

TYPY KOTLŮ, JEJICH DĚLENÍ PODLE VYBRANÝCH HLEDISEK

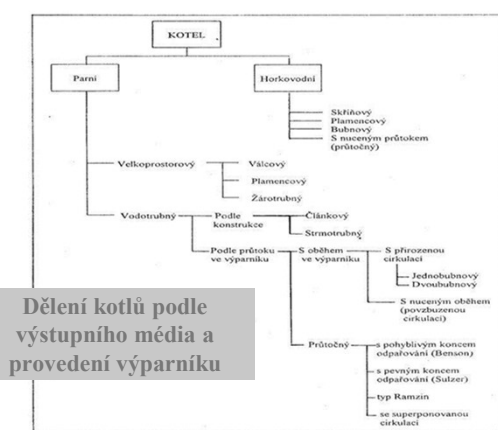
1

Typy kotlů

dělení z hlediska:

- druhu spalovaného paliva, způsobu jeho spalování a druhu ohniště
- pracovního média
- charakteru proudění pracovního média – systémy
 - velkoprostorové
 - cirkulační
 - průtočné
- podle konstrukčního uspořádání

2



3

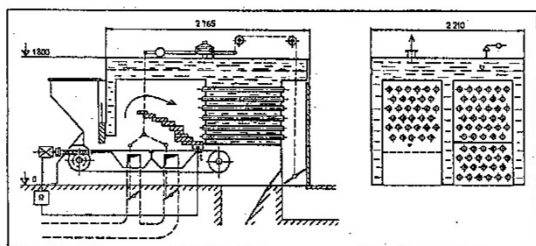
Kotel horkovodní

- Skříňový – na tuhá paliva s roštovým ohništěm. Plamencový žádrotrubný - dnes jen pro spalování plynu a oleje
- Bubnový – v provedení jako vodotrubný kotel je podobné konstrukce jako parní kotel
- S nuceným průtokem (průtočný) - na spalování oleje nebo plynu ve věžovém nebo dvoutahovém provedení. Staví se pro největší výkony

4

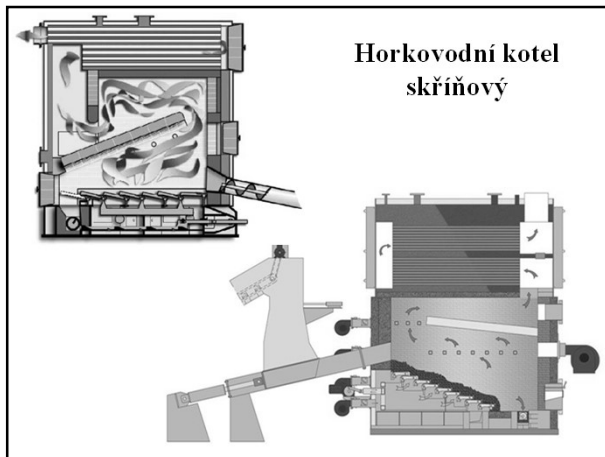
Horkovodní kotel skříňový

- Ohniště je uspořádáno přímo v tělese kotle
- Spaliny proudí do komína přes žárové trubky (uspořádané např. ve 3 tazích)
- Používá se pro menší výkony a tlaky.

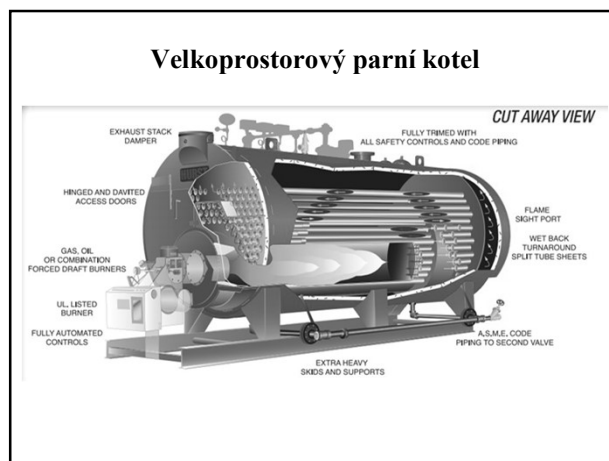
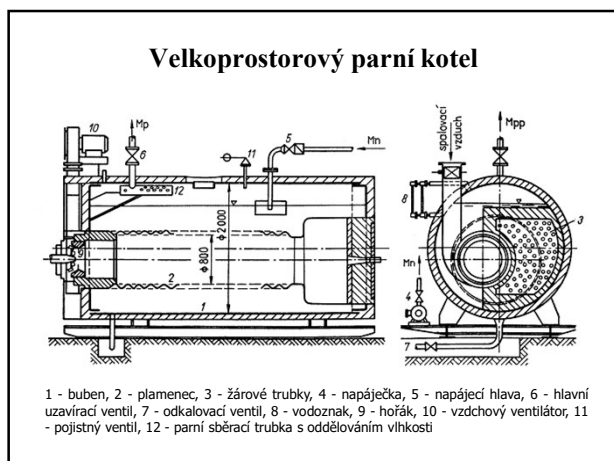
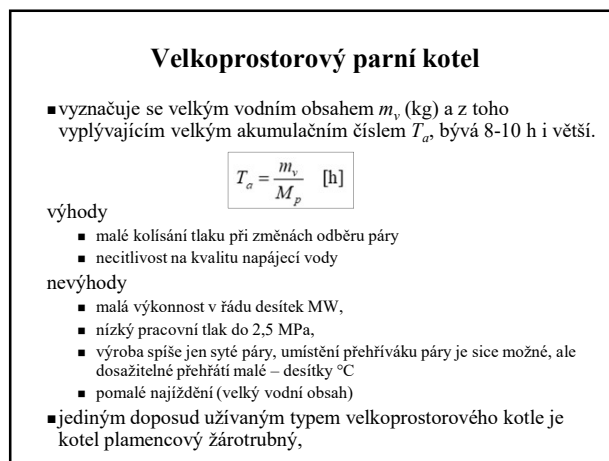
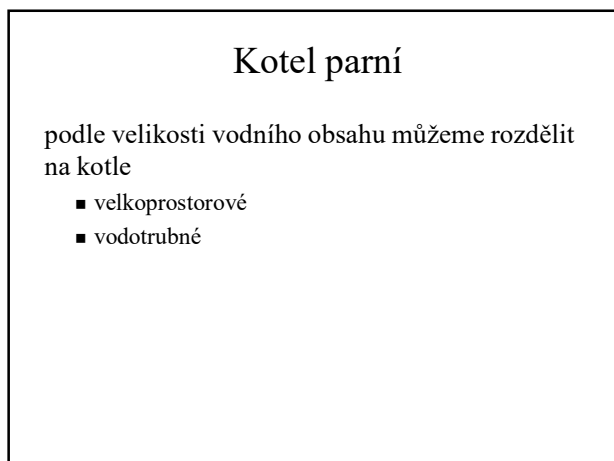
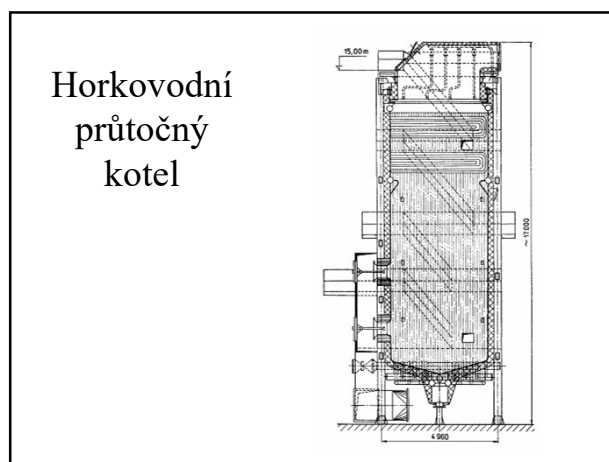
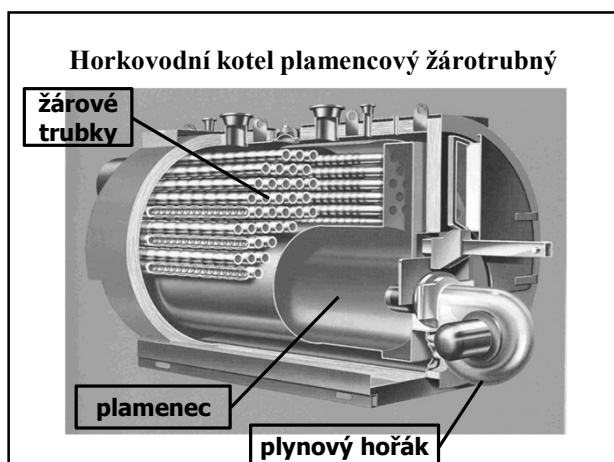


5

Horkovodní kotel skříňový

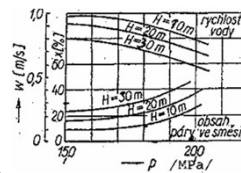
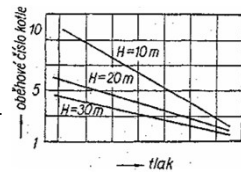


6



Nevýhody přirozené cirkulace

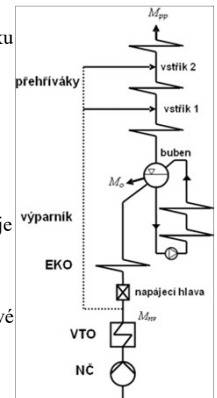
- Nízký užitečný vztlak vyžaduje minimalizaci tlakových ztrát celého systému – použití svislých přímých trubek většího průměru (60 mm)
 - S rostoucím tlakem a s rostoucí výškou se zvyšuje obsah páry x ve směsi a snižuje se rychlost vody (oběhové číslo).
 - S rostoucím tlakem vyráběné páry se zmenšuje rozdíl hustoty vody a syté páry - oběhové číslo výparníku se snižuje.
 - Čím je větší výška výparníku (pokud výparník tvoří stěny ohniště) (tím je cirkulační číslo menší. S rostoucí výškou výparníku roste jeho parní výkonnost (suchost x) rychleji než rychlost vody (hmotnostní průtok) na vstupu do varnice.
- ↓
- Použití výparníku s přirozeným oběhem je omezeno tlakem.
 - Za provozně ověřený tlak při spolehlivé funkci výparníku se považuje tlak kolem 14,0 MPa.



19

Kotle s nuceným oběhem (povzbuzenou cirkulací)

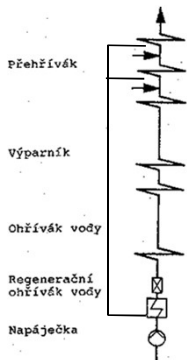
- Nucený oběh, který je vyvolán oběhovým čerpadlem, zajišťuje stabilní funkci výparníku i v oblasti vyšších tlaků (do 18 MPa)
- Schéma se výrazně neodlišuje od kotle s přirozenou cirkulací
 - ohřívák napájecí vody je rovněž připojen k bubnu
 - do varnice vstupuje voda z bubnu o stavu sytosti
- Rozdíl je v zařazení oběhového čerpadla v zavodňovacím potrubí výparníku (dopravní přetlak kolem 0,3 až 0,6 MPa), které zajišťuje dostatečný průtok pro spolehlivý provoz výparníku
- Výparník s nuceným oběhem může být proveden z trubek menšího průměru (oběhové čerpadlo pokryje větší tlakové ztráty) – je lehčí a levnější, může mít menší výšku
- Pro tyto kotle používá název La Mont



20

Kotle průtočné

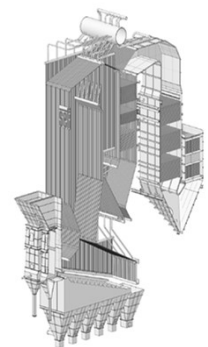
- Ohřev vody na bod varu, odpaření vody a přehřátí vyrobené páry je v principu soustředěno do „jedné“ trubky, do které se na vstupu přivádí napájecí voda a z výstupu se odvádí přehřátá pára
- Průtočný systém nemá bubnu a jednotlivé části tlakového systému navzájem na sebe navazují (nemají žádný společný prvek).
- Obecně u průtočného systému není pevný začátek a konec odpařování – poloha výparníku v kotli se mění v závislosti na výkonu, změně teploty napájecí vody, struskování stěn ohniště apod.
- Rozdíl proti cirkulačnímu výparníku je
 - ve stavu vody na vstupu do výparníku – voda musí být bezpečně pod mezi sytosti
 - ve stavu páry vstupující do přehříváku, s níž se vzhledem k vyšší rychlosti proudění směsi ve varnici strhává i vodní mlha.
- Rozdíl je i ve způsobu regulace kotle – odpadá regulace hladiny v bubnu a kotel se reguluje tak, že se trvale udržuje stálý poměr mezi průtokem vody napájené do kotle a tepelným výkonem ohniště.



21

Výhody bubnových kotlů

- mohou pracovat s napájecí vodou horší kvality při dodržení kvality páry
- mají velký vodní obsah => vyšší akumulaci schopnost je předurčuje k průmyslovým aplikacím
- nízká tlaková ztráta => nižší příkon napáječky
- univerzální použití – teplárny, elektrárny, průmyslové energetické centrály



Nevýhody bubnových kotlů

- tlakové a výkonové omezení
- těžší a dražší konstrukce
- menší provozní pružnost
- pomalejší najíždění

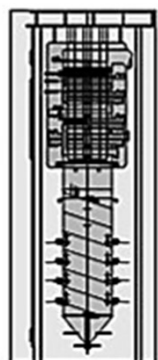
22

Výhody průtočných kotlů

- odpadá parní bubnu
 - levnější řešení
 - provozně pružnější
- použitelné pro velmi vysoký a nadkritický tlak

Nevýhody průtočných kotlů

- velká tlaková ztráta výparníku (1,0 – 1,6 MPa) vynucená zajištěním stabilního vyrovnaného průtoku ve všech varnicích při nízkém výkonu kotle
- složitější regulace
- menší akumulace ve výparníku – citlivost na rychlé změny odběru páry
- složitější najíždění – nutný separátor vlhkosti na konci výparníku
- vyšší nároky na kvalitu vody – demineralizace
- uplatnění v podstatě pouze v elektrárnách



23

Výrobní teplo a množství paliva

- výrobní teplo vody resp. páry = tepelný výkon kotle
- výrobní teplo vyjadřuje množství tepla potřebné pro výrobu požadovaného množství vody resp. páry s definovanými parametry z vody napájecí.
- teplo se získává ochlazením spalin, které vznikají při spalování paliva.
- tepelný výkon kotle Q_v , a jeho tepelný příkon v palivu Q_p je svázán účinností kotle

$$\eta_k = \frac{Q_v}{Q_p}$$

- základní energetická bilance kotle je

$$Q_v = \eta_k \cdot Q_p = \eta_k \cdot M_{pv} \cdot Q_i$$

24

Výrobní teplo a množství paliva

Výrobní teplo (tepelný výkon) horkovodního kotle

$$Q_v = M_w \cdot c_p \cdot (t_{w2} - t_{w1}) = M_w \cdot (i_{w2} - i_{w1}) \quad (MW)$$

M_w [kg/s] je průtok vody kotlem,
 c_p [kJ/kgK] je měrná tepelná kapacita vody,
 $t_{w1,2}$ [°C] je teplota vody vstupní resp. výstupní
 $i_{w1,2}$ [kJ/kg] je entalpie vody vstupní resp. výstupní

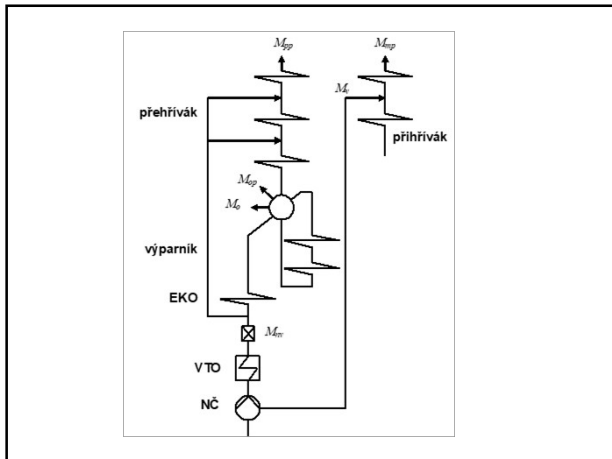
25

Výrobní teplo (tepelný výkon) parního kotle

$$Q_v = M_{pp} \cdot (i_{pp} - i_{nv}) + (M_{mp} - M_v) \cdot (i_{mp2} - i_{mp1}) + M_v \cdot (i_{mp2} - i_v) + M_o \cdot (i'_w - i_{nv}) + M_{op} \cdot (i''_p - i_{nv}) \quad (MW)$$

M_{pp} [kg/s] je průtok ostré páry resp. parní výkon kotle,
 M_{mp} [kg/s] je průtok přehřáté páry,
 M_v [kg/s] je množství vstříkované vody do přehřáté páry,
 M_o [kg/s] je množství odluhované vody z bubnu,
 M_{op} [kg/s] je množství odebrané syté páry,
 i_{pp} [kJ/kg] je entalpie přehřáté páry,
 i_{nv} [kJ/kg] je entalpie napájecí vody, a
 $i_{mp2, mp1}$ [kJ/kg] jsou výstupní a vstupní entalpie přehřáté páry,
 i_v [kJ/kg] je entalpie vody vstříkované do přehřáté páry, a
 i'_w, i''_w [kJ/kg] jsou entalpie syté vody a páry při tlaku v bubnu.

26



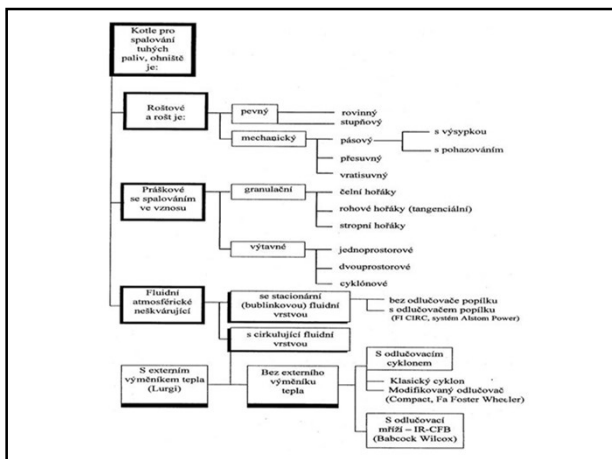
27

Dělení kotlů podle druhu spalovaného paliva, způsobu jeho spalování a druhu ohniště

Podle druhu spalovaného paliva rozdělujeme kotle pro spalování :

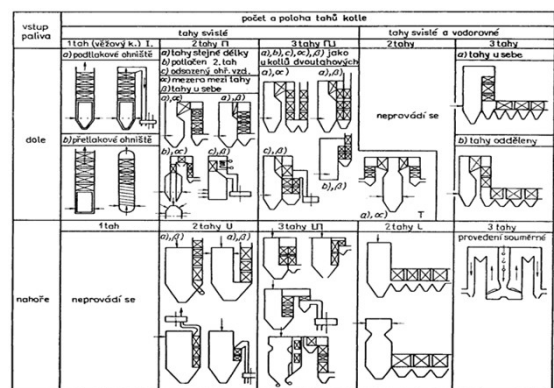
- tuhých paliv
- plyných paliv
- kapalných paliv
- alternativních, „zvláštních“ paliv a biomasy

28

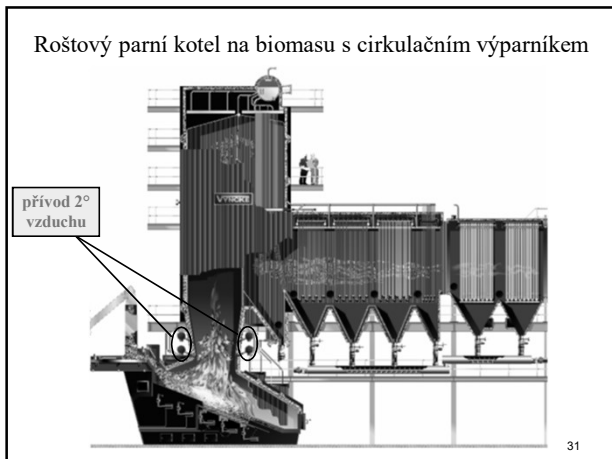


29

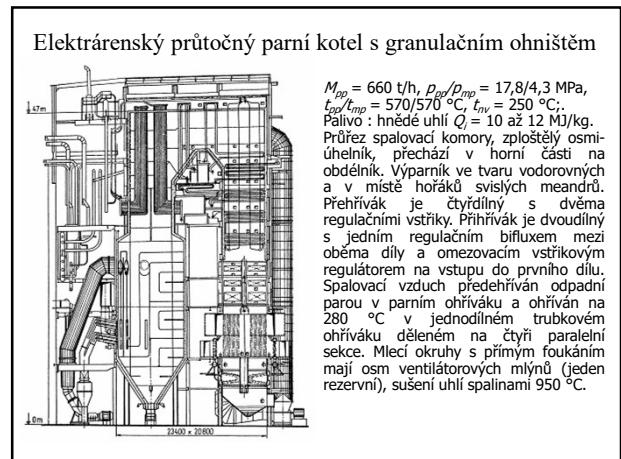
Dělení kotlů podle uspořádání a počtu tahů kotle



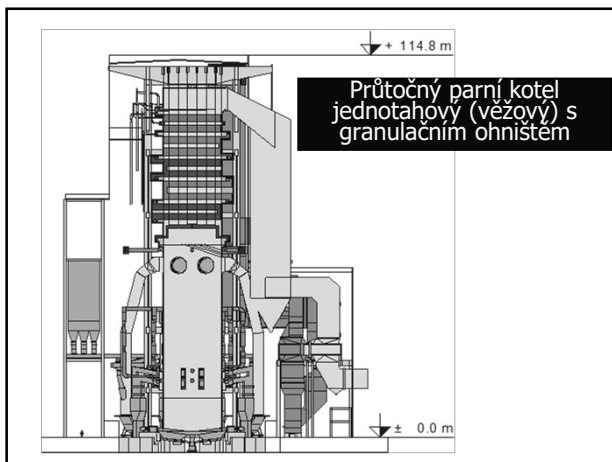
30



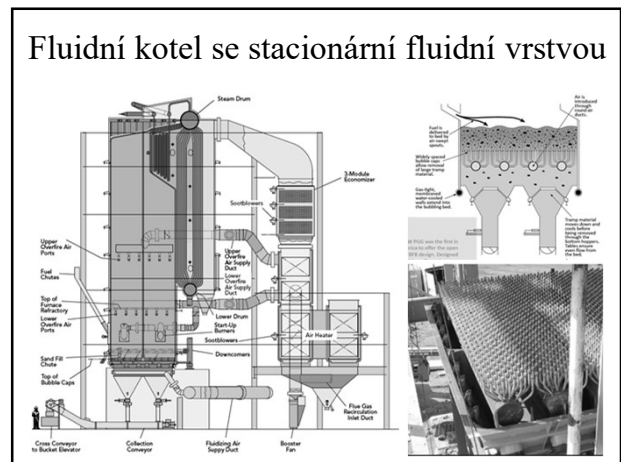
31



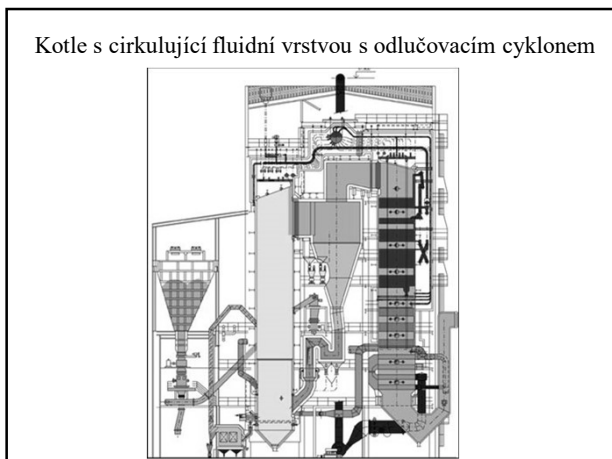
32



33



34



35