

Spalování plynu

Zemní plyn se dnes u nás využívá

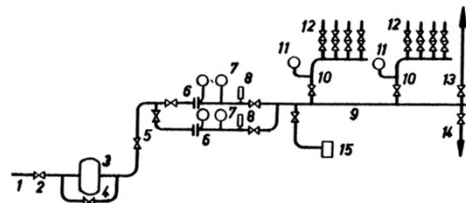
- pro výrobu tepla v lokálních a malých centrálních zdrojích
- pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla v decentralizovaných zdrojích
- pro výrobu elektřiny v paroplynových elektrárnách
- jako najížděcí palivo u velkých zdrojů na tuhá paliva

S rostoucí cenou emisních povolenek se stále častěji uvažuje o náhradě uhlí plynem u středních a velkých energetických zdrojů

Zařízení pro spalování plynu

- Z hlediska návrhu spalovacího zařízení, jeho palivového hospodářství i provozu je spalování plynu nejméně náročné
- Palivového hospodářství větších kotelen tvoří dvě hlavní části:
 - regulační a měřicí stanice
 - hořáková plynová řada

Schéma regulační a měřicí stanice plynu



- 1 - hlavní plynovod, 2 - hlavní šoupátko, 3 - odlučovač cizích předmětů, 4 - obtok, 5 - regulátor tlaku, 6 - plynoměr, 7 - tlakoměr, 8 - teploměr, 9 - hlavní potrubní řád, 10 - odbočky ke kotlům, 11 - tlakoměr se snímaním nastaveného maxima a minima, 12 - přívody k hořákům, 13 - profukovací potrubí (do atmosféry), 14 - odvodňovací potrubí, 15 - vzorkovač plynu

Regulační a měřicí stanice plynu

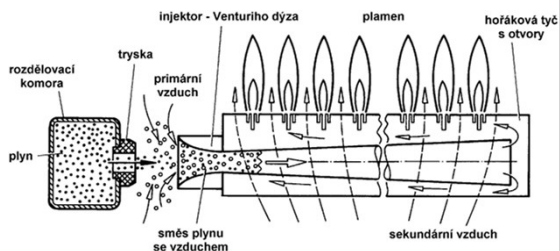


Hořáky na spalování plynu

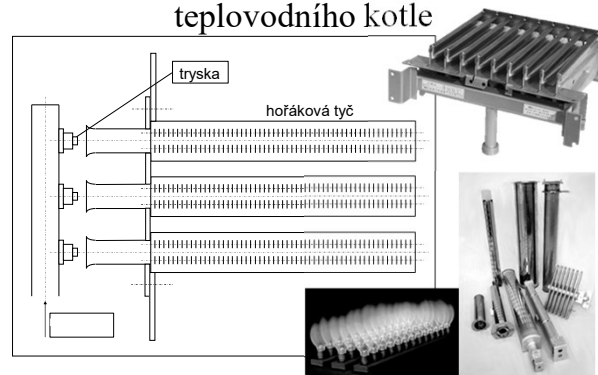
Existuje celá řada kritérií pro jejich dělení, nejdůležitější jsou :

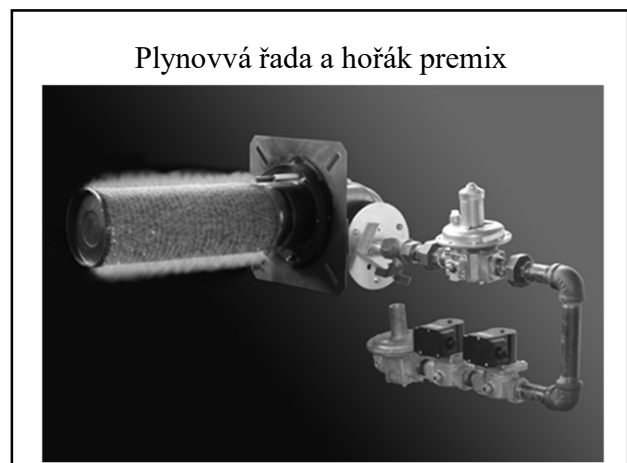
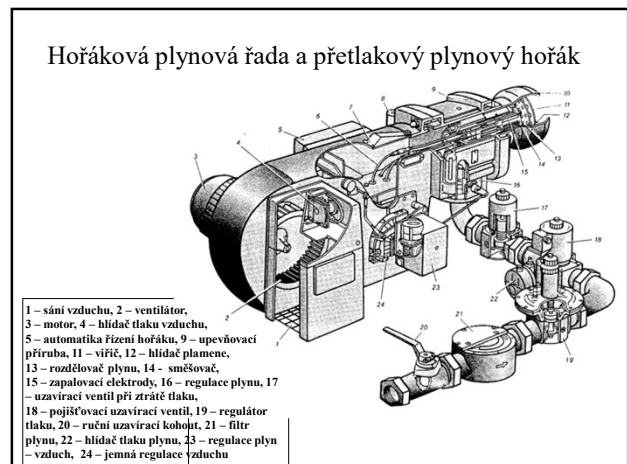
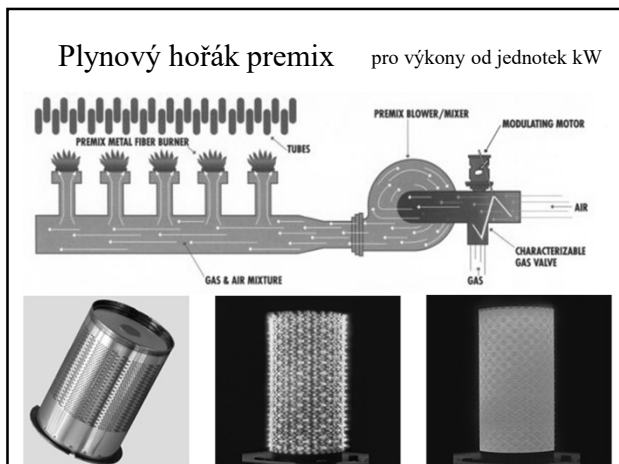
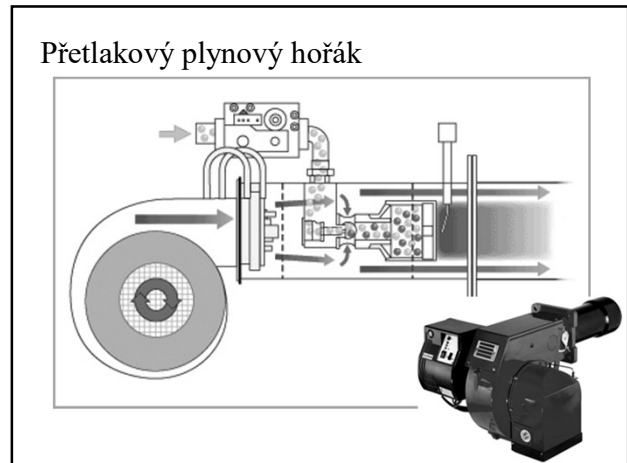
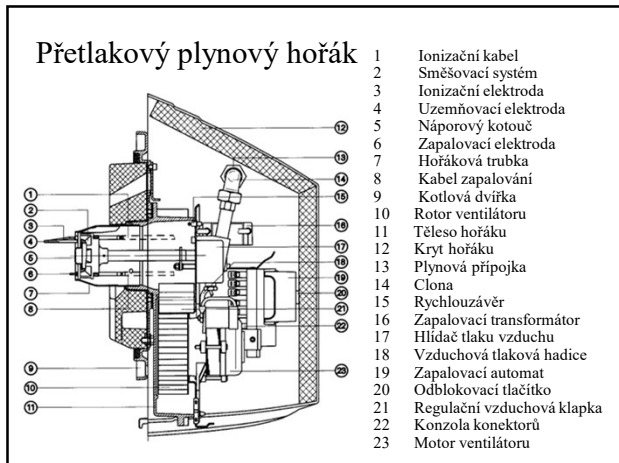
- podle druhu spalovaného plynu:
 - hořáky na zemní plyn
 - hořáky na zkapalněný plyn
 - univerzální plynové hořáky
- podle způsobu přívodu vzduchu:
 - atmosférické hořáky
 - přetlakové hořáky
- podle tlaku plynu:
 - nízkotlaké hořáky s přetlakem plynného paliva do 5 kPa
 - středotlaké hořáky s přetlakem plynného paliva 5 až 400 kPa
 - vysokotlaké hořáky s přetlakem plynného paliva nad 400 kPa
- podle stupně automatizace provozu:
 - hořáky ovládané ručně
 - poloautomatické hořáky
 - plně automatické hořáky

Atmosférický ejektorový plynový hořák



Skupinový atmosférický hořák teplovodního kotle





Typy plynových kotlů

■ Teplovodní plynové kotle

Pracovním médiem je voda (nebo roztok nemrznoucí kapaliny), která se v kotli ohřívá na pracovní teplotu maximálně 115 °C. Pracovní přetlak je stanoven výrobcem, u nižších výkonů bývá do 0,25 MPa, u vyšších až 0,6 MPa. Vyrábějí se ve výkonech od 8 do 3500 kW (výjimečně i vyšší). Určeny jsou normou ČSN 07 0240.

■ Horkovodní plynové kotle

Slouží k výrobě horké vody o teplotě přes 115 °C při přetlaku nad 0,17 MPa. Vyrábějí se v širokém výkonovém pásmu od 1 do stovek MW a v rozsahu tlaku vody na výstupu z kotle od 0,9 do 7,0 MPa. Typy a základní parametry jsou určeny normou ČSN 07 0021.

Typy plynových kotlů

■ Nízkotlaké parní plynové kotle

Jsou určeny k výrobě vodní páry, obvykle syté, s pracovním přetlakem nejvýše 70 kPa. Vyrábějí se ve výkonech od 100 do 2400 kW. Určeny jsou normou ČSN 07 0240.

■ Parní plynové kotle

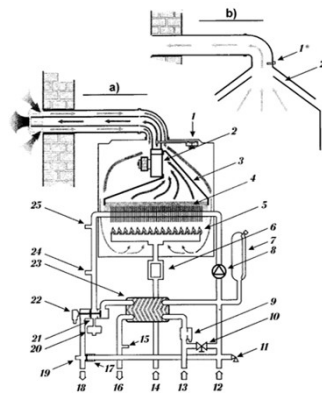
Typy a základní parametry určuje norma ČSN 07 0020 v závislosti na typu kotle, a provozních parametrech (přetlaku páry a teplotě přehřáté popř. přihřáté páry). Parní výkon se pohybuje od 0,16 do stovek t/h s přetlakem páry od 0,9 do 25 MPa a s teplotou páry od 210 do 565 °C.

Plynové závěsné kotle pro vytápění

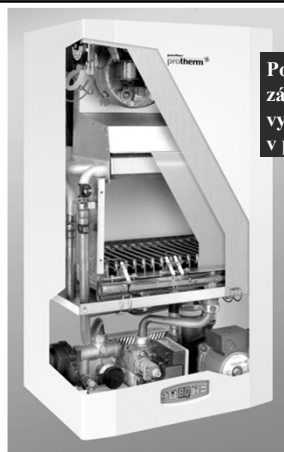
Jsou dvě základní provedení :

- **provedení B** – s přívodem spalovacího vzduchu z prostředí kotelny a odvodem spalin do vnějšího prostředí kouřovodem, komínem s **přerušovačem tahu**
- **provedení C1** – tzv. TURBO kotle s uzavřenou spalovací komorou, s přívodem spalovacího vzduchu z vnějšího prostředí přes stěnu budovy a odvodem spalin nuceně stejným způsobem, obvykle koncentrickou trubkou, kde proudí vnitřní trubkou spaliny ven do atmosféry a jejich koncentrickým mezikružím se spotřebiči přivádí spalovací vzduch.

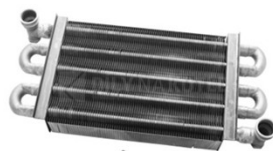
Schéma závěsného pl. kotle



- 1 Manostat
- 1* Systém kontroly tahu (SKKT)
- 2 Ventilátor
- 2* Přerušovač tahu
- 3 Sběrač spalin
- 4 Výměník
- 5 Hořák
- 6 Plynový ventil
- 7 Expanzní nádoba
- 8 erpadlo
- 9 Snímač průtoku TUV
- 10 Dopouštěcí ventil
- 11 Pojistný ventil
- 12 Vstup otopné vody
- 13 Vstup TUV
- 14 Vstup plynu
- 15 Čidlo teploty TUV
- 16 Výstup TUV
- 17 Automatický by-pass
- 18 Výstup otopné vody
- 19 Připojení vypouštěcího ventilu
- 20 Tlakový snímač
- 21 Čestný ventil
- 22 Pohon ventilu
- 23 Deskový výměník TUV
- 24 Snímač teploty otopné vody
- 25 Havarijní termostat



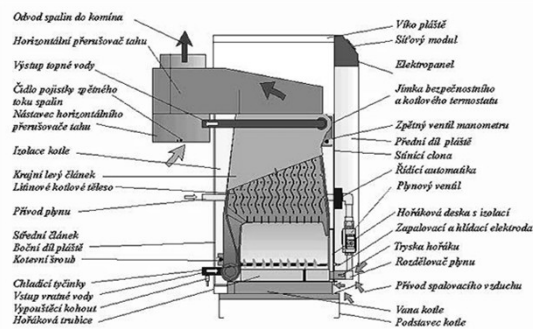
Pohled na vnitřní uspořádání závěsného plynového kotle pro vytápění a výrobu TUV v provedení C1 TURBO

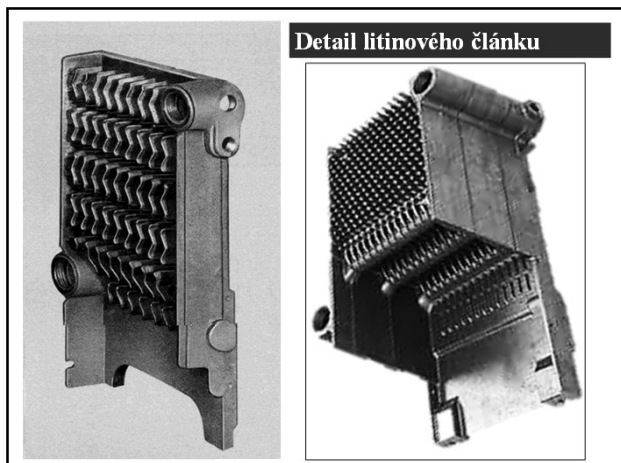


spalinový výměník

Plynové stacionární litinové kotle s atmosférickým hořákem o výkonu 10 do 300 kW

Schéma plynového stacionárního kotle (Viadrus G100L)





Výhody litinových kotlů

- velká provozní spolehlivost a dlouhá životnost daná malým sklonem ke korozi
- dobrá přizpůsobivost velikosti výkonu individuálním potřebám volbu počtu článků

Nevýhody litinových kotlů

- vyšší hmotnost (omezuje výkon) a cena
- litina má menší pevnost a je křehká
 - omezení pracovní teploty a tlaku
 - nízká odolnost proti teplotním šokům – nutno volit nižší tepelné zatížení materiálu

Dnes mají litinové kotle uplatnění zejména v nejnižší výkonové kategorii spalování tuhých paliv

Ocelové kotle

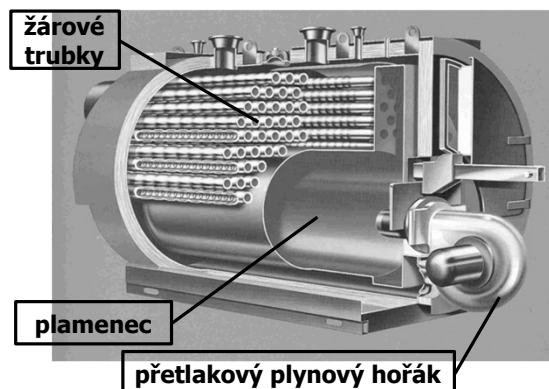
- vyrobené svařováním z různě tvarovaných ocelových prvků
 - trubky
 - rovinné desky
 - skroužené plechy

Výhodou je

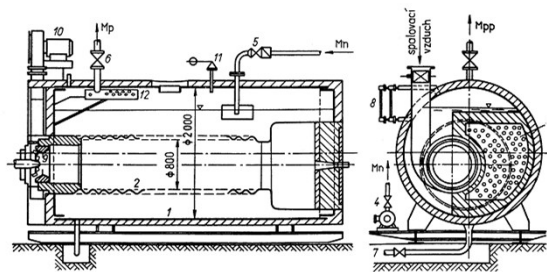
- snazší tvarování topeniště i vodních prostor
- možnost vyššího tepelného zatížení výhřevných ploch
- prakticky neomezená velikost výkonu a pracovní teploty a tlaku
- nižší cena

Nevýhodou je kratší životnost v důsledku koroze

Ocelový horkovodní kotel plamencový žárotrubný

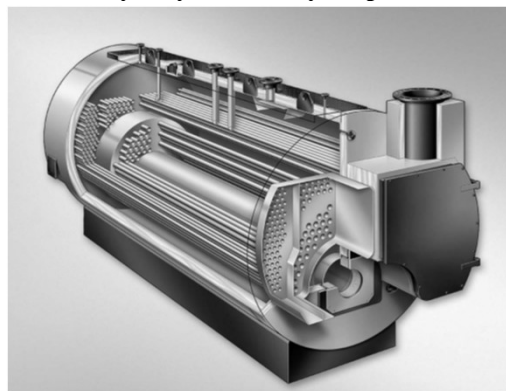


Plynový kotel na sytou páru

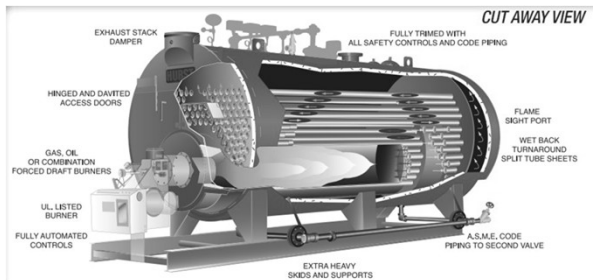


- 1 - buben, 2 - plamenec, 3 - žárové trubky, 4 - napáječka, 5 - napájecí hlava, 6 - hlavní uzavírací ventil, 7 - odkalovací ventil, 8 - vodoznak, 9 - hořák, 10 - vřzdechový ventilátor, 11 - pojistný ventil, 12 - parní sběrací trubka s oddělováním vlhkosti

Plynový kotel na sytou páru

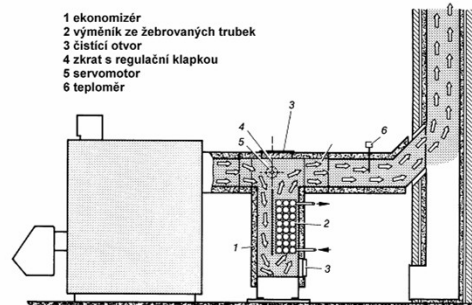


Plynový kotel na sytou páru

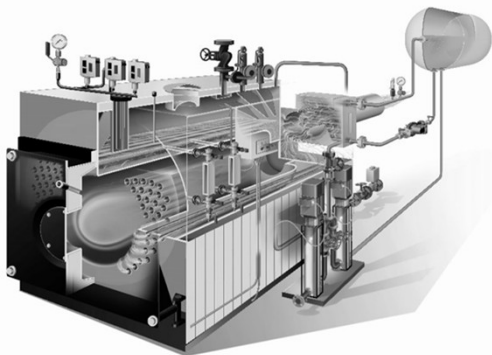


zapojení žárových trubek do 3 tahů

Připojení ekonomizéru k parnímu kotli



Připojení ekonomizéru ke kotli



Plynové kondenzační kotle

- Celkové teplo obsažené ve spalinách je tvořeno
 - citelným teplem – získává se ochlazením spalin

$$P = c_p \cdot m_s \cdot \Delta T \quad (\text{kW})$$

- latentním (taktéž skupenským) teplem vodní páry – získává se kondenzací vodní páry ze spalin

$$P = l \cdot m_k \quad (\text{kW})$$

- Podmínkou pro získání latentního tepla ze spalin je jejich ochlazení pod teplotu rosného bodu spalin (TRB)
 - TRB = teplota, kdy jsou spaliny zcela nasycené vodní parou, při dalším ochlazení dochází k její kondenzaci a uvolnění latentního tepla
 - TRB klesá
 - s klesajícím obsahem (objemovým podílem) vodní páry ve spalinách
 - s rostoucím přebytkem vzduchu

28

Plynové kondenzační kotle

Princip činnosti

- u klasických a nízkoteplotních kotlů se latentní kondenzační teplo vodní páry nevyužívá
- ochlazením spalin pod teplotu rosného bodu nastává kondenzace vodní páry
- při kondenzaci se získává skupenské teplo, které lze využít
- stupeň kondenzace je úměrný podchlazení spalin pod teplotu rosného bodu

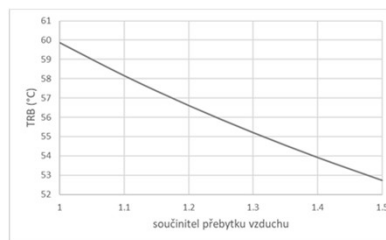


29

Plynové kondenzační kotle

- TRB se určí jako teplota sytosti pro parciální tlak vodní páry ve spalinách

$$p_p = \frac{O_{H_2O}}{O_{SV}} \cdot p_c = \frac{O_{H_2O}^S + (\alpha - 1)O_{H_2O}^V}{O_{SVmin} + (\alpha - 1)O_{VVmin}} \cdot p_c = p''_{H_2O}$$

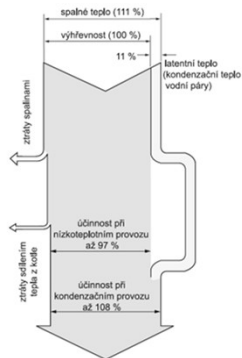


30

Plynové kondenzační kotle

Energetická bilance

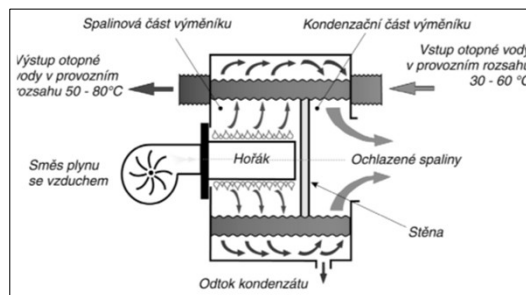
- příkon kotle a tedy i účinnost se vyjadřuje z výhřevnosti paliva
- výhřevnost nezahrnuje kondenzační teplo vodní páry
- kondenzací lze část latentního tepla získat => účinnost kotle může vyjít větší než 100 %



31

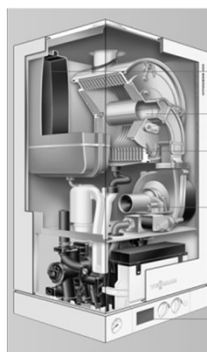
Plynové kondenzační kotle

Schéma



32

Plynové kondenzační kotle



Závěsný kondenzační kotel s výkonem 9 – 26 kW

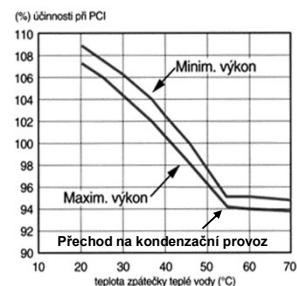
- Integrovaná membránová expanzní nádoba
- Modulovaný sálavý válcový hořák Matrix
- Topné plochy Inox-Radial z nerezavějící ušlechtilé oceli – pro vysokou provozní bezpečnost při dlouhé životnosti a velký topný výkon na minimálním prostoru
- Ventilátor spalovacího vzduchu s řízením otáček – pro tichý a úsporný provoz
- Regulace řízená podle teploty v místnosti a ekvitermně

33

Plynové kondenzační kotle

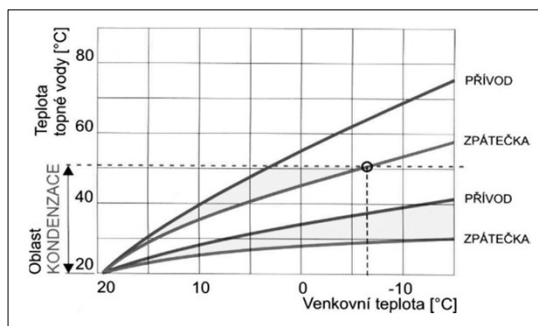
Podmínky provozu

- teoretická teplota rosného bodu spalin < 60 °C => teplota zpátečky musí být nižší
- připojení kondenzačního kotle na topný systém 90/60 přinese jen velmi omezený efekt
- nutný přechod na nízkoteplotní vytápění



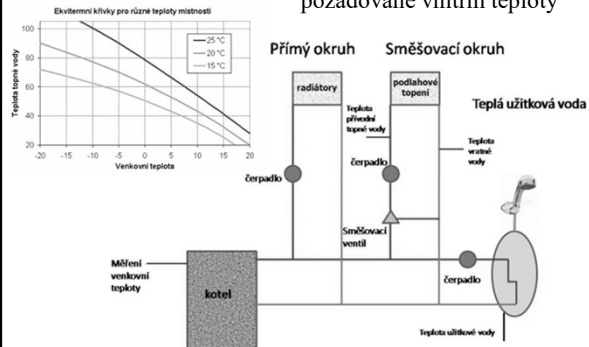
34

Vliv teploty topné vody na kondenzační režim



Princi ekvitermní regulace

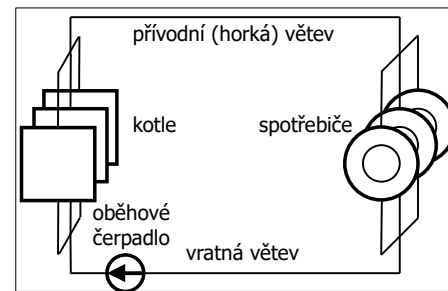
teplota topné vody se nastaví dle venkovní teploty a požadované vnitřní teploty



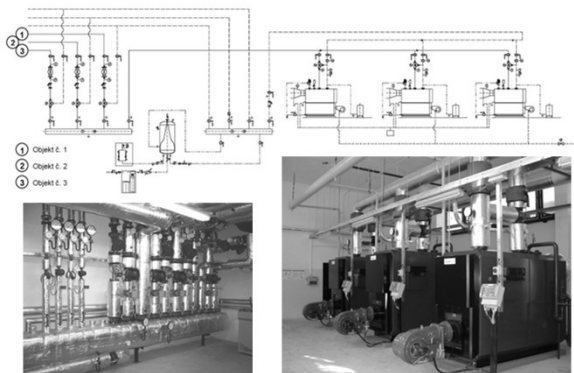
Kotle pro výtopny v CZT

- **výtopna** = centrální zdroj, který dodává pouze teplo ve formě horké vody nebo páry (obvykle syté)
- podle zásobované sféry se výtopny dělí na
 - bytově-komunální – dominuje dodávka tepla v horké vodě
 - průmyslové – dodávka tepla v syté či mírně přehřáté páře
- široký výkonový rozsah - jednotky kW až desítky MW
- paliva
 - zemní plyn – dnes dominuje
 - biomasa
 - uhlí – na ústupu
 - LPG, TOEL – omezeně

Schéma horkovodní výtopny



Plynová horkovodní výtopna



Spalovací zařízení na tuhá paliva pro lokální otopné systémy a výtopny

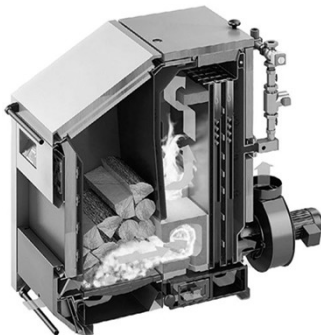
v kotlích nejmenších výkonů se tuhá paliva spalují prakticky výlučně na roštu ve stacionární vrstvě

Rošty mohou být

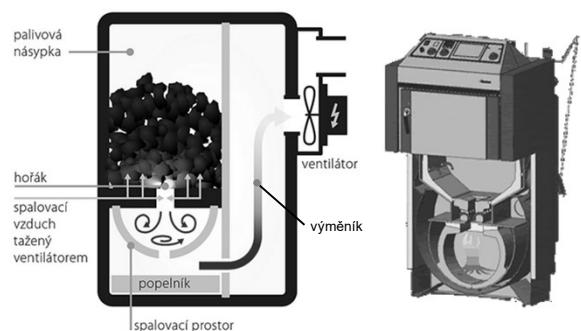
- pevné - odvod popela se řeší prohrabováním
- pohyblivé - mechanické
 - válcové
 - podsuvné

Speciálním případem spalování tuhých paliv je jejich zplyňování.

Malé zdroje RUČNÍ PŘIKLÁDÁNÍ

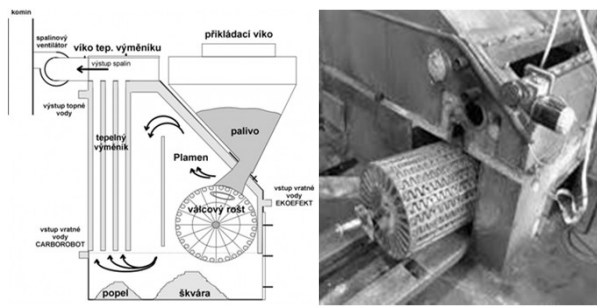


Malé zdroje ZPLYŇOVACÍ KOTLE



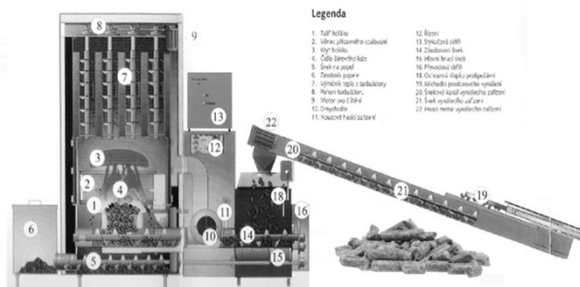
Malé zdroje SAMOČINNÉ PŘÍKLÁDÁNÍ

- kotel s válcovým roštem

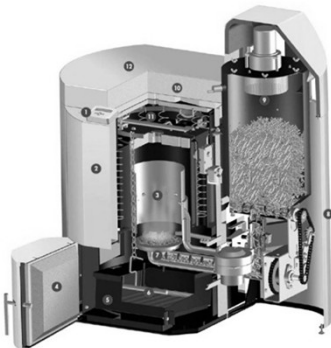


Malé zdroje SAMOČINNÉ PŘÍKLÁDÁNÍ

- vyžaduje rozměrově unifikované palivo - pelety

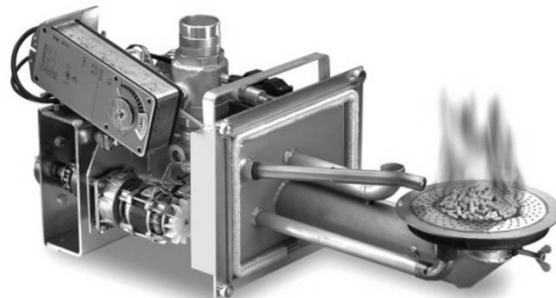


Kotle na pelety 15 až 100 kW automatizované příkládání i provoz



1. ovládací a indikační jednotka s displejem
2. mikroprocesor řízeného spalovacího automatu
3. spalovací komora z vysoce legované oceli
4. dvířka spalovacího prostoru
5. popelník
6. volitelná technologie pro stlačování popela
7. spalování se spodním přívodem s retortou z nerezové oceli
8. opláštění kotle
9. odhlučňený zásobník se sací turbínou
10. tepelná izolace kotle
11. čističí mechanizace
12. opláštění kotle

Retortový hořák na pelety



Kotle na pelety 15 až 100 kW

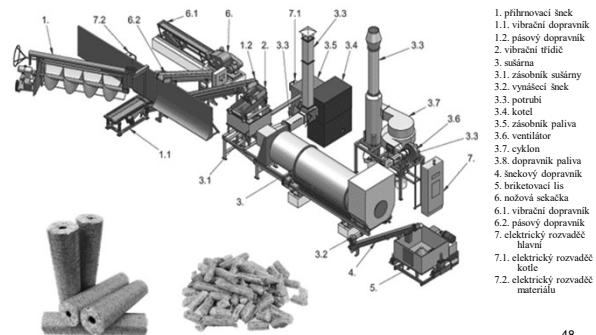
Výhody

- velmi vysoká účinnost 85 až 92 %
- automatizovaný bezobslužný provoz
- příkládání s periodou několika desítek hodin
- možnost napojení kotle na pokojový termostat
- kvalitní spalování s dobrou regulací výkonu

Nevýhody

- drahé palivo

Briketovací a peletovací linka



Spalovací zařízení na tuhá paliva

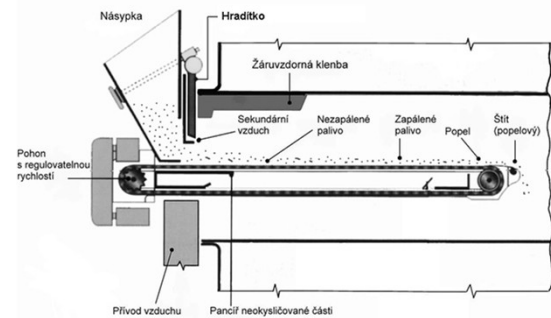
ve vytopenských kotlích vyšších a středních výkonů se tuhé palivo spaluje na roštu

- ve stacionární vrstvě
- ve fluidní vrstvě

Rošty mohou být

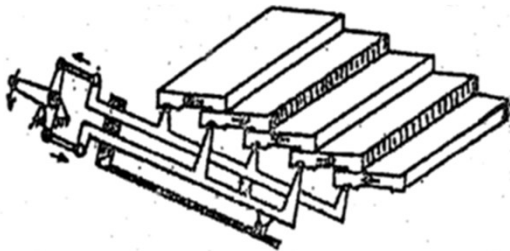
- pohyblivé - mechanické
 - pásové
 - přesuvné
 - podsuvné
- fluidní

Pásový rošt

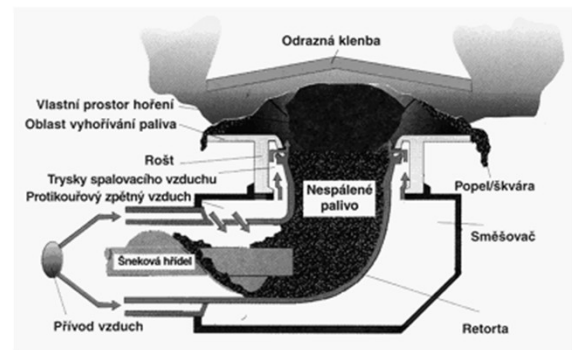


Přesuvný rošt

- stupňový rošt, jehož plocha je složena z úzkých roštnic srovnaných do řad
- sudé a liché řady jsou protiběžně horizontálně poháněné
- pohybem roštnicových stupňů se dosáhne pozvolného sesouvání paliva

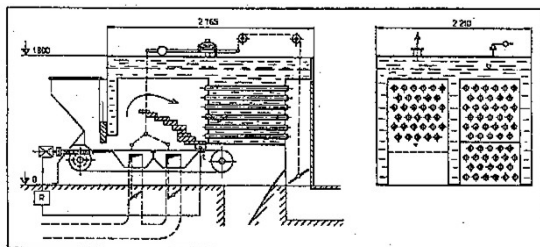


Podsuvný rošt

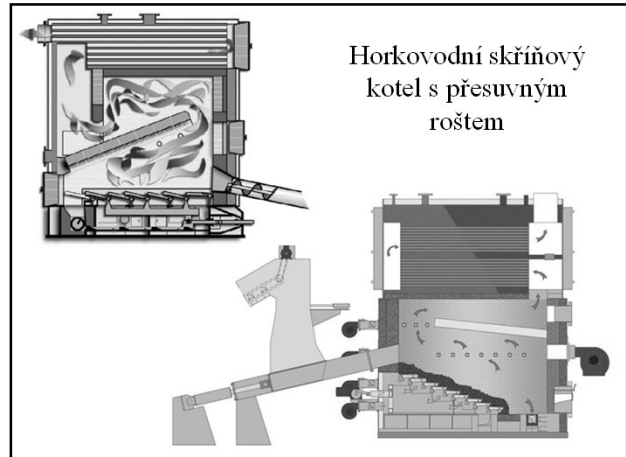


Horkovodní skříňový kotel s pásovým roštem

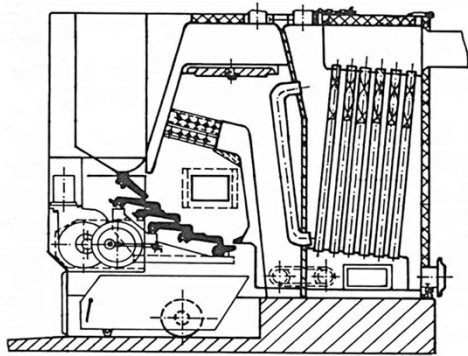
- ohniště je uspořádáno přímo v tělese kotle
- spaliny proudí do komína přes žárové trubky (uspořádané např. ve 3 tazích)
- používá se pro menší výkony a tlaky.



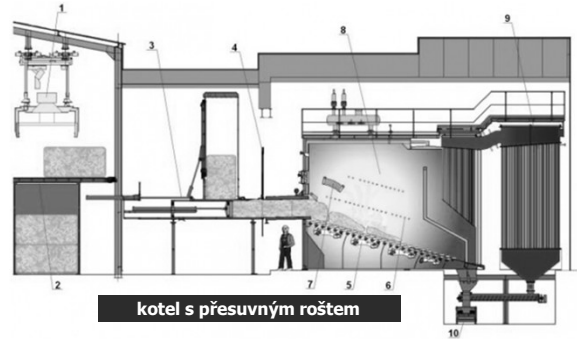
Horkovodní skříňový kotel s přesuvným roštem



Kotel s přesuvným roštem o výkonu 200 kW

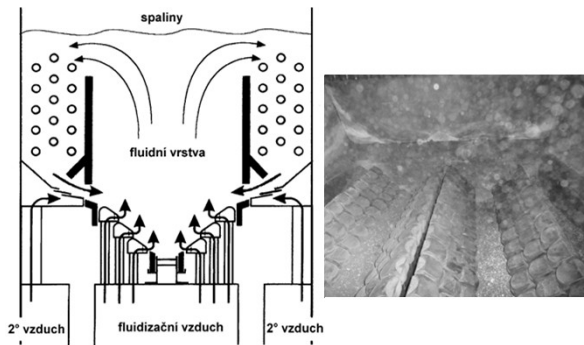


Roštový kotel na slámu 1 - 5 MW



56

Fluidní rošt s bublinkující fluidní vrstvou



Kotel s fluidním roštem pro výkony > 1 MW

