Množství tepla, které můžeme odvést ze dvou zdrojů tepla o různé teplotě, může být stejné, avšak zdroj tepla o vyšší teplotě poskytuje ve využití tepla větší možnosti, než zdroj tepla o nižší teplotě.

Změnu entropie můžeme vyjádřit jednoduše jen ve výjimečných případech, kdy se sdílením tepla teplota látky nemění. To se děje při izotermické kompresi nebo expanzi plynu a při změnách skupenství. Změna entropie je v těchto případech dána sděleným teplem, děleným absolutní teplotou, při které látka teplo obdržela.

**Měrná entropie** je entropie 1 kg látky:

**Entropie** je stejně jako vnitřní energie a entalpie stavovou veličinou, proto rozdíl její hodnoty mezi dvěma stavy závisí jen na hodnotách určujících tyto dva stavy.

Změna měrné entropie ideálního plynu, jestliže jsou oba stavy určeny **teplotou a tlakem:**

Změna měrné entropie ideálního plynu, jestliže jsou oba stavy určeny **teplotou a objemem:**

**Pro m kilogramů plynu platí:**

V technických výpočtech počítáme většinou s rozdíly entropie.

**Druhý zákon termodynamiky**

1. **Chladící faktor εch** může teoretickynabývat hodnot:
2. Větších než 1
3. Menších než 1
4. Libovolných
5. Jednotka měrné entropie je:
6. [J.kg.K-1]
7. [J.kg-1.K]
8. [J.kg-1.K-1]
9. Zařízení tepelných elektráren je:
10. Čerpadlo, parní generátor, parní turbína, kondenzátor
11. Čerpadlo, parní generátor, parní turbína, výparník
12. Čerpadlo, parní generátor, parní turbína, kompresor
13. Tepelná účinnost ηt je dána vztahem:
14. Druhé znění druhého zákona termodynamiky zní:
15. Energie sama o sobě nemůže přecházet z teploty vyšší na teplotu nižší
16. Teplo samo o sobě nemůže přecházet z teploty vyšší na teplotu nižší
17. Teplo samo o sobě nemůže přecházet z teploty nižší na teplotu vyšší