

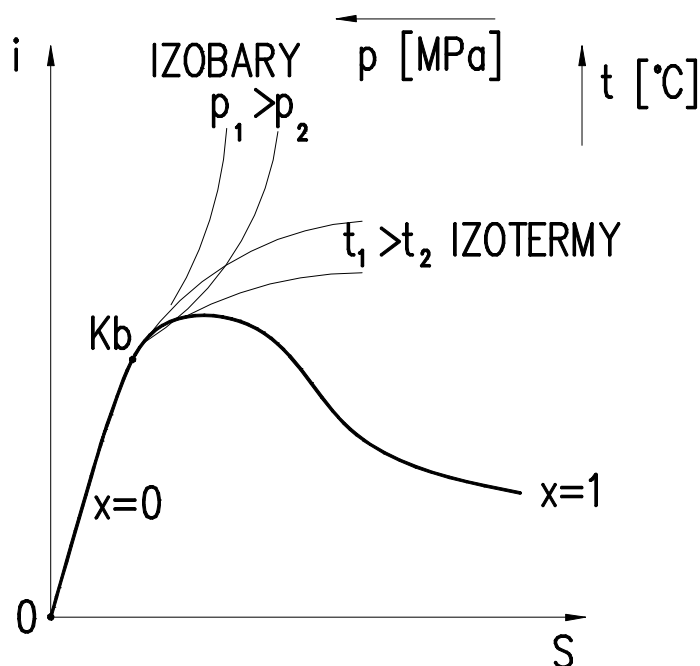
Název a adresa školy:	Střední škola průmyslová a umělecká, Opava, příspěvková organizace, Praskova 399/8, Opava, 746 01
Název operačního programu:	OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost, oblast podpory 1.5
Registrační číslo projektu:	CZ.1.07/1.5.00/34.0129
Název projektu	SŠPU Opava – učebna IT
Typ šablony klíčové aktivity:	III/2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT (20 vzdělávacích materiálů)
Název sady vzdělávacích materiálů:	MEC IIIb
Popis sady vzdělávacích materiálů:	Mechanika III – hydrodynamika a termomechanika, 3. ročník.
Sada číslo:	G-21
Pořadové číslo vzdělávacího materiálu:	17
Označení vzdělávacího materiálu: (pro záznam v třídní knize)	VY_32_INOVACE_G-21-17
Název vzdělávacího materiálu:	Škrčení vodní páry
Zhotoveno ve školním roce:	2011/2012
Jméno zhotovitele:	Ing. Iva Procházková

Škrčení vodní páry

V armaturách, regulačních ventilech, clonách ..., dochází při průchodu páry k termodynamickému ději, který nazýváme škrčení. Stejně jako u plynů škrčení vodní páry je změna, při které se nemění entalpie.

$$i_2 = i_1 = konst.$$

Diagram $i - s$:



Při škrcení se snižuje tlak, ale nezískáváme žádnou užitečnou práci ($w_t = 0$). Pro adiabatické škrcení $q = 0$ tedy platí:

$$i_2 - i_1 = konst \cdot$$

$$c_p \cdot (T_2 - T_1) = 0 \rightarrow T_2 = T_1$$

c_p – střední měrné teplo za stálého tlaku.

Při škrcení skutečných plynů a par však dochází ke snižování teploty. Přesto se mokrá pára vysušuje, suchá sytá pára se stává přehřátou. U přehřáté páry roste její přehřátí. Kapalina přechází do stavu mokré páry.

Jedná se o nevratnou změnu stavu.

Př.: Určete tepelný výkon Q_τ přehřívače vodní páry. Tlak páry $p = 10$ MPa, $t_{pp} = 500^\circ\text{C}$, hmotnostní průtok $Q_m = 200$ t/h. Určete střední měrné teplo.

$$Q_m = 200\,000 \text{ kg/h} = \frac{200\,000}{3600} = 55,6 \text{ kg/s}.$$

Ze strojnických tabulek str. 65 přehřátá pára: $i = H = 3372 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

Z tabulek: str. 67 sytá pára: $i'' = H'' = 2725 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$, $t'' = 310,96^\circ\text{C}$

Jen přehříváme: $w_t = 0 \rightarrow \Delta i = i - i'' = q - w_T = q$

$$Q_\tau = Q_m \cdot q = Q_m \cdot (i - i'') = 55,6 \cdot (3372000 - 2725000) \cong 36000000 \text{ W} \cong 36 \text{ MW}$$

c_{pps} – střední měrné teplo při konstantním tlaku.

$$\Delta i = i - i'' = c_{pps} \cdot (t - t'') \rightarrow c_{pps} = \frac{i - i''}{t - t''} = \frac{3372000 - 2725000}{500 - 310,96} = 3423 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$$

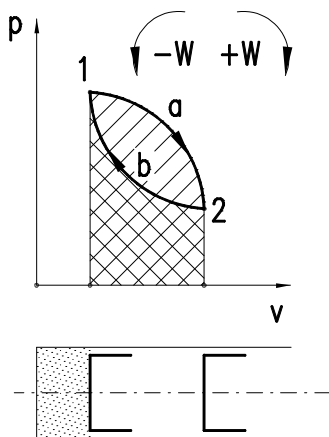
Tepelné oběhy

Při změnách stavu se teplo vzdušnin mění na mechanickou práci. Z hlediska praxe je požadavek, aby přeměna tepla na práci nebyla jen jednorázová, ale plynulá. Tento požadavek se dá splnit za

předpokladu, že se vzdušina bude vracet po řadě tepelných změn jinou cestou do původního stavu. Uzavřený sled změn tvoří tepelný cyklus, který je v tepelných diagramech znázorněn uzavřenou křivkou. Cykly, které se periodicky opakují s určitým množstvím měrné látky, označujeme jako uzavřené (např. pracovní cyklus kondenzační parní turbíny).

U většiny strojů (hlavně výfukových) přivádíme při každém cyklu novou vzdušninu se stejným počátečním stavem.

Tepelné změny stavu jsou u skutečných strojů složité. Abychom mohli matematicky porovnávat jednotlivé oběhy, nahrazujeme skutečný oběh oběhem ideálním, složeným z jednotlivých vratných změn stavů, které se skutečným změnám nejvíc přibližují.



V $p - V$ diagramu křivka $1-2^a$ znázorňuje expanzi. Plocha pod touto křivkou vyjadřuje **práci získanou expanzí**. Křivka $2-1^b$ znázorňuje kompresi vzdušiny do původního stavu. Plocha pod touto křivkou znázorňuje **práci spotřebovanou při kompresi**. Má-li se při tomto pracovním cyklu získat užitečná práce, musí být expanzní práce větší než práce kompresní. → Expanze musí probíhat při vyšších tlacích a teplotách než komprese. Abychom mohli posoudit dokonalost pracovních cyklů určitého pracovního stroje, zjišťujeme tzv. termickou (tepelnou) účinnost, která nám vyjadřuje, jakou část přivedeného tepla jsme využili k vykonání práce.

$$\eta_t = \frac{q}{q_p} = \frac{q_p - q_o}{q_p} = 1 - \frac{q_o}{q_p}$$

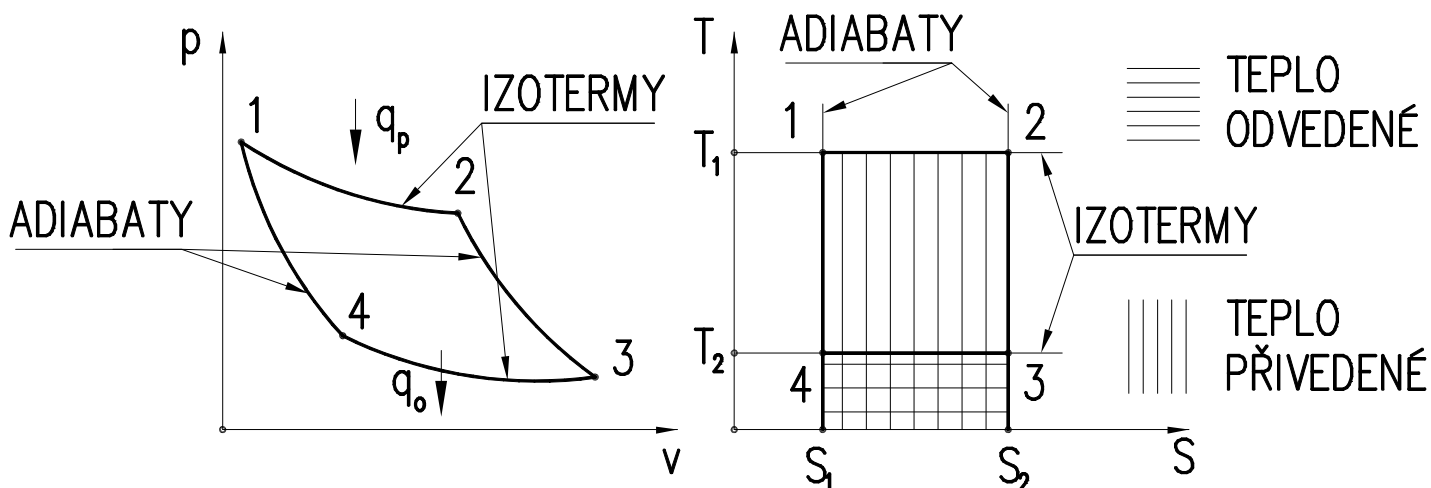
q_p – teplo přivedené v pracovním cyklu;

q_o – teplo odvedené;

q – teplo využité.

Carnotův oběh

Je to teoretický (prakticky neproveditelný) oběh, který je tvořen 2 změnami adiabatickými a 2 izotermickými.



- 1 – 2 izotermická expanze;
- 2 – 3 adiabatická expanze;
- 3 – 4 izotermická komprese;
- 4 – 1 adiabatická komprese.

Teplo přivezené v průběhu izotermické expanze je $T - s$ diagramu vyjádřeno plochou

$$1-2-s_2-s_1-1 = q_p = T_1 \cdot (s_2 - s_1)$$

Adiabatická expanze i komprese jsou změny stavu bez výměny tepla s okolím, proto v $T-s$ diagramu jsou vyjádřeny svislými úsečkami.

Při **izotermické kompresi** odvádíme teplo $q_o = 3-4-s_1-s_2-3 = T_2 \cdot (s_2 - s_1)$

Termická účinnost Carnetova oběhu:

$$\eta_t = 1 - \frac{q_o}{q_p} = 1 - \frac{T_2 \cdot (s_2 - s_1)}{T_1 \cdot (s_2 - s_1)} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Carnotův oběh je oběh, který dosahuje nejvyšší termické účinnosti mezi teplotami T_1 a T_2 .

Seznam použité literatury:

- MRŇÁK L. – DRDLA A.: *MECHANIKA – Pružnost a pevnost pro střední průmyslové školy strojnické.* Praha: SNTL, 1977.
- JULINA M., KOVÁŘ J., VENCLÍK V., *MECHANIKA II – Kinematika pro střední průmyslové školy strojnické,* Praha: SNTL, 1977.
- JULINA M., KOVÁŘ J., VENCLÍK V., *MECHANIKA III – Dynamika pro střední průmyslové školy strojnické,* Praha: SNTL, 1977.
- JULINA M., KOVÁŘ J., VENCLÍK V., *MECHANIKA IV – Mechanika tekutin a termomechanika pro střední průmyslové školy strojnické,* Praha: SNTL, 1977.
- TUREK, I., SKALA, O., HALUŠKA J.: *MECHANIKA – Sběrka úloh.* Praha: SNTL, 1982.
- LEINVEBER, J. – VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky.* 5. doplněné vydání. Praha: Albra, 2011. ISBN 80-7361-033-7.