

Spalování plynu

Zemní plyn se dnes u nás využívá

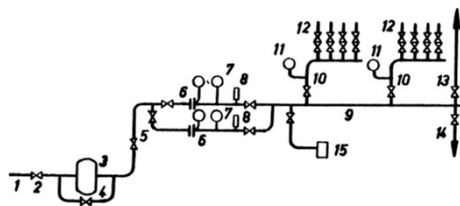
- pro výrobu tepla v lokálních a malých centrálních zdrojích
- pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla v decentralizovaných zdrojích
- jako najžděcí palivo u velkých zdrojů na tuhá paliva

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 kotlen tvoří dvě hlavní části:
 - regulační a měřicí stanice
 - hořáková plynová řada

Schéma regulační a měřicí stanice plynu



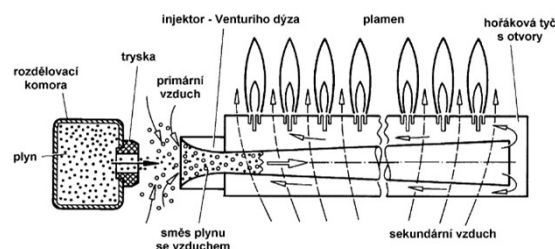
- 1 - hlavní plynovod, 2 - hlavní šoupátko, 3 - odlučovač cizích předmětů, 4 - obtok, 5 - regulátor tlaku, 6 - plynoměr, 7 - tlakoměr, 8 - teploměr, 9 - hlavní potrubní řád, 10 - odbočky ke kotlům, 11 - tlakoměr se snímaním nastaveného maxima a minima, 12 - přívody k hořákům, 13 - profukovací potrubí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

Hořáky na spalování plynu

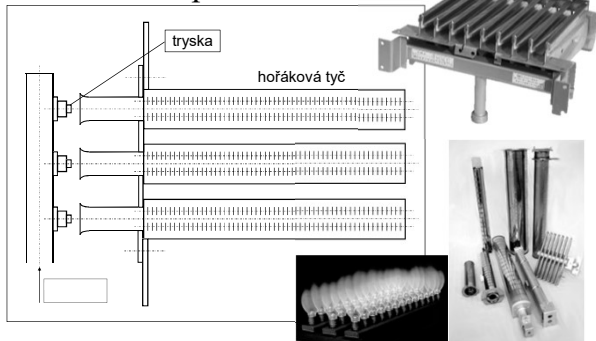
Existuje celá řada kritérií pro jejich dělení, nejdůležitější jsou :

- podle druhu spalovaného plynu:
 - hořáky na zemní plyn
 - hořáky na zkapalněný plyn
 - universální 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

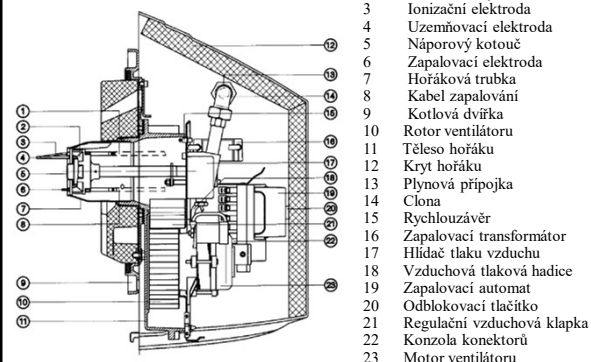
Atmosférický ejektorový plynový hořák



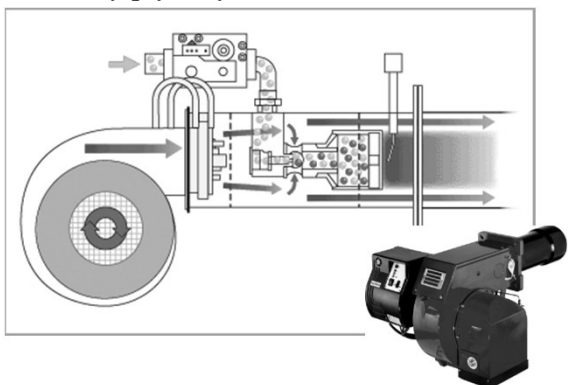
Skupinový atmosférický hořák teplovodního kotle



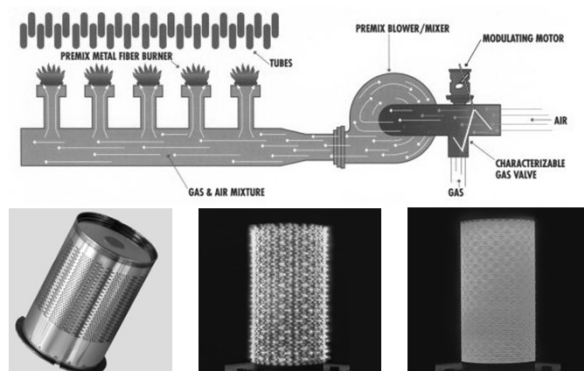
Přetlakový plynový hořák



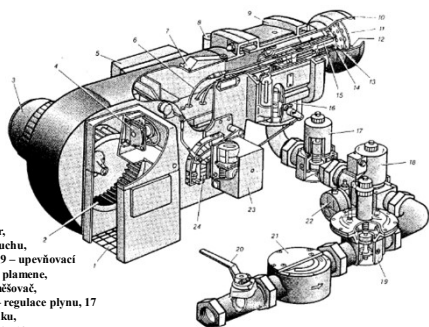
Přetlakový plynový hořák



Plynový hořák premix pro výkony od jednotek kW

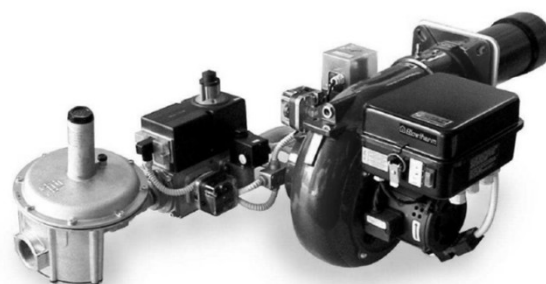


Hořáková plynová řada a přetlakový plynový hořák

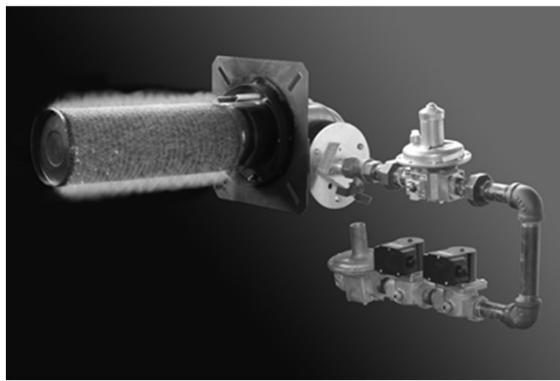


- 1 – sání vzduchu, 2 – ventilátor,
3 – motor, 4 – hliďač tlaku vzduchu,
5 – automatika řízení hořáku, 9 – upevňovací příruba, 11 – víříč, 12 – hliďač plamene,
13 – rozdělovač plynu, 14 – směšovač,
15 – zapalovací elektrody, 16 – regulace plynu, 17 – uzavírací ventil při ztrátě tlaku,
18 – pojistňovací uzavírací ventil, 19 – regulátor tlaku, 20 – ruční uzavírací kohout, 21 – filtr plynu, 22 – hliďač tlaku plynu, 23 – regulace plyn – vzduch, 24 – jemná regulace vzduchu

Hořáková plynová řada a přetlakový plynový hořák



Plynová řada a hořák premix



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. přehřáté 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.

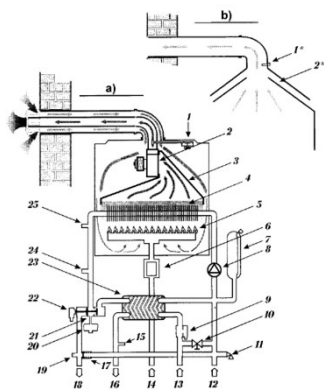
Plynové závěsné kotle pro vytápění

Jsou dvě základních provedení :

■ **provedení B** – s přívodem spalovacího vzduchu z prostředí kotelny a odvodem spalin do vnějšího prostředí kouřovodem, komínem s **přerušovačem tahu**

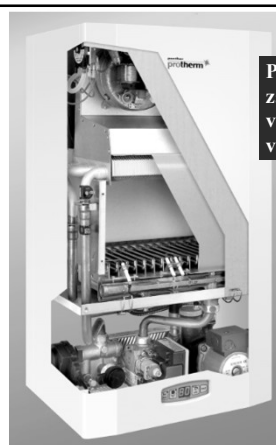
■ **provedení C1** – tzv. TURBO kotle s uzavřenou spalovací komorou, s přívodem spalovacího vzduchu z vnějšího prostředí přes stěnu budovy a odvodem spalin nuceně stejným způsobem, obvykle koncentrickou trubkou, kde proudí vnitřní trubkou spaliny ven do atmosféry a jejich koncentrickým mezikružím se 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 3cestný ventil
- 22 Pohon ventilu
- 23 Deskový výměník TUV
- 24 Snímač teploty otopné vody
- 25 Havarijní termostat

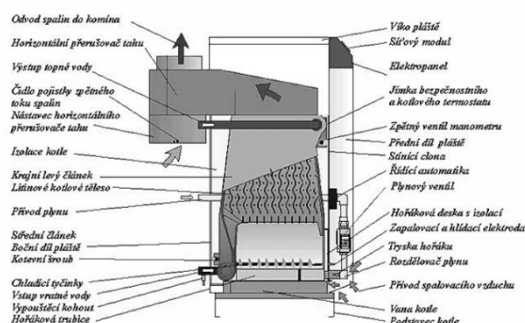
Pohled na vnitřní uspořádání závěsného plynového kotle pro vytápění a výrobu TUV v provedení C1 TURBO



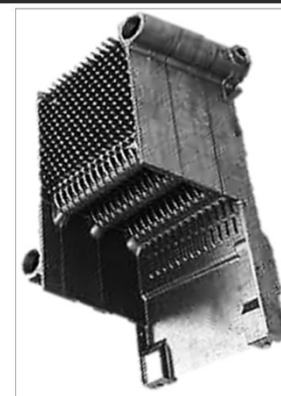
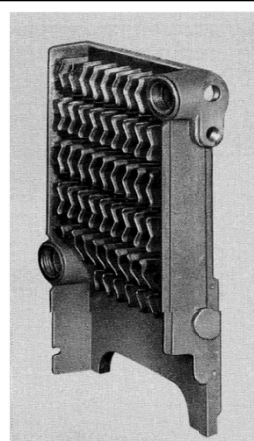
spalinový výměník

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

Schéma plynového stacionárního kotle (Viadrus G100L)



Detail litinového článku



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

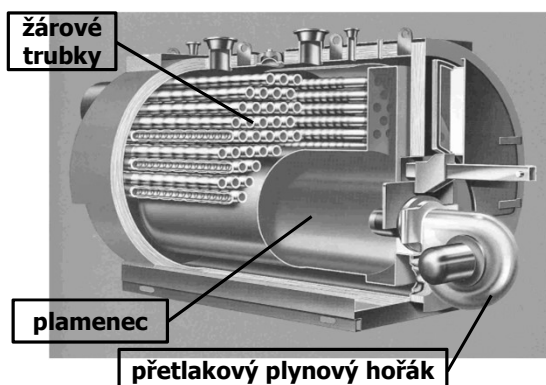
Výhodou je

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

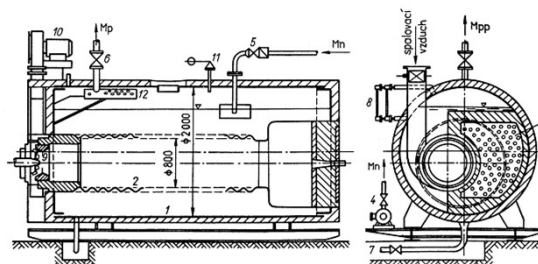
- nižší cena

Nevýhodou je kratší životnost v důsledku koroze

Ocelový horkovodní kotel plamencový žárotrubný

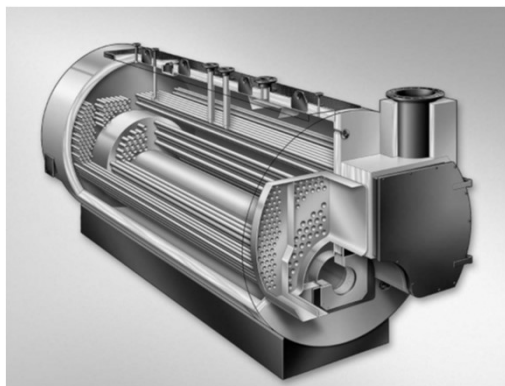


Plynový kotel na sytou páru

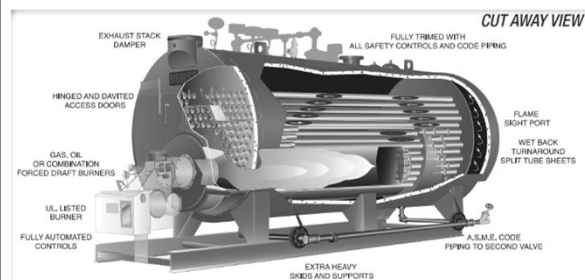


1 - buban, 2 - plamenec, 3 - žárové trubky, 4 - napáječka, 5 - napájecí hlava, 6 - hlavní uzavírací ventil, 7 - odkalovací ventil, 8 - vodoznak, 9 - hořák, 10 - vzduchový ventilátor, 11 - pojistný ventil, 12 - parní sběrací trubka s oddělováním vlhkosti

Plynový kotel na sytou páru

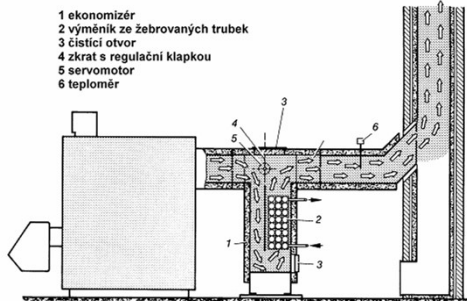


Plynový kotel na sytou páru

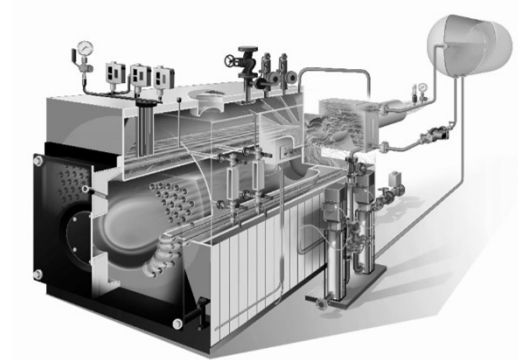


zapojení žárových trubek do 3 tahů

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

27

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

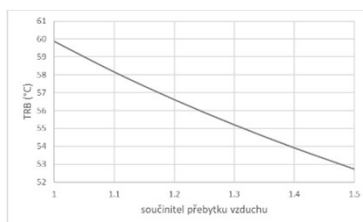


28

Plynové kondenzační kotle

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

$$p_p = \frac{O_{H2O}}{O_{SV}} p_c = \frac{O_{H2O}^S + (\alpha - 1) \cdot O_{H2O}^V}{O_{SVmin} + (\alpha - 1) \cdot O_{VVmin}} \cdot p_c = p''_{H2O}$$

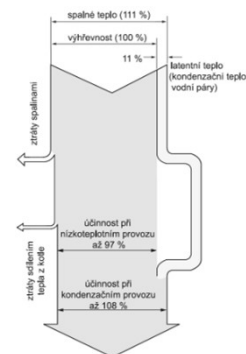


29

Plynové kondenzační kotle

Energetická bilance

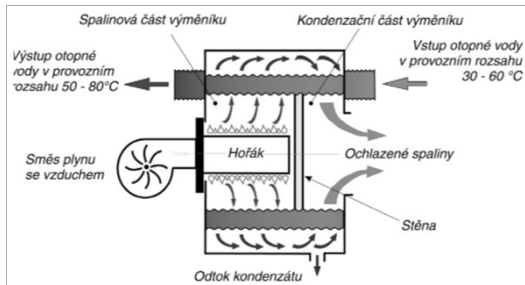
- příkon kotle a tedy i účinnost se vyjadřuje z výhřevnosti paliva
- výhřevnost nezahrnuje kondenzační teplo vodní páry
- kondenzací lze část latentního tepla získat => účinnost kotle může vyjít větší než 100 %



30

Plynové kondenzační kotle

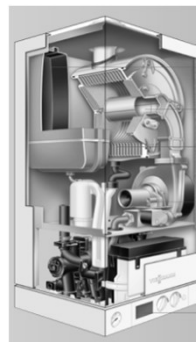
Schéma



31

Plynové kondenzační kotle

Závěsný kondenzační kotel s výkonem 9 – 26 kW



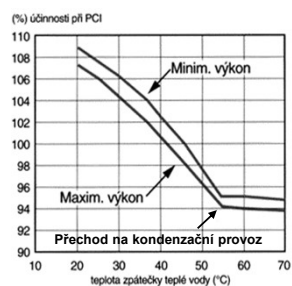
- Integrovaná membránová expanzní nádoba
- Modulovaný sálavý válcový hořák Matrix
- Topná plochy Inox-Radial z nerezavějící ušlechtlé oceli – pro vysokou provozní bezpečnost při dlouhé životnosti a velký topný výkon na minimálním prostoru
- Ventilátor spalovacího vzduchu a řízení otáček – pro tichý a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

32

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

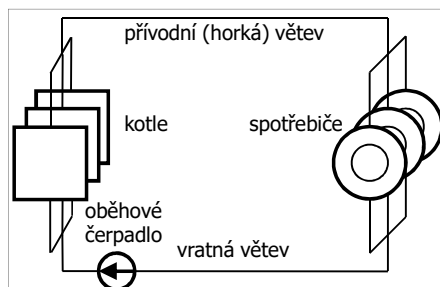


33

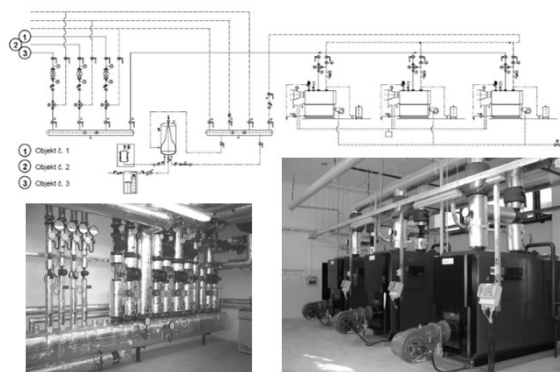
Kotle pro výtopny v CZT

- výtopna** = centrální zdroj, který dodává pouze teplo ve formě horké vody nebo páry (obvykle syté)
- podle zásobované sféry se výtopny dělí na
 - bytové-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

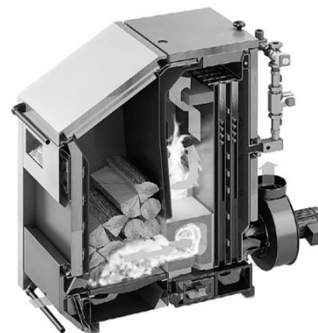
v kotlích nejmenších výkonů se tuhá paliva spalují prakticky výlučně na roštu ve stacionární vrstvě

Rošty mohou být

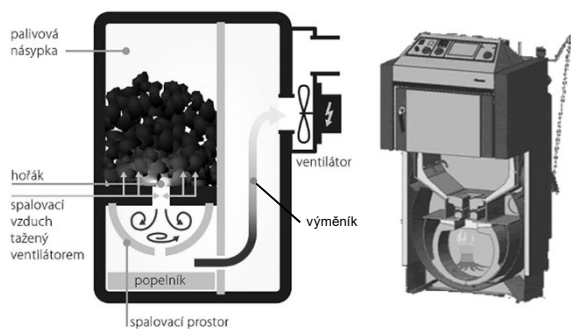
- pevné - odvod popela se řeší prohrabováním
- pohyblivé - mechanické
 - válcové
 - podsuvné

Speciálním případem spalování tuhých paliv je jejich zplyňování.

Malé zdroje RUČNÍ PŘÍKLÁDÁNÍ

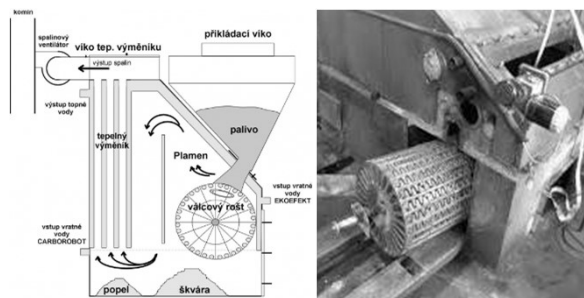


Malé zdroje ZPLYŇOVACÍ KOTLE



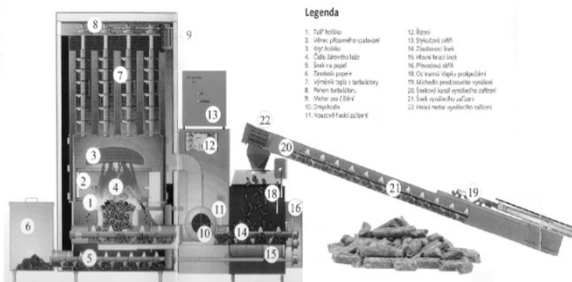
Malé zdroje SAMOČINNÉ PŘÍKLÁDÁNÍ

- kotel s válcovým roštem



Malé zdroje SAMOČINNÉ PŘÍKLÁDÁNÍ

- vyžaduje rozměrově unifikované palivo - pelety

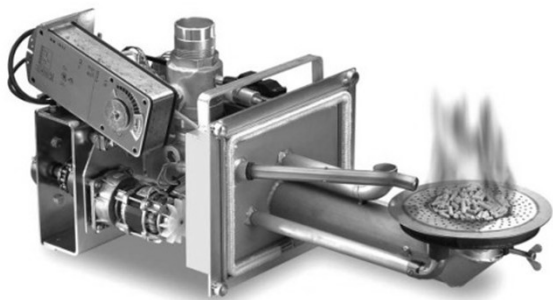


Kotle na pelety 15 až 100 kW automatizované příkládání i provoz



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. odhlučňovací zásobník se sací turbínou
10. tepelná izolace kotle
11. čistící mechanizace
12. opláštění kotle

Retortový hořák na pelety



Kotle na pelety 15 až 100 kW

Výhody

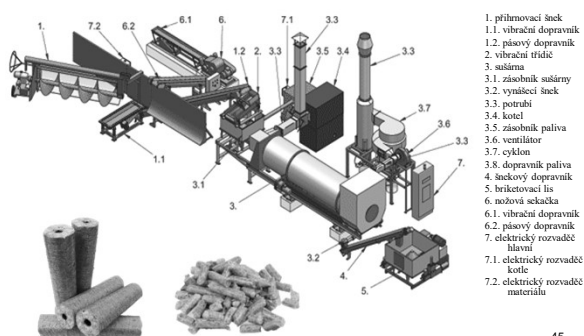
- velmi vysoká účinnost 85 až 92 %
- automatizovaný bezobslužný provoz
- přikládání s periodou několika desítek hodin
- možnost napojení kotle na pokojový termostat
- kvalitní spalování s dobrou regulací výkonu

Nevýhody

- drahé palivo

44

Briketovací a peletovací linka



45

Spalovací zařízení na tuhá paliva

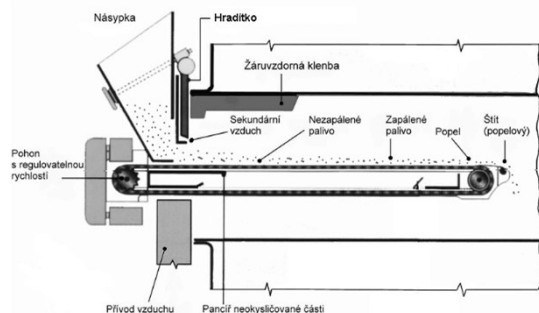
ve výtopenských kotlích vyšších a středních výkonů se tuhé palivo spaluje na rošty

- ve stacionární vrstvě
- ve fluidní vrstvě

Rošty mohou být

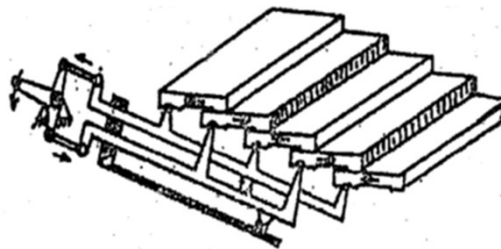
- pohyblivé - mechanické
 - pásové
 - přesuvné
 - podsuvné
- fluidní

Pásový rošt

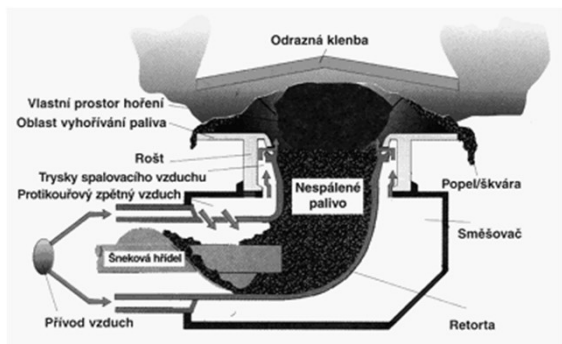


Přesuvný rošt

- 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

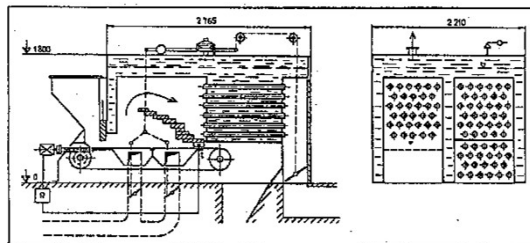


Podsuvný rošt

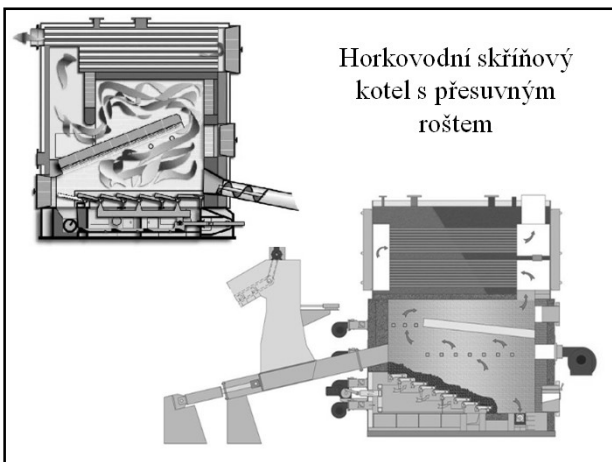


Horkovodní skříňový kotel s pásovým roštem

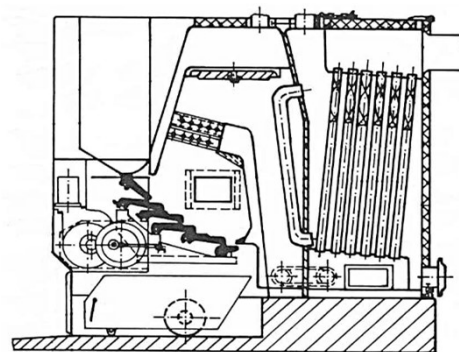
- ohniště je uspořádáno přímo v tělese kotle
- spaliny proudí do komína přes žárové trubky (uspořádané např. ve 3 tazích)
- používá se pro menší výkony a tlaky.



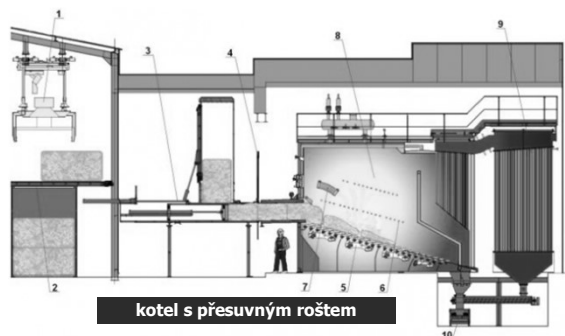
Horkovodní skříňový kotel s přesuvným roštem



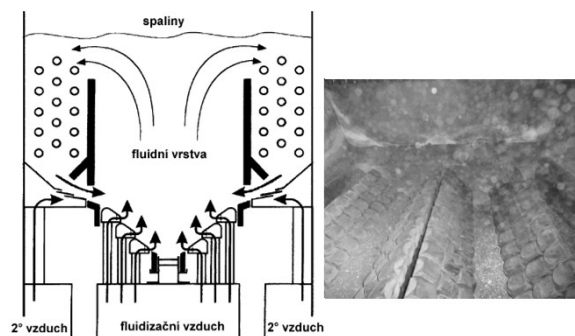
Kotel s přesuvným roštem o výkonu 200 kW



Roštový kotel na slámu 1 - 5 MW



Fluidní rošt s bublinkující fluidní vrstvou



Kotel s fluidním roštem pro výkony > 1 MW

