

Regulace teploty páry

- Regulaci teploty páry jde provádět :
 - přerozdělením tepla v kotli např. recirkulací spalin nebo naklápěním hořáků
 - chlazením páry
 - vstříkem napájecí vody
 - vstříkem vlastního kondenzátu – systém Doležal
 - v povrchovém chladiči
 - užitím částečného obtoku páry kolem jednoho stupně přehříváku
- Vstříku napájecí vody se využívá také k regulaci teploty páry za jednotlivými stupni přehříváku

29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

1

Regulace teploty páry

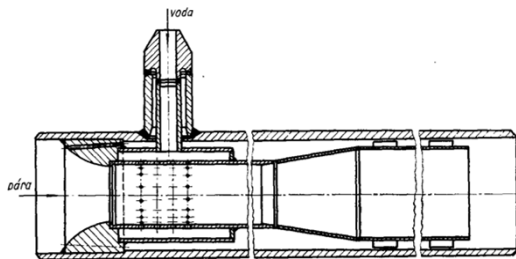
- První vstřík zavedený za první díl přehříváku může být využit jako obtok výparníku, čímž lze částečně přerozdělit velikost výkonu potřebného pro odpaření vody a přehřívání páry.
- Při výpočtu vstříkové regulace teploty přehřáté páry se zadává
 - množství tepla odebrané z páry při regulaci $\Delta t_r = 60 + 85 \text{ kJ/kg}$
 - množství vody na vstřík $M_v = (0,06 + 0,08) M_{pp}$
- Regulace přehřáté páry se provádí
 - bifluxem (povrchový chladič převádějící teplo z přehřáté do přehřáté páry)
 - částečným obtokem páry, kolem prvního dílu přehříváku
 - vstříkem

29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

2

Vstříkový chladič páry



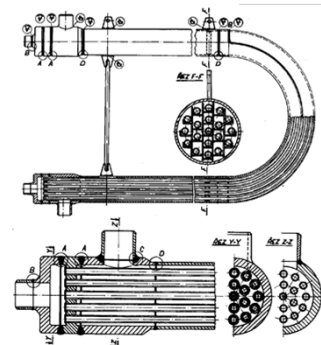
29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

3

Biflux

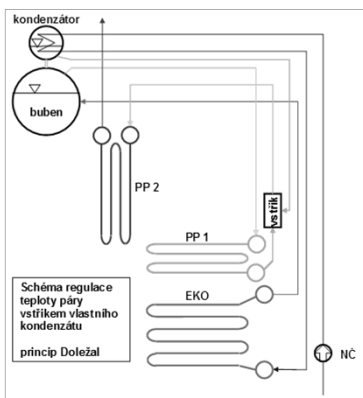
- provedení
 - trubka v trubce
 - soustava vlásenek
- ostrá pára uvnitř, přehřívána pára vně
- zavěšením bifluxu do proudu spalin vzniká triflux



29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

4

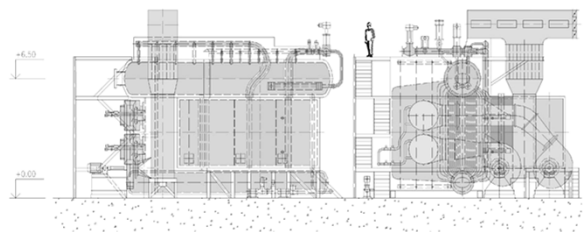


29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

5

Regulace teploty páry chladičem



29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

6

OHŘÍVÁK VODY

Příčiny vzniku ohříváků vody

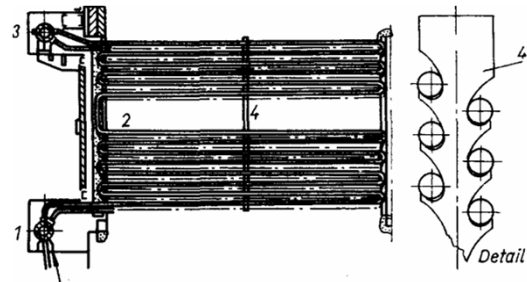
- snaha zvýšit účinnost kotle snížením teplot spalin odcházejících do komína
- Dvě provedení
 - ohřev vody končí pod mezi sytosti = ohřívák vody v čistém slova smyslu,
 - začíná odpařování vody = odpařovací ekonomizér.
- Zvyšování teploty napájecí vody před kotlem snižuje možnost ochlazení spalin v ohříváku vody.
- Jejich ochlazení je nutné dokončit v ohříváku spalovacího vzduchu
- EKO je levnou teplosměnnou plochou.
- U bubnových kotlů
 - je výhodnější vodu předehřívát na teplotu blízkou bodu varu
 - velký ohřívák vody přispívá k vyrovnání charakteristiky přehříváku, neboť kompenzuje sálavou charakteristiku výparníku.

29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

7

Konstrukční provedení a umístění EKA



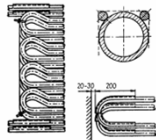
29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

8

Konstrukční provedení a umístění EKA

- **Uspořádání trubek ve svazku se volí**
 - vystřídání
 - zajišťuje intenzivnější přestup tepla
 - lepší vyplnění prostoru, který vychází u ekonomizéru značný.
 - za sebou
 - v případě spalin s vysokou koncentrací popílku obsahujícího tvrdé minerály (křemičitany apod.)
 - několik prvních řad evt. ohybů se opatruje speciálními chrániči
- používají se hladké bezešvé trubky průměru 28 + 38 mm,
- tloušťka stěny se určí
 - pevnostním výpočtem
 - přídavky na abrazi popílkem
- rozteče trubek jsou většinou určeny
 - způsobem uchycení hadů ve svazku
 - technologií ohybání trubek.



29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

9

Konstrukční provedení a umístění EKA

- Pohyb vody v eku se volí zdola nahoru
- Rychlost vody
 - má být větší než 0,3 m/s
 - u odpařovacích ekonomizérů větší než 1 m/s
- Odpařovací ekonomizéry se používají u nízkotlakých kotlů
 - suchost x mokré páry může být 0,1 až 0,15.
- Rychlost spalin
 - při spalování tuhých paliv menší než 10 m/s s ohledem na abrazi popílkem,
 - u olejových a plynových kotlů velkých výkonů dosahuje až 20 m/s.
- Ohřívák vody může být
 - jednodílný.
 - dvoudílný.
- to závisí na
 - požadovaném ohřátí vody,
 - typu ohříváku vzduchu
 - požadovaném ohřátí spalovacího vzduchu,
 - dalších faktorech

29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

10

Ochrana EKA proti abrazi



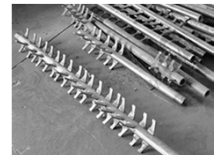
29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

11

Závěsy

- konvekční plochy velkých kotlů se zavěšují na nosnou konstrukci kotle
- provedení závěsů
 - nechlazené – do teploty spalin 450 °C
 - chlazené
- chlazený závěs
 - tvořený trubkou s navařenými oporami pro trubky svazku
 - zapojen do systému
 - EKA
 - 1. přehříváku páry
 - průměr trubek odpovídá průměru trubek použitých na hlavní svazek
 - průměr trubky závěsu určuje minimální příčnou rozteč trubek ve svazku
 - tepelný výkon závěsů je třeba započítat do výkonu příslušné plochy (EKA, PP1)

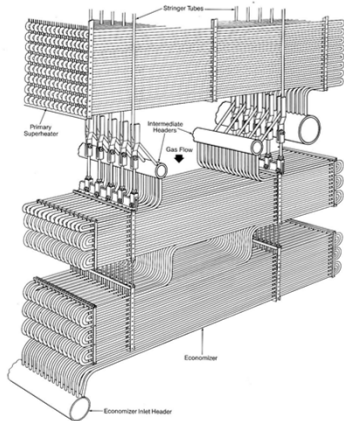


29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

12

Závěsy



29.11.2019

OHŘÍVÁKY VZDUCHU

Význam ohřívání spalovacího vzduchu

- Vzduch ohříváme proto, abychom
 - zlepšili, resp. urychlili sušení tuhých paliv jak pro spalování na roštu, tak v prostoru,
 - zmenšili kominovou ztrátu,
 - zlepšili průběh vzněcování paliva i vlastního vyhoření,
 - zvýšili spalovací teplotu v ohništi a celou teplotní úroveň v kotli.
- Vlhká tuhá paliva, spalovaná na rošttech, se suší buď
 - v předsušecích šachtách
 - přímo na roštu,
- Uhlí spalované ve formě uhebného prášku se suší při mletí přímo ve mlýně
- Horkým vzduchem lze vysušit paliva s maximálním obsahem vody do 30 %
- Zmenšení kominové ztráty je dáno tím, že zařazením ohříváku vzduchu za ohřívák vody lze dosáhnout snížení teploty spalin až na hodnotu, která je přípustná z hlediska nízkoteplotních korozií.
- Horkým vzduchem se urychluje termická příprava paliva, takže rychleji dosáhne zápalné teploty a teplota nechlazeného plamene stoupne zhruba o polovinu teploty spalovacího vzduchu.

29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

14

Volba teploty ohřívání vzduchu a odváděných spalin

- Teplota, na kterou ohříváme vzduch, je dána
 - požadavky spalovacího zařízení
 - materiálovými možnostmi
 - zřetelem na cenové optimum.
- Podle typu spalovacího zařízení a paliva volíme
 - u roštů teplotu vzduchu 150 až 200 °C, maximálně 250 °C.
 - u práškových ohnišť granulačních volíme
 - při sušení uhlí spalninami teplotu ohřátí vzduchu 250 až 350 °C
 - při sušení vzduchem 350 až 400 °C.
 - u výtavných a cyklonových ohnišť je obvyklá teplota ohřátého vzduchu 400 °C i více.

29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

15

Maximální teoreticky možné ohřátí spalovacího vzduchu

- Jednostupňovým ohřevem lze dosáhnout ohřátí vzduchu jen na určitou maximální teplotu.
- Je-li požadovaná teplota spalovacího vzduchu vyšší, musíme ohřívák vzduchu rozdělit na dva díly, mezi něž zařadíme ohřívák vody.
- Maximální teoreticky možné ohřátí spalovacího vzduchu V_v [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$] v jednom dílu ohříváku je dáno vztahem

$$t_{\max} = \frac{t_{sk} - \Delta t_{\min} - \varphi_v \cdot t_{vz}}{1 - \varphi_v}$$

$$\varphi_v = V_v c_v / V_s c_s$$

29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

16

Maximální teoreticky možné ohřátí spalovacího vzduchu

$V_v c_v / V_s c_s = \varphi_v = 0,7$				
		teoretický	trubkový OVZ	Ljungstroem
t_{sk}	°C	155	155	155
t_{vz}	°C	50	50	40
Δt_{\min}	°C	0	45	25
t_{\max}	°C	400	250	317

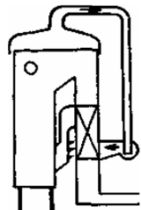
29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

17

Konstrukční provedení OVZ

- Teploty spalin, odváděných z kotle jsou dány
 - rosným bodem spalin
 - typem ohříváku vzduchu
 - vstupní teplotou ohřívání vzduchu
 - požadavky na provozní a investiční náklady
 - bývají dnes 120 až 200 °C
- vstupní teplotou ohřívání vzduchu se záměrně zvětšuje
 - recirkulací teplého vzduchu do sání vzduchového ventilátoru
 - předehříváním vzduchu parními kalorifery
 - vzduch se nasává šachtou od stropu kotelniny

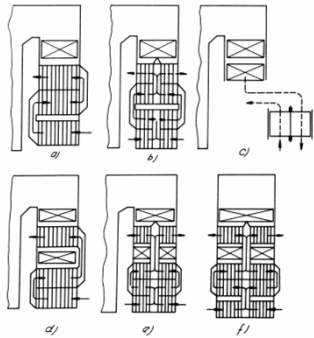


29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

18

Projekční uspořádání OVZ



29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

19

Typy OVZ

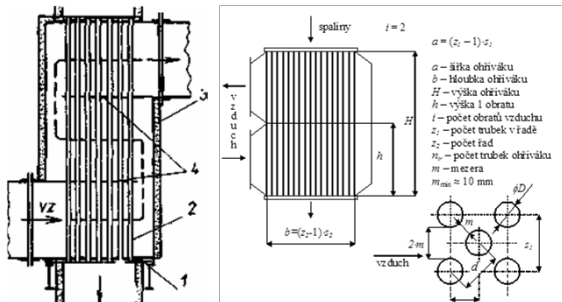
- Podle způsobu přenosu tepla rozlišujeme ohříváky vzduchu na
 - rekuperační – teplo prochází stěnou, která trvale odděluje obě prostředí
 - regenerační – teplo se přenáší prostřednictvím zvláštního členu, který je střídavě ohříván proudem spalin a ochlazován proudem vzduchu, přičemž působí jako akumulátor tepla
- Rekuperační ohříváky
 - jsou těsné
 - mají větší hmotnost
 - vyžadují větší prostor na jednotku výhřevné plochy
 - jsou citlivé na zanášení.
- U regeneračních OVZ je tomu naopak
- Typy rekuperační ohříváky jsou
 - trubkový,
 - deskových,
 - litinový
- Regenerační ohříváky bývají hlavně rotační, typu Ljungström.
- Deskové a litinové ohříváky se dnes již nepoužívají

29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

20

Trubkový OVZ

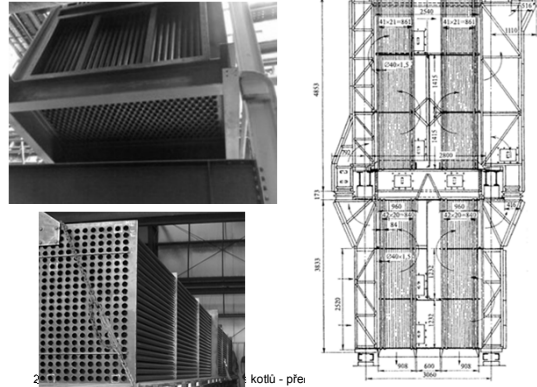


29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

21

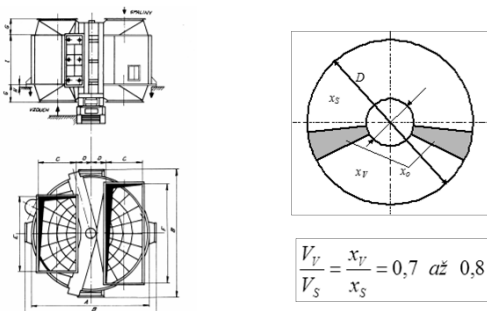
Trubkový OVZ



29.11.2019

Stavba kotlů - pře

Ljungströmův regenerační rotační ohřívák

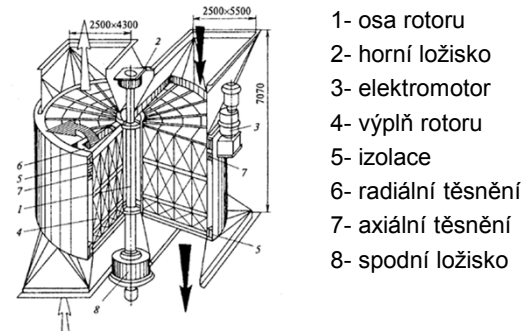


29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

23

Ljungströmův regenerační rotační ohřívák



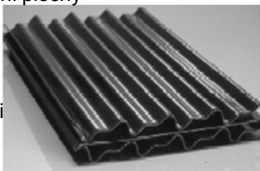
29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

24

Konstrukce ohříváku vzduchu Ljungström

- Akumulační hmota je vytvořena z velkého počtu tenkých profilovaných plechů uložených ve 2 až 3 vrstvách v rotoru
- Síla plechu bývá 0,6 - 1,2 mm
- Rotor ohříváku je tuhé svařované konstrukce kruhového tvaru a je rozdělen do několika sektorů, do kterých jsou vloženy akumulací plochy
- Utěsnění rotoru je provedeno pevnými kovovými ucpávkami upevněnými radiálně a axiálně na konstrukci mezi jednotlivými sektory.



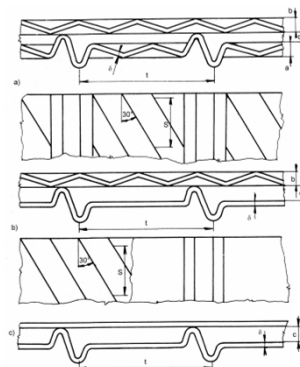
29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

25

Schéma výplně pro regenerační OVZ

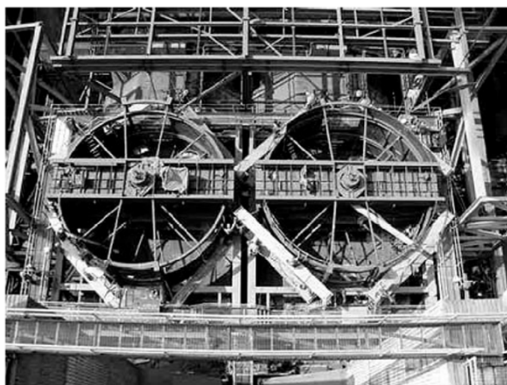
- a – z intenzifikačních a vlnitých distančních plechů
- b – z vlnitých distančních plechů
- c – z hladkých distančních plechů



29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

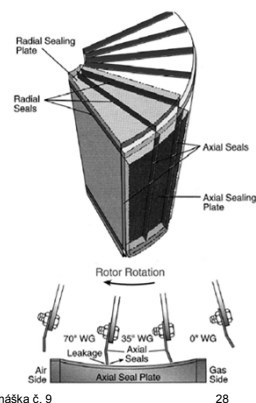
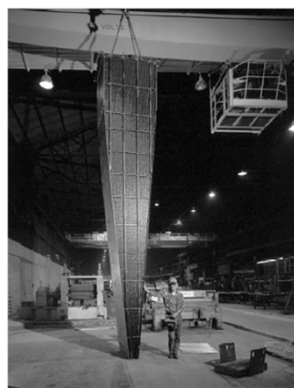
26



29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

27



29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

28

Zlepšení funkce ohříváků vzduchu

- Provozní potíže ohříváků vzduchu jsou způsobeny hlavně
 - zanášením
 - roste tlaková ztráta
 - u rekuperačních ohříváků klesá tepelný výkon;
 - poklesem teploty stěny pod teplotu rosného bodu - dochází ke korozi
 - netěsnosti
- Zmenšení korozi lze dosáhnout
 - volbou materiálu
 - zvýšením teploty stěny nad rosný bod
 - u ohříváků Ljungström se používá pro tzv. studený konec
 - větší tloušťky plechů
 - volí plechy z korozivzdorného materiálu
 - plechy smaltují.
- Zvýšení teploty stěny lze dosáhnout i vhodnou volbou konstrukčního řešení, resp. přestupních součinitelů.

29.11.2019

Stavba kotlů - přednáška č. 9

29