

Ohniště pro spalování tuhých paliv

Ohniště je

- roštové, rošt je
 - pevný
 - rovinný
 - stupňový
 - mechanický
 - pásový
 - s násypkou
 - s pohazováním
 - přesuvný
 - vratisuvný
 - podsuvný
 - válcový
 - vibrační
- práškové se spalováním v letu
 - granulační
 - čelní hořáky
 - rohové hořáky
 - výtavné
 - jednoprostorové
 - cyklónové
 - fluidní
 - se stacionární vrstvou
 - s cirkulující vrstvou

1

1

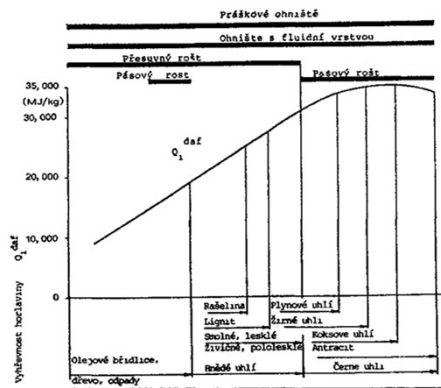
Kritéria pro volbu typu ohniště

- vlastnosti paliva
 - složení
 - fyzikální a chemické vlastnosti
 - vlastnosti popelovin
- výkon kotle
 - mechanické roštové ohniště: od 0,25 MWt po cca 150 MWt
 - práškové ohniště: od cca 40 MWt až po nejvyšší výkony
 - fluidní ohniště:
 - stacionární (bublinková) vrstva: obvykle do 40 MWt, ale i např. 200 MWt,
 - cirkulující fluidní vrstva: od cca 60 MWt až po dnešních cca 1800 MWt.

2

2

Rozsah použitelnosti uvedených typů ohnišť



3

3

Roštové ohniště

slouží pro spalování kusových pevných paliv v klidné vrstvě filtračním způsobem

Dělení do dvou základních skupin:

- s pevným roštem
- s mechanickým roštem

4

4

Části roštového ohniště

Základní části :

- spalovací prostor vymezený stěnami
- rošt s palivovou násypkou, hradítkem, škvárovým jízdkem a výsypkou
- zařízení pro přívod spalovacího vzduchu

Základní části roštu :

- nosná konstrukce
- roštnice
- hnací ústrojí (u mechanických roštů)

5

5

Funkce roštu

- vytvářet a udržovat vrstvu paliva požadované tloušťky a prodyšnosti při co nejmenším propadu a úletu zrn paliva
- zajišťovat přívod spalovacího vzduchu do jednotlivých míst plochy roštu tak, aby spalování probíhalo s optimálním součinitelem přebytku vzduchu
- umožňovat postupné vysoušení, zahřátí na zápalnou teplotu, hoření a dokonalé vyhoření všech zrn paliva
- shromažďovat, popř. zajišťovat odvod tuhých zbytků po spalování
- regulovat tepelný výkon podle požadovaného výkonu kotle.

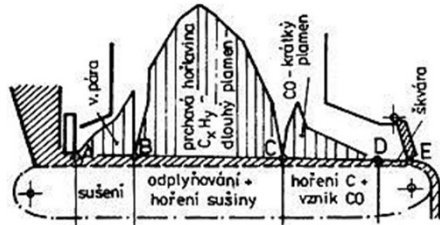
6

6

Průběh spalování na roštu

probíhá ve dvou fázích

- ve vrstvě na roštu (pevná hořlavina - tuhý uhlík)
- v prostoru nad vrstvou paliva
 - na začátku roštu uhlovodíky
 - v další části roštu CO



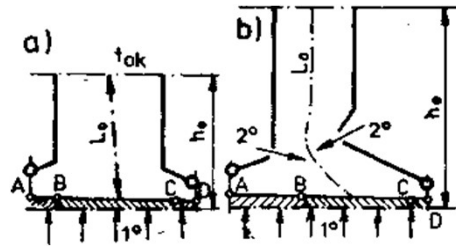
7

7

Tvar roštového ohniště

pro spalování:

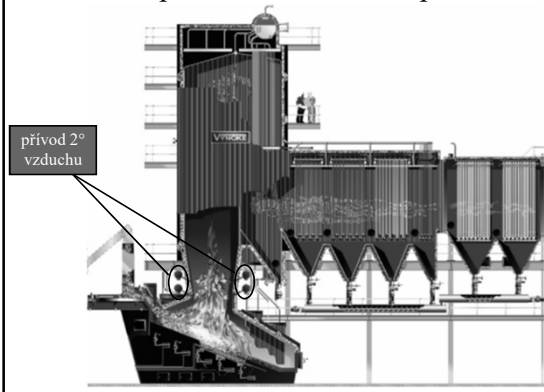
- černého uhlí – jedno ohnisko hoření
- hnědého uhlí a lignitu – dvě ohniska hoření



8

8

Kotel na spalování dřevního odpadu 15 MW



9

9

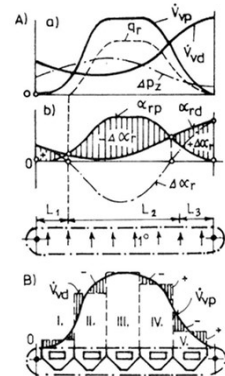
Vzduchové poměry na roštu

A. bez pásmování vzduchu

- potřeba vzduchu V_{vp} a dodávka vzduchu V_{vd}
- odpovídající souč. přebytku vzduchu

B. s pásmováním vzduchu

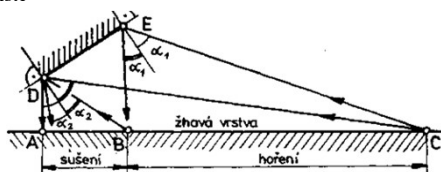
pásmování vzduchu je důležité pro optimalizaci spalování



10

Dělení roštových ohnišť podle způsobu přívodu tepla k vysušení a vznícení paliva

- se spodním zápalem
 - nové palivo pohazuje na žhavou hořící vrstvu
 - dmycháním vysoce ohřátého spalovacího vzduchu či spalin pod rošt
- s horním zápalem – dosahuje se sáláním obzdvíky zejména přední (tzv. vzněcovací) klenby, a sáláním plynného obsahu ohniště



- s oboustranným zápalem.

11

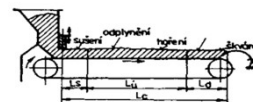
11

Účinná plocha roštu

- slouží k uvolňování tepla z paliva (tj. k vlastnímu hoření)

Zbývající část plochy je jen pomocná a slouží

- k přípravě paliva pro zapálení
- k dohořívání.



L_c celková délka roštu
 L_e účinná délka roštu
 L_s sušící délka roštu
 L_d dohořívací délka roštu

Poměr účinné plochy k celkové ploše roštu bude klesat s

- rostoucím obsahem vody v palivu
- nižší teplotou spalovacího vzduchu.

S tím souvisí střední měrný tepelný výkon roštu q_r [kW/m²].

Čím bude mít spalované palivo vyšší obsah vody, tím je nutno při navrhování roštu volit nižší q_r .

12

12

Měrný tepelný výkon roštů

Druh roštu	Vzduch	Palivo	q_r [kW m ⁻²]
pevný rovinný	přisávání	černé uhlí tříděné	700 až 1000
	dmýchán	hnědé uhlí tříděné	600 až 900
pevný stupňový	přisávání	černé uhlí tříděné	800 až 1200
		hnědé uhlí tříděné	700 až 1100
pásový	přisávání	dřevo (W = 40 %)	500 až 900
		rašelina	500 až 900
pásový s pohazováním	dmýchán (pásmování)	hnědé uhlí, lignit	600 až 900
		černé uhlí tříděné	800 až 1200
přesuvný	dmýchán (pásmování)	hnědé uhlí netříděné	600 až 800
		černé uhlí tříděné, mírně spékavé	800 až 1300
vrátný (prohrabovací)	dmýchán (pásmování)	černé uhlí prach	600 až 700
		černé uhlí propíšťky	700 až 800
podsvuný (okomotivní (sklopné roštnice))	dmýchán	hnědé uhlí tříděné	800 až 1100
		hnědé uhlí hrubo prach	600 až 700
		rašelina	500 až 700
		černé uhlí netříděné	1000 až 1600
		hnědé uhlí netříděné	900 až 1300
		hnědé uhlí tříděné	900 až 1200
		hnědé uhlí prach	600 až 900
		černé uhlí prach	700 až 1000
		černé uhlí spékavé	800 až 1300
		hnědé uhlí tříděné	800 až 1200
		hnědé uhlí netříděné	600 až 800
		černé uhlí tříděné	600 až 1200
		černé uhlí tříděné	1000 až 3000

13

Hrubá plocha roštu

$$S_r = \frac{M_{pvj} \cdot Q_i}{\bar{q}_{rj}} = a \cdot L \quad [m^2]$$

- M_{pvj} [kg/s] spalované množství paliva
- Q_i [kJ/kg] výhřevnost paliva
- q_{rj} [W/m²] stř. jmenovitý měrný tepelný výkon roštu
- a [m] šířka roštu
- L [m] délka roštu

Požadavek tuhosti roštu

$$a, L \leq 8 \text{ až } 12 \text{ m}$$

14

Světlá plocha roštu – pro vzduch

$$S_{rs} = \frac{M_{pvj} \cdot V_v}{\bar{w}_v} = \chi \cdot S_r \quad [m^2]$$

- M_{pvj} [kg/s] spalované množství paliva
- V_v [m³/s] spotřeba spalovacího vzduchu
- w_v [m/s] rychlost vzduchu mezi roštnicemi

Druh paliva	h [mm]	Δp [Pa]	χ
drobné hnědé uhlí	40	600 až 1200	0,15 až 0,35
hrubé hnědé uhlí	70	300 až 700	0,15 až 0,35
černé uhlí (2 až 5 mm)	60 až 80	200 až 600	0,25 až 0,5
černé uhlí (2 až 30 mm)	100 až 120	150 až 800	0,25 až 0,5
kusový antracit	až 200	80 až 700	0,25 až 0,5
brikety hnědouhelné	200 až 300	80 až 600	0,15 až 0,35
kusová rašelina	450	180 až 800	0,1 až 0,25
dříví	600 až 1500	100 až 1500	0,15 až 0,25

15

15

Kotle s pevným roštem

- palivo vyhořívá v původní nasypané vrstvě
- zbytky po spalování (škvára a popel) se odstraňují ručně.



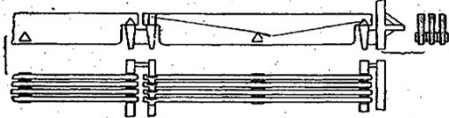
to předurčuje tyto kotle pro nejmenší výkony

16

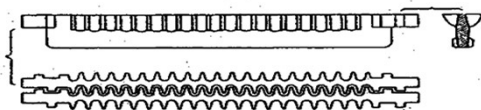
16

Rovinný rošt

- z rovinných desek ve tvaru nosníků s nálitky



- z litinových roštnic podélně na stranách zvlněných



17

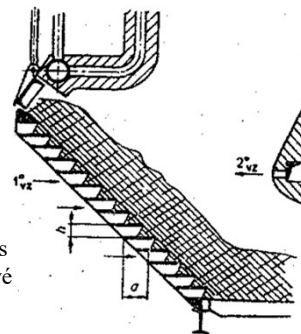
17

Stupňový rošt

sestává ze dvou částí

- šikmé, kde vyhořívá prchavá hořlavina
- vodorovné, kde dohořívá pevný zbytek

rošt je vhodný pro paliva s větším obsahem prchavé hořlaviny



18

18

Kotle s mechanickým roštěm

- Vyvinuté pro spalování uhlí
- Palivo se v ohništi posouvá, případně se prohrabuje, postupně vyhořívá a zbytky po spalování jsou vynášeny mechanicky.

Tři základní typy těchto roštů jsou

- pásový
- přesuvný
- vratisuvný

19

Pásový rošť

- je jeden z nejrozšířenějších typů mechanických roštů
- vznikl jako modifikace roštu řetězového, jenž byl vlastně prvním typem mechanického roštu

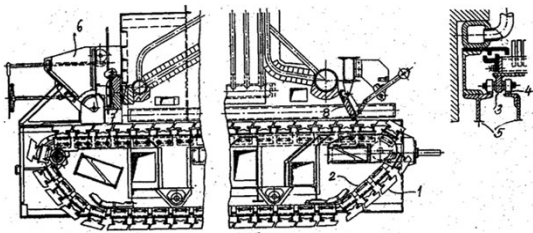
Základní nevýhodou řetězového roštu, jehož roštnice tvořily články širokého Gallova řetězu, bylo to, že při výměně spálené nebo poškozené roštnice se musel rozebrat celý řetěz.

20

Pásový rošť bez pohazování paliva

vrstva paliva na roštu se tvoří nastavitelným hradítkem

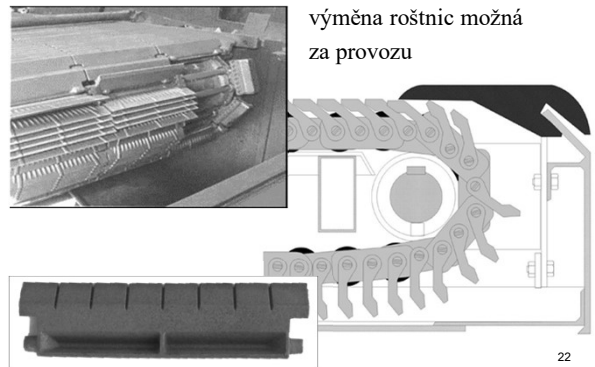
- | | |
|-----------------|--------------------------------|
| 1 roštnice | 5 nosný rám po stranách roštu. |
| 2 příčný trámec | 6 násypka paliva |
| 3 články řetězu | 7 hradítko |
| 4 kladka | 8 výkyvný skrabák |



21

Moderní typ pásového roštu

výměna roštnic možná za provozu



22

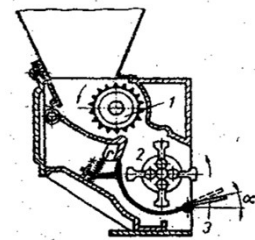
Pásový rošť s pohazováním paliva

- pohazování je vhodné pro spalování uhlí s větším obsahem prachu
- pohazovací zařízení je umístěno pod násypkou uhlí
- pohazování se provádí
 - mechanicky
 - pneumaticky
 - parou

23

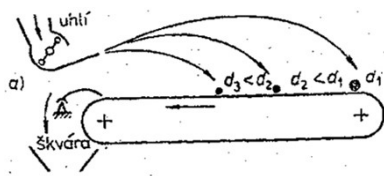
Mechanický pohazovač

- 1 podavač
- 2 pohazovač
- 3 usměrňovací deska



24

Smysl pohybu roštu

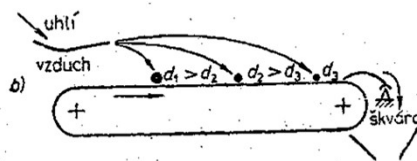


Při **mechanickém pohazování** největší částice uhlí dopadají na konec roštu a menší částice blíže k pohazovači. Proto se horní část roštu s palivem pohybuje směrem k pohazovacímu zařízení, pod nímž je rovněž umístěna škvárová výsypka.

25

25

Smysl pohybu roštu



Při **pneumatickém pohazování** největší částice uhlí dopadají na rošt poblíž pohazovače a jemnější částice dále ke konci roštu.

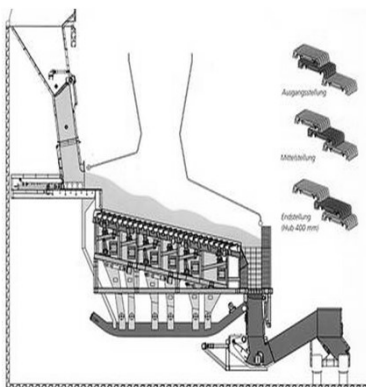
Proto se horní část roštu spolu s palivem pohybuje směrem od pohazovacího zařízení a škvárová výsypka je umístěna na konci roštu ve směru pohybu.

26

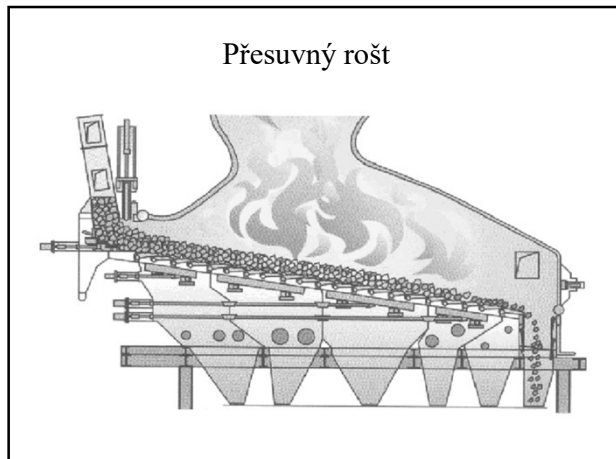
26

PŘESUVNÝ ROŠT

- vznikl z pevného stupňového roštu - pevné roštové stupně byly nahrazené pohyblivými
- horizontální pohyb roštnic je zajištěn klikovým mechanismem nebo hydraulicky
- rychlost posuvu paliva se reguluje změnou výkyvu jednotlivých stupňů
- pod rostem je pásmován spalovacího vzduchu
- výhodou je univerzální použití



27

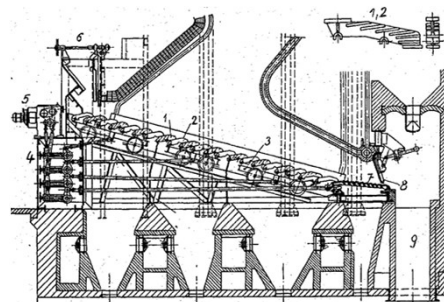


29

Přesuvný rošt

- výhodou je univerzální použití – uhlí, biomasa, odpady
- je vhodný pro uhlí i s větším podílem prachu a se sklonem ke spékání

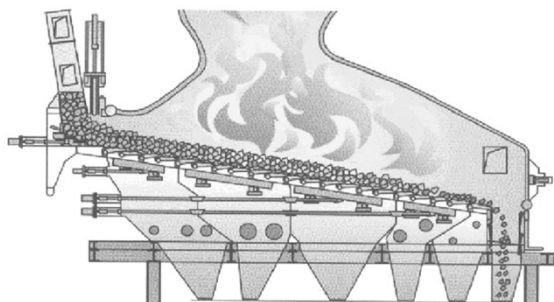
- 1 pevné roštnice
- 2 pohyblivé roštnice
- 3 pohyblivé vozíky
- 4 klikový mechanismus
- 5 elektromotor
- 6 palivová výsypka
- 7 vodorovný dohořivací rošt
- 8 výkyvný škrabák
- 9 škvárová výsypka



28

28

Přesuvný rošt



29

Přesuvný rošt - roštnice

- odlita z litiny
- důležitý vyšší obsah Cr
 - zvyšuje otěruvzdornost



30

30

Přesuvný rošt



31

31

Vratisuvný rošt

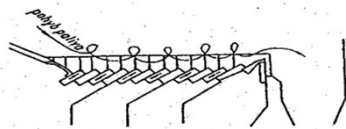
- roštnice se pohybují proti směru toku paliva
- dosahuje daleko pronikavějšího prolamování vrstvy a promíchávání paliva ve vrstvě
- dva základní typy
 - kaskádový
 - Martin

32

32

Kaskádový vratisuvný rošt

- má vodorovný povrch
- doba setrvání paliva na roštu je kratší
- roštnice se pohybují jakoby napříč toku paliva se sklonem k výstupu roštu
- palivo se promíchává především v příčném směru.



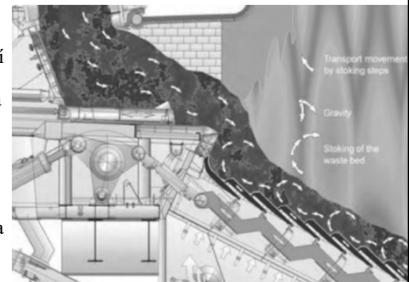
Kaskádový

33

33

Vratisuvný rošt Martin

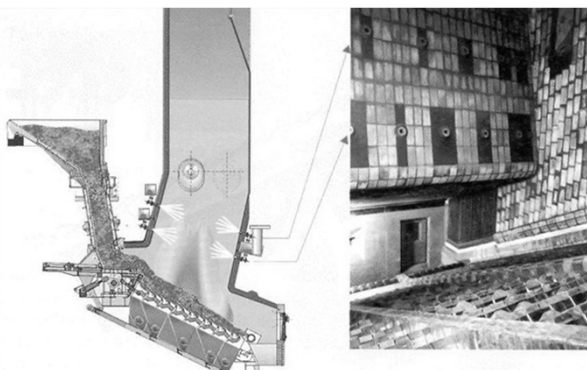
- je silně skloněný ve směru od vstupu paliva k výsypce
- roštnice se pohybují proti toku paliva
- spodní žhavá vrstva postupuje vzhůru
- přes žhavou vrstvu přepadá čerstvé palivo
- dosáhne se dlouhá doba setrvání paliva na roštu, dobré promísení a prohoření celé vrstvy.



34

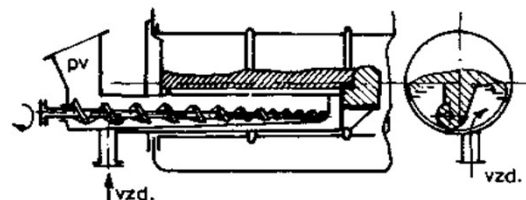
34

VRATISUVNÝ ROŠT, SAKO Brno



35

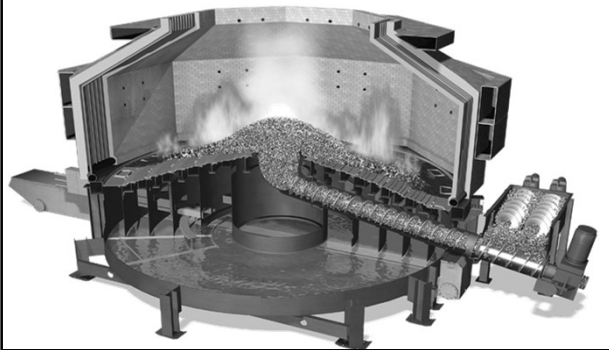
Zvláštní typy roštů Podsuvný rošt pro spalování biomasy



36

36

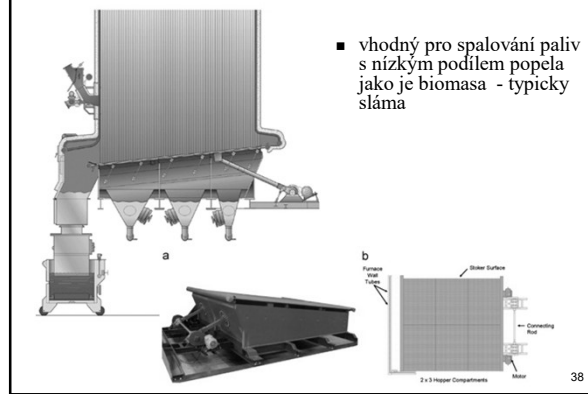
Spalovací zařízení Biopower s podsvným roštem 5,5 MW_e



37

Vibrační rošt

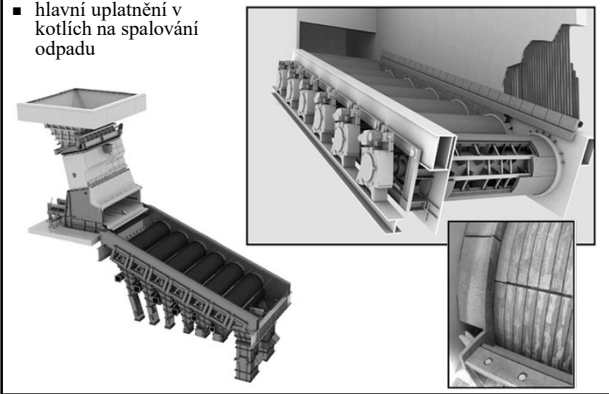
- vhodný pro spalování paliv s nízkým podílem popela jako je biomasa - typicky sláma



38

Válcový rošt

- hlavní uplatnění v kotlích na spalování odpadu



39