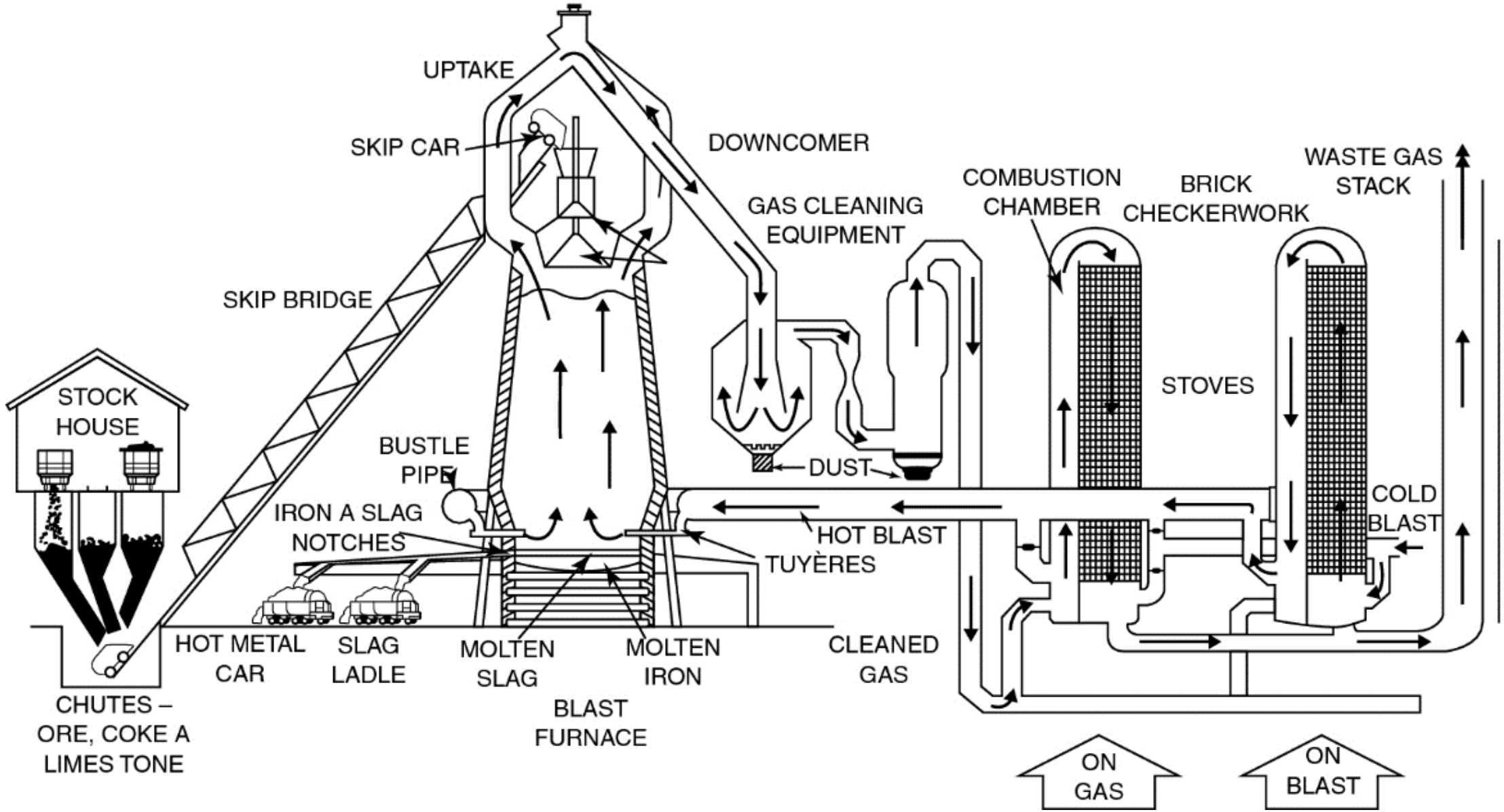
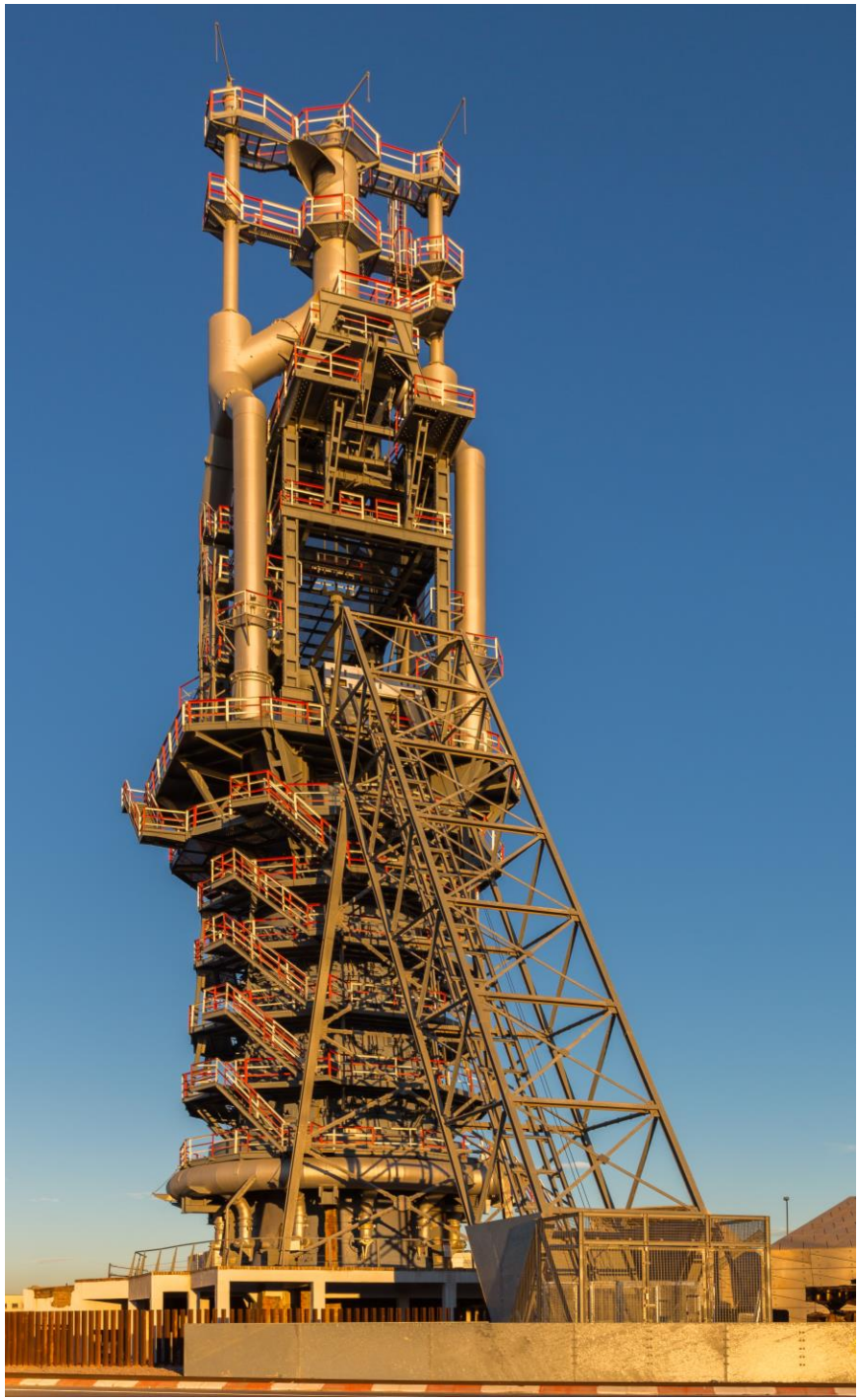
کوره بلند (Blast Furnace)


UPTAKE
SKIP CAR
DOWNCOMER
WASTE GAS STACK
COMBUSTION CHAMBER
BRICK CHECKERWORK
GAS CLEANING EQUIPMENT
SKIP BRIDGE
STOCK HOUSE
STOVES
BUSTLE PIPE
DUST
COLD BLAST
IRON A SLAG NOTCHES
HOT BLAST
TUYÈRES
HOT METAL CAR
SLAG LADLE
MOLTEN SLAG
MOLTEN IRON
CLEANED GAS
CHUTES – ORE, COKE A LIMES TONE
BLAST FURNACE
ON GAS
ON BLAST



ساختمان کوره بلند

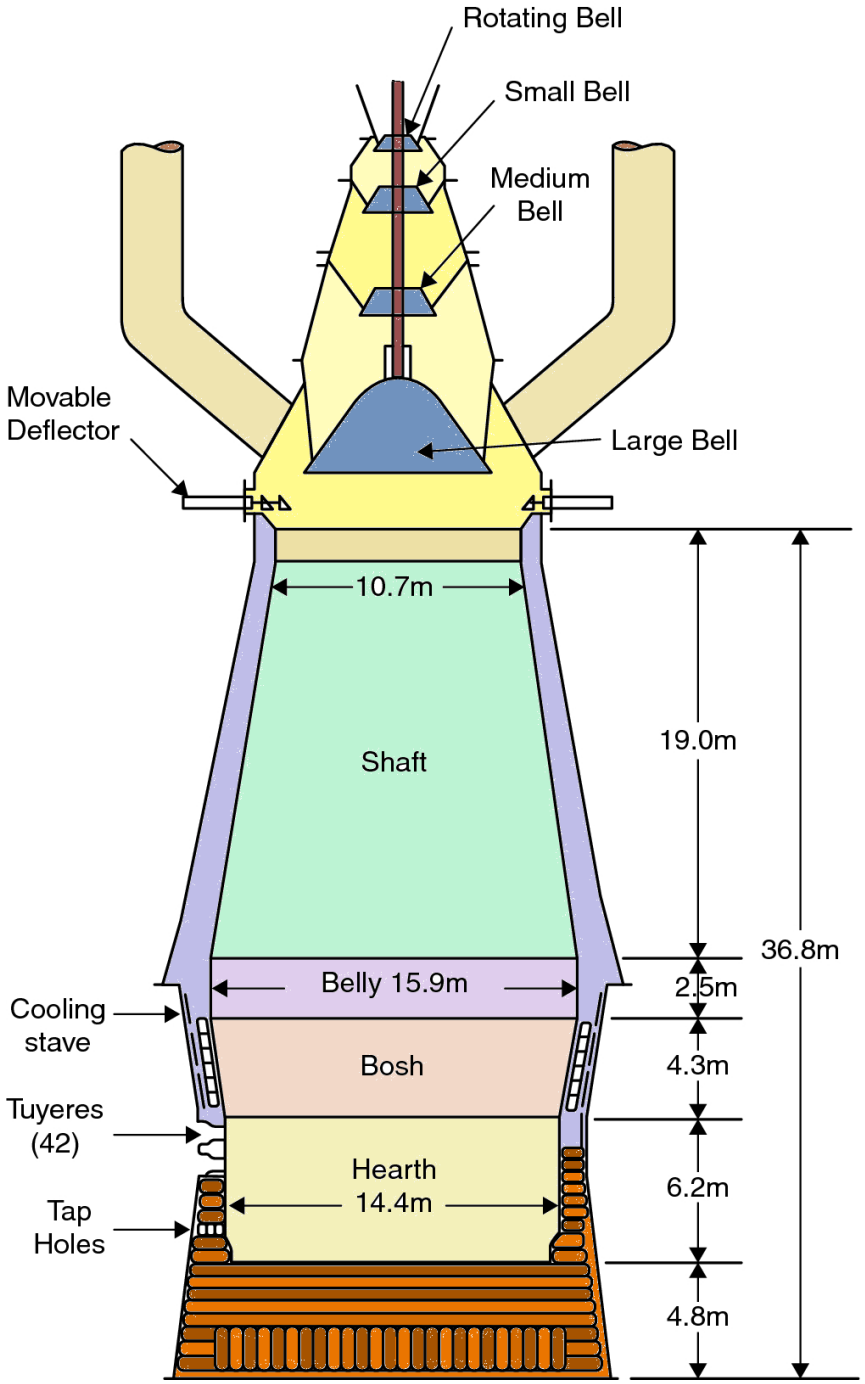
- ارتفاع: ۳۰-۴۰ متر
- حجم مفید: حدود ۵۰۰۰ مترمکعب
- تولید: ۱۴۰۰۰ تن آهن خام در روز

- ورودی:
  - مواد جامد (کنسانتره، سرباره سازو کک) از بالا
  - هوای داغ از پایین (دمنده ها)
- کوره عمودی
- حرکت مواد: جریان مخالف

- محصول: آهن خام (pig iron)
- نرخ تولید آهن خام بستگی به نرخ دمش اکسیژن (هوا یا هوای غنی از اکسیژن) دارد
- مصرف هوای دم: ۱,۳-۲,۲ تن برای تولید یک تن آهن خام
- فشار هوای دم: ۳-۵ اتمسفر

- زمان پایین رفتن مواد جامد: ۴-۶ ساعت و حداکثر ۸ ساعت

اجزای کوره بلند

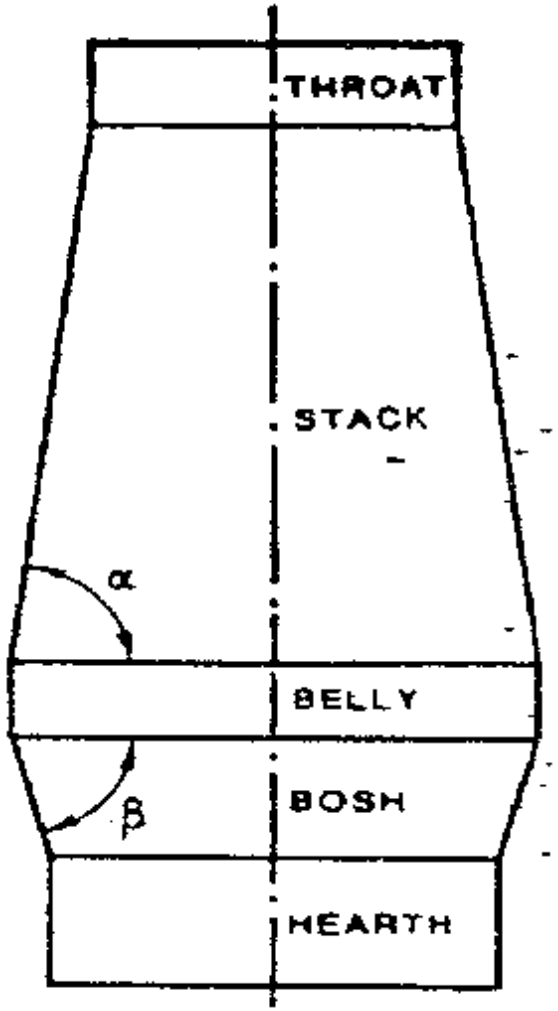


۱. پوسته:

- ورق فولادی
- ضخامت: ۵۰ میلیمتر
- خنک کردن با شبکه آبگرد، پره و یا پاشیدن آب

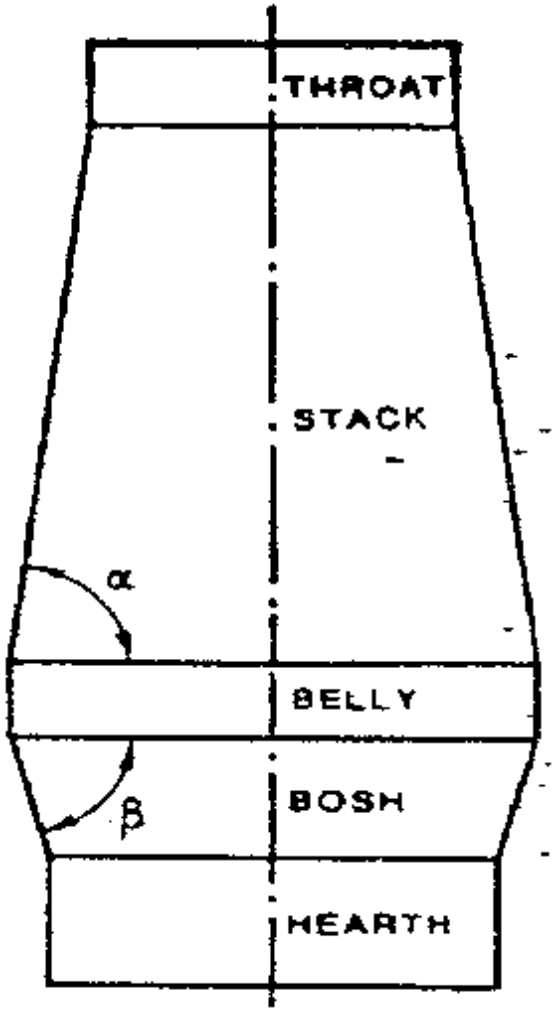
۲. پی کوره بلند

- تحمل وزن بیش از ۳۰۰۰۰ تن
- تحمل لرزش فراوان
- معمولا هشت ضلعی از بتن مسلح
- ضخامت ۴ متر
- روی پی بتون عایق گرما قرار می گیرد



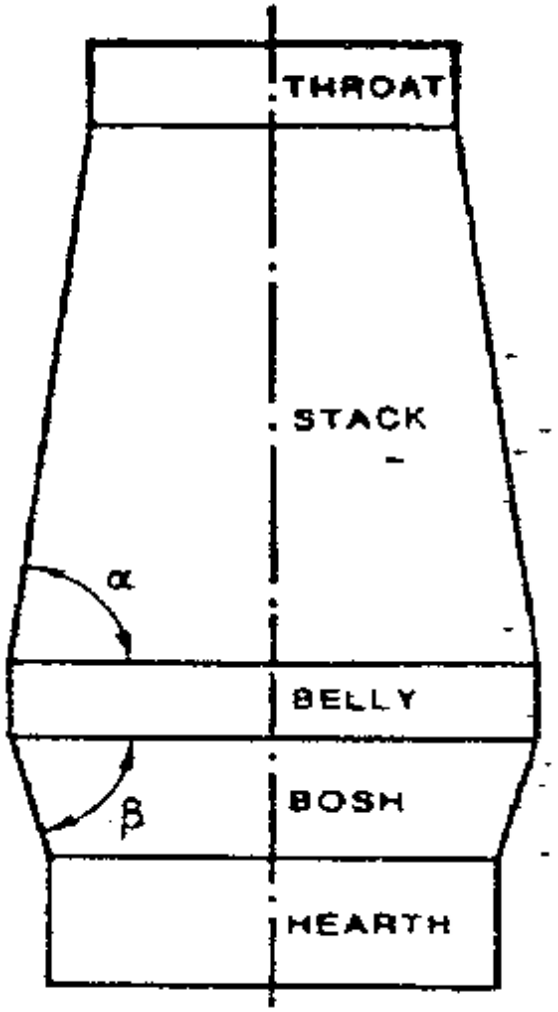
۳. دهانه (Throat)

- استوانه کوتاه
- ورود مواد جامد
- نسوزهای آجر رس



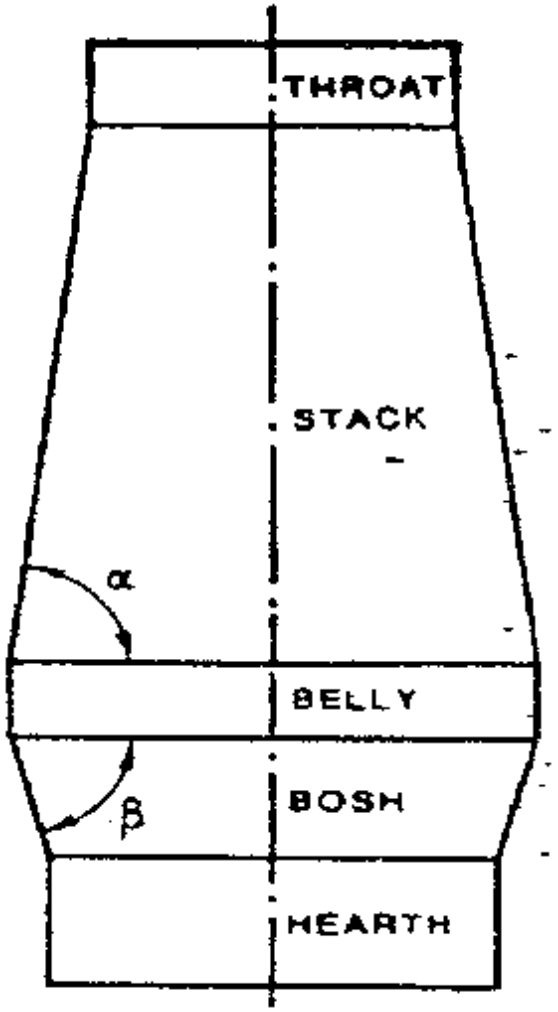
۴. بدنه (Stack)

- بزرگترین قسمت کوره بلند
- مخروطی شکل
- زاویه ۸۳ تا ۸۷ درجه
- نسوز شاموتی با ضخامتهای مختلف



۵. شکم (Belly)

- استوانه
- آجرهای شاموتی
- ضخامت ۶۹۰mm

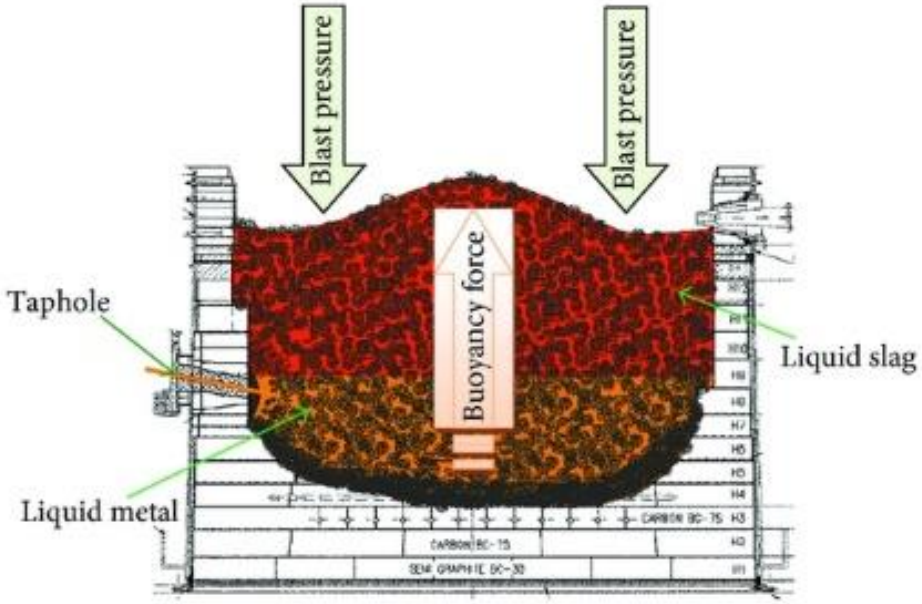


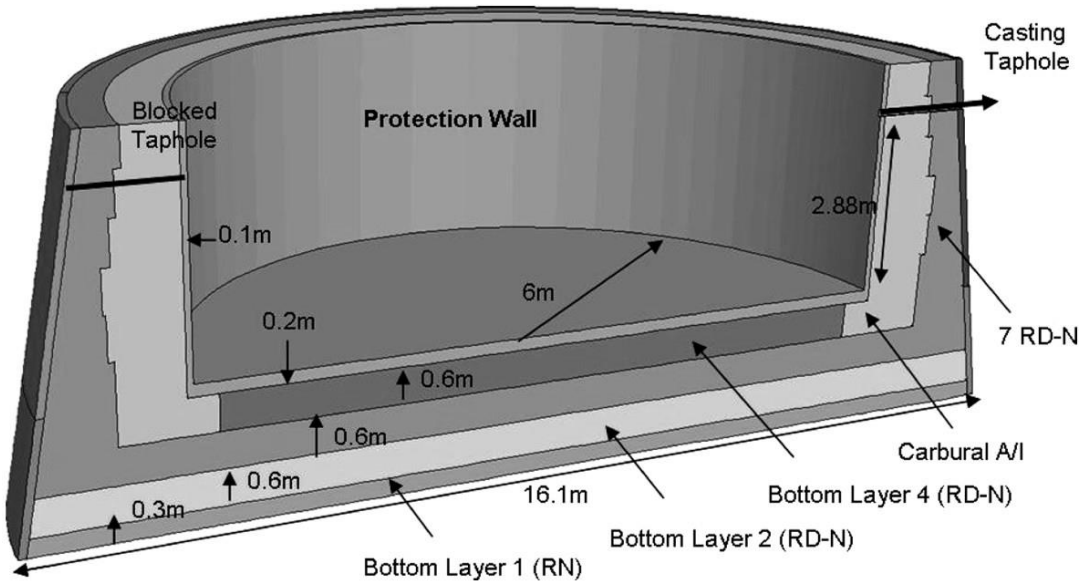
۶. کارگاه (Bosh)

- مخروط برعکس
- زاویه ۸۱ درجه

۷. بوته (Hearth)

- پایین ترین قسمت کوره
- استوانه
- محل جمع آوری و تخلیه آهن خام و سرباره
- دمنده ها در بالای بوته قرار دارد

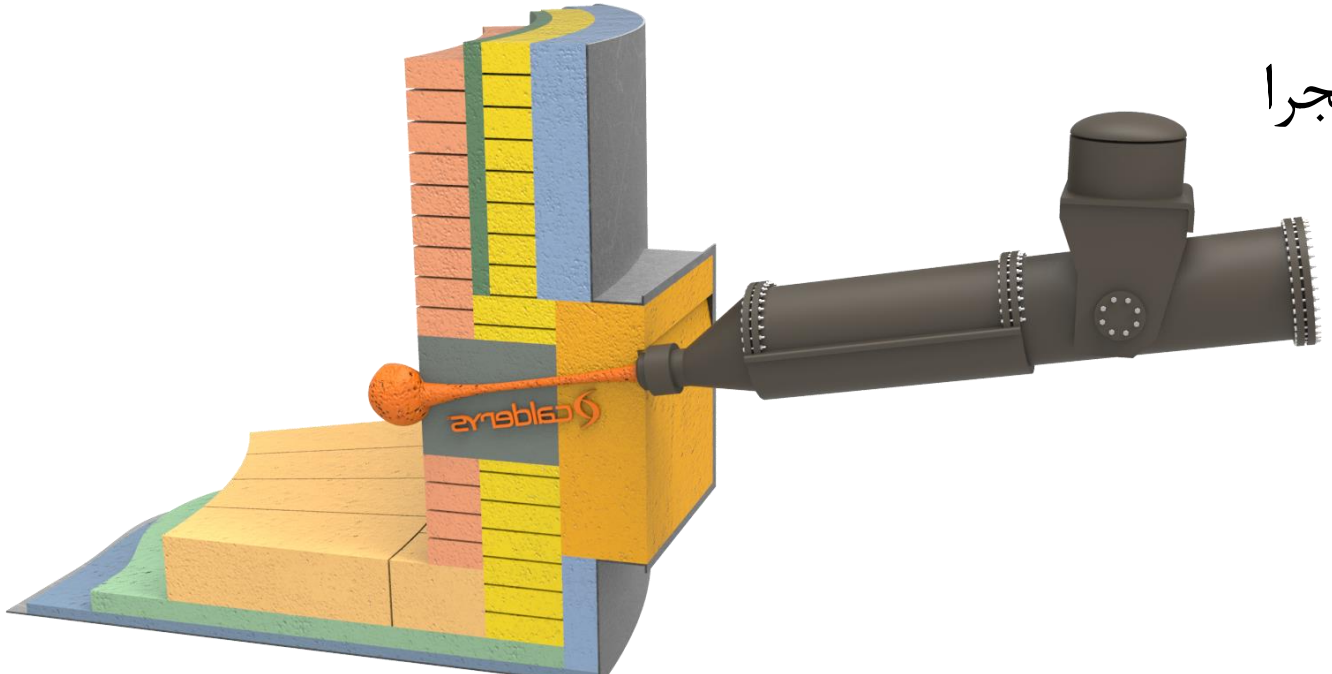




- دیواره از آجر نسوز (آلومینا-سیلیکا) و بلوکهای کربنی
- آهن سالاماندر در کف

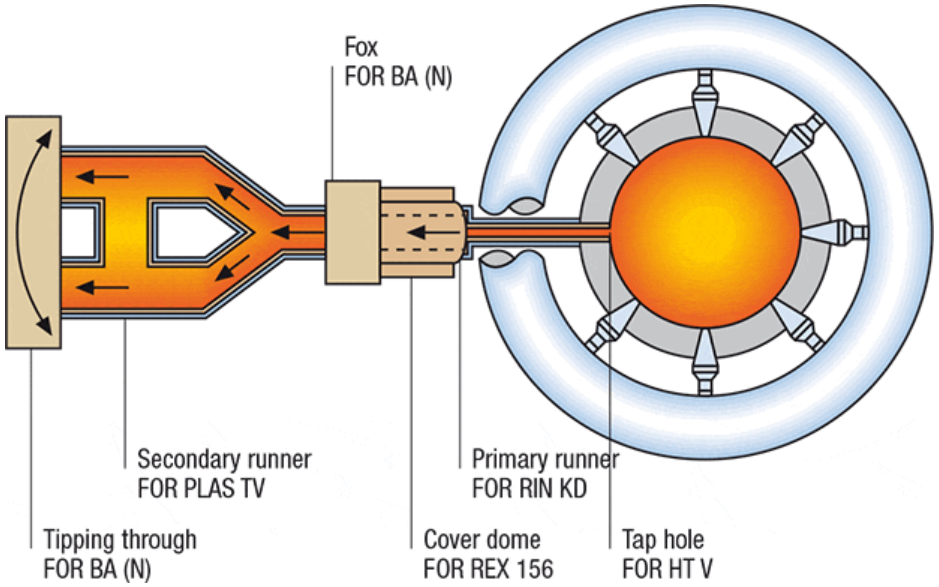
خروج آهن خام:

- برای کوره با حجم ۲۰۰۰ مترمکعب یک مجرا
- برای کوره های بزرگ تا ۴ مجرا
- ۱۸-۲۰ تخلیه در روز
- پوسته فولادی با آجرهای آلومینایی



خروج سرباره:

- بالاتر از خروج مذاب
- فاصله ۱۴۰۰-۱۸۰۰ میلیمتر
- با زاویه ۶۰ درجه نسبت به هم
- بدنه چدنی با داخل مسی



- **دمنده ها**
- در بالای بوته
- ورود هوا به همراه هرگونه مواد اضافی
- تعداد بستگی به حجم مفید کوره
- معمولا بین ۱۸ تا ۴۲ عدد
- معمولا حدود ۳۰ سانتیمتر در داخل کوره
- تحت دمای بالای و سایش و فرسایش

مواد ورودی به کوره بلند

از بالا:

- مواد حاوی اکسید آهن
- کک متالورژیکی: ۸۵-۹۰٪ کربن، ۱۰٪ خاکستر و ۰,۵-۲٪ گوگرد و تا ۱۰٪ آب
- مواد سرباره ساز و فلاکس: آهک و منیزیا

• از پایین:

- هوای دم با دمای ۹۵۰C-۱۳۰۰ . با اکسیژن غنی شده (تا ۲۶٪)
- سوختهای کمکی (پودر زغالسنگ، نفت کوره، گاز طبیعی)

مواد خروجی کوره بلند

از بالا:

- گاز خروجی: حاوی حدود 30%CO

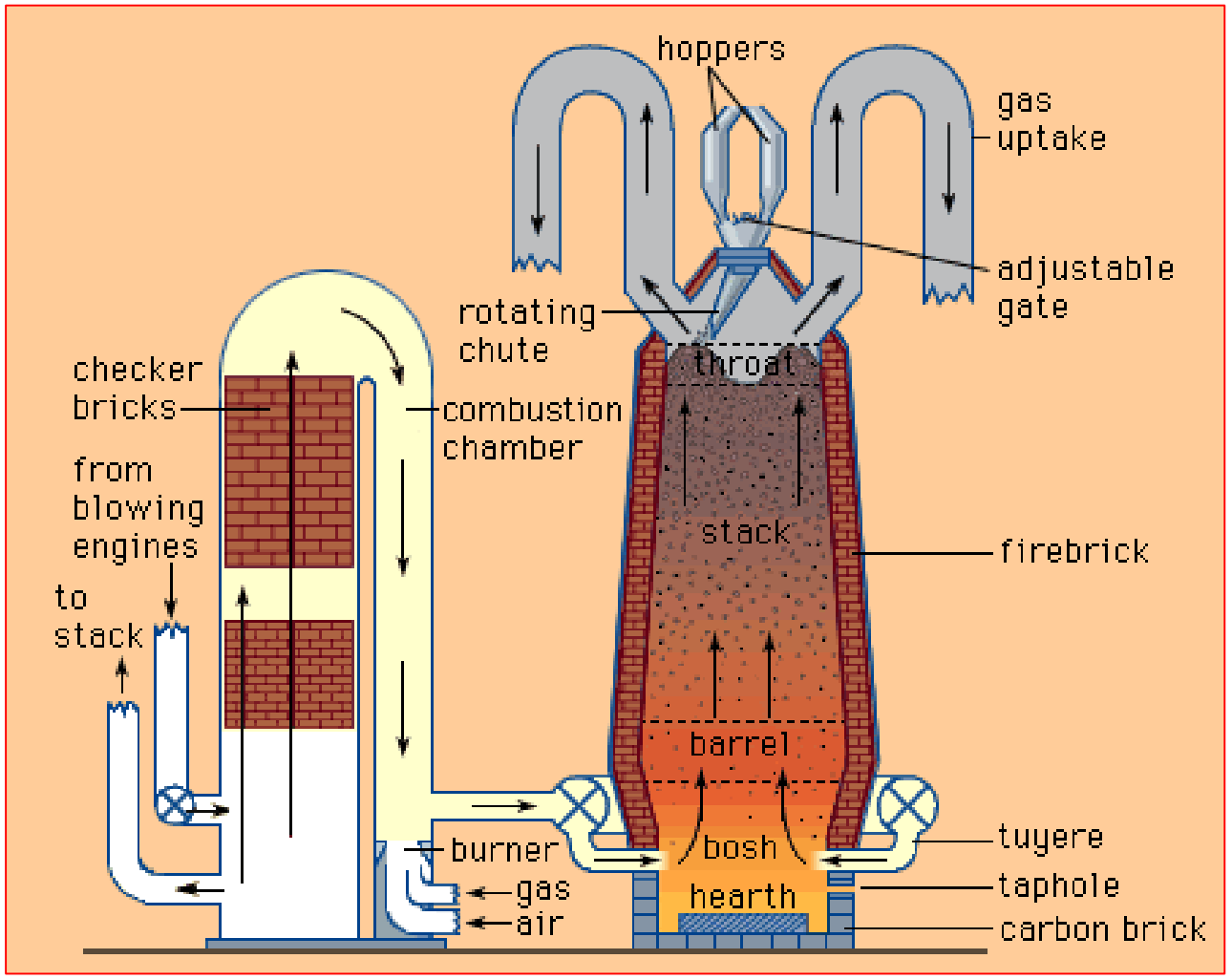
از پایین:

- آهن خام، حداکثر ۶٪ کربن، ۰,۵-۱,۲٪ سیلیسیوم، ۰,۲-۲٪ منگنز، ۰,۱۵-۰,۲٪ فسفر و ۰,۰۲-۰,۰۷٪ گوگرد
- سرباره مذاب، ۳۰-۴۰٪ سیلیکا، ۵-۱۵٪ آلومینا، ۳۵-۴۵٪ آهک، ۵-۱۵٪ منیزیا

- پیشگرم کردن هوای دم
- سوخت کوره بلند
- بارگیری کوره بلند
- سرباره

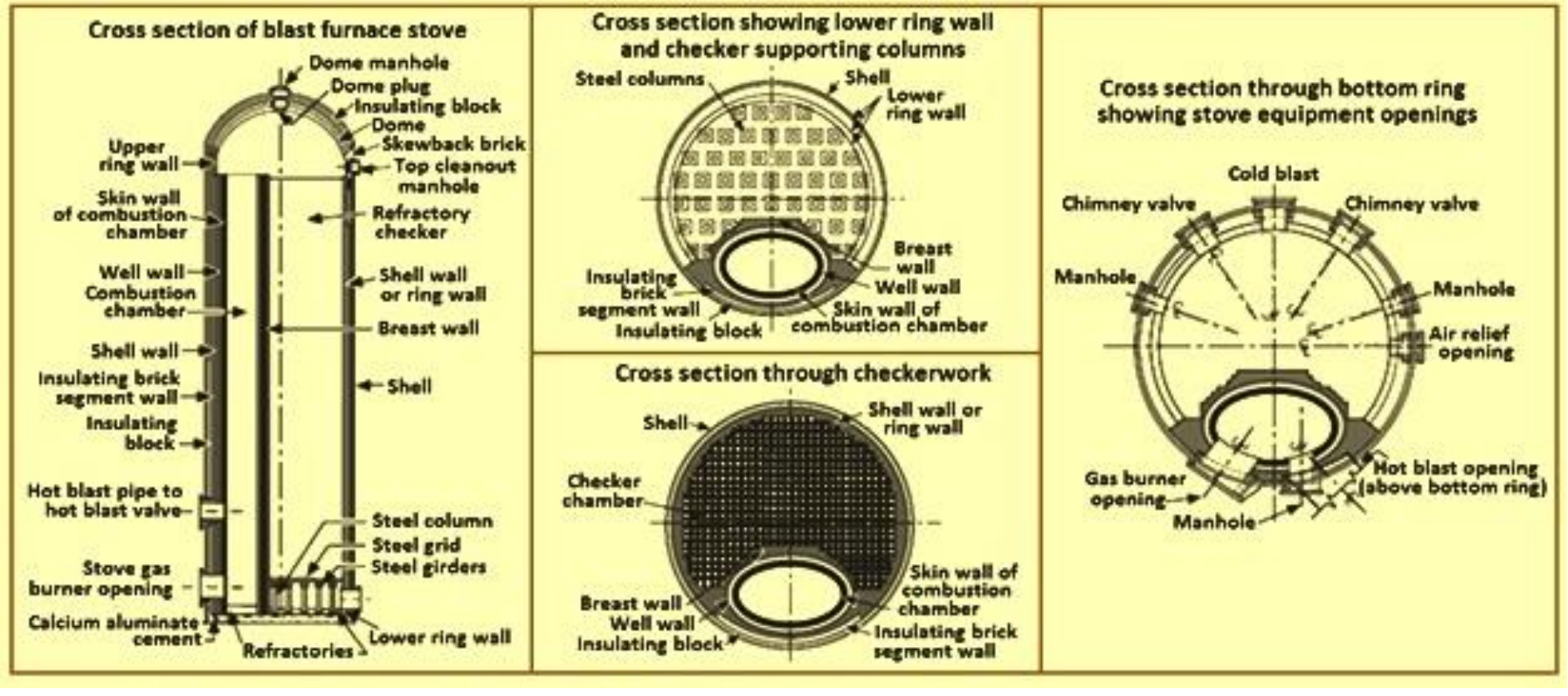
پیشگرم کردن هوای دم

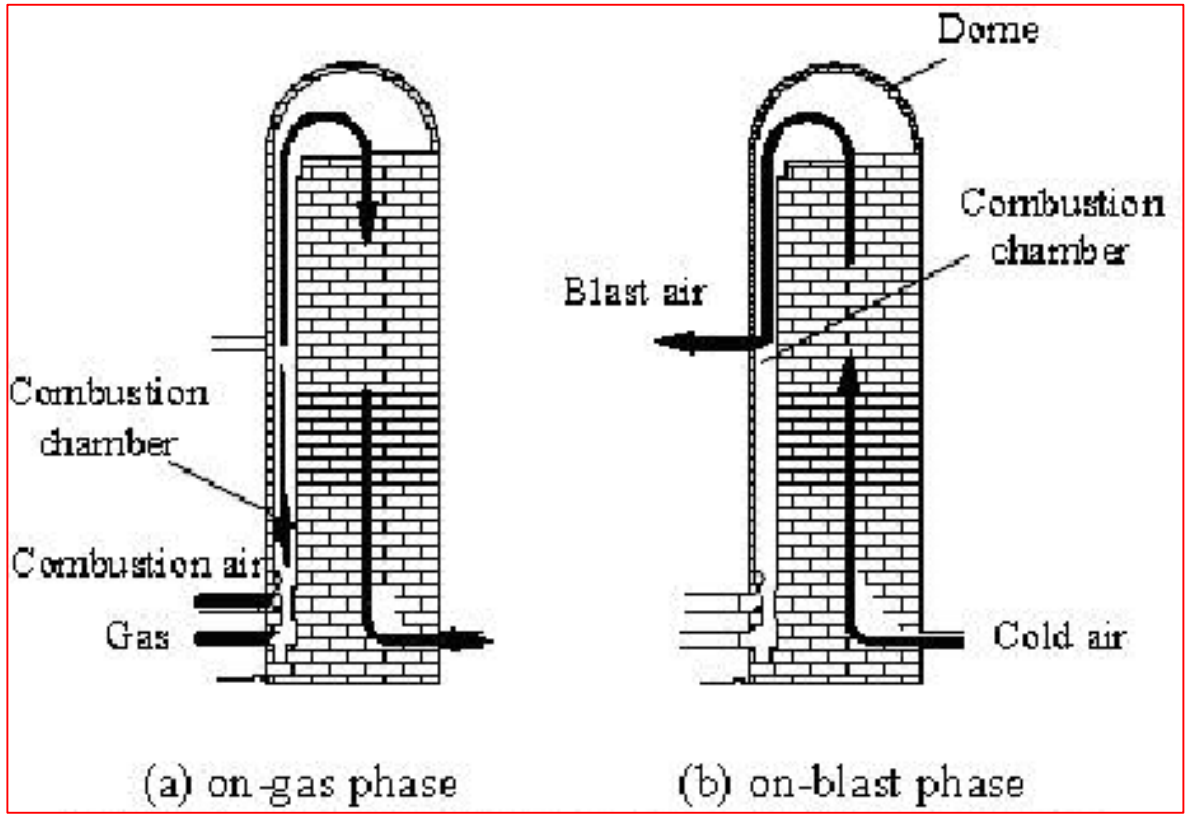
- مقدار اکسیژن هوا حدود ۲۷٪
- ممکن است بخار آب یا انواع سوختهای هیدروکربنی اضافه شود
- قسمت اعظم آن نیتروژن است
- هوای دم با دمای ۲۰۰-۳۰۰C خارج می شود
- بیشترین دما در جلوی دمنده ها حدود ۲۰۰۰C است
- کک گرانترین و ارزشمندترین ماده در کوره است
- استفاده از گرمای گاز خروجی



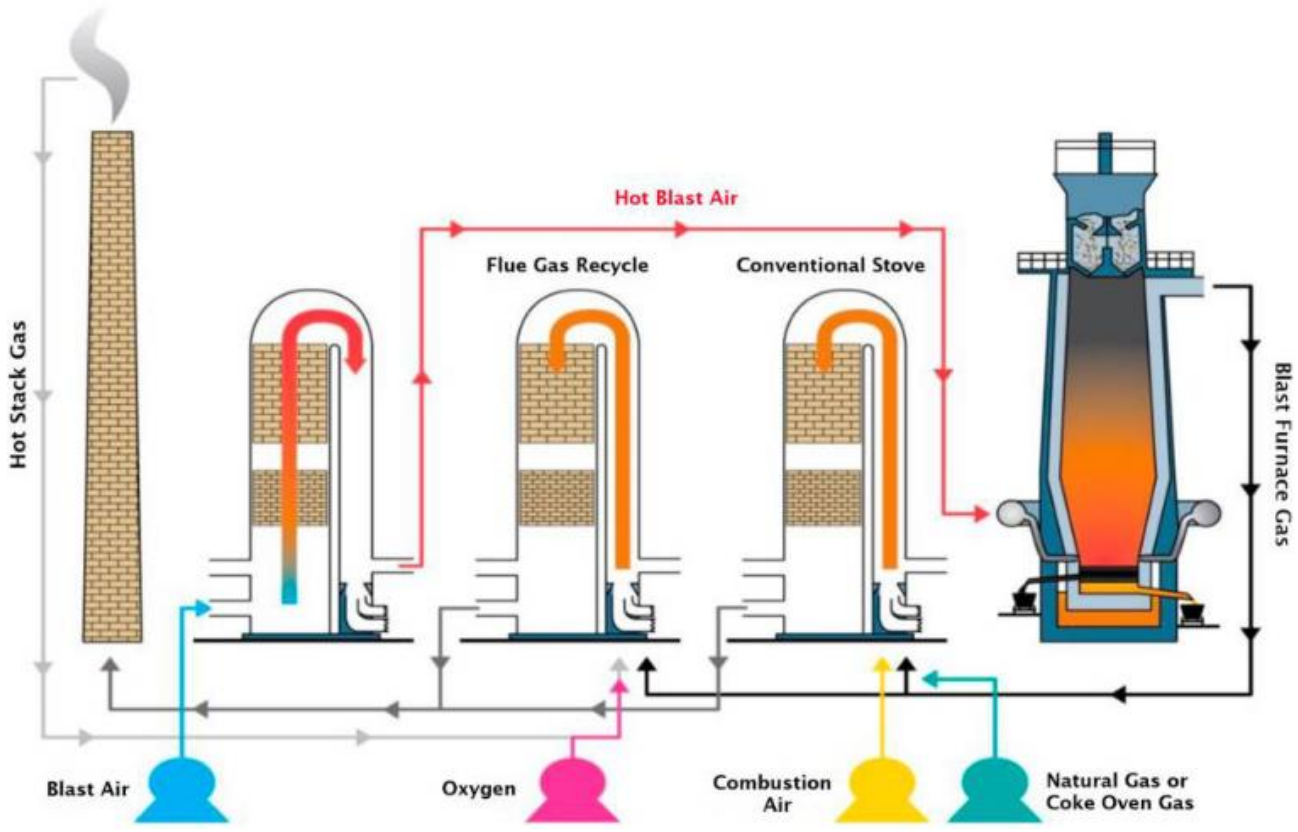
- مصرف هوا در کوره مدرن بالغ: $2.4m^3$ در دقیقه به ازای متر مکعب حجم مفید کوره
- برای حجم $5000m^3$، $10000-12000m^3$ هوا در دقیقه
- هوای دم تا ۱۲۰۰-۱۳۰۰C در اجاقهای مخصوص حرارت می بیند.
- قطر خارجی اجاق: ۹-۱۱ متر
- ارتفاع آن: ۵۵ متر
- پوسته: فولادی ۳۰mm
- دیواره: آجرهای نسوز رسی

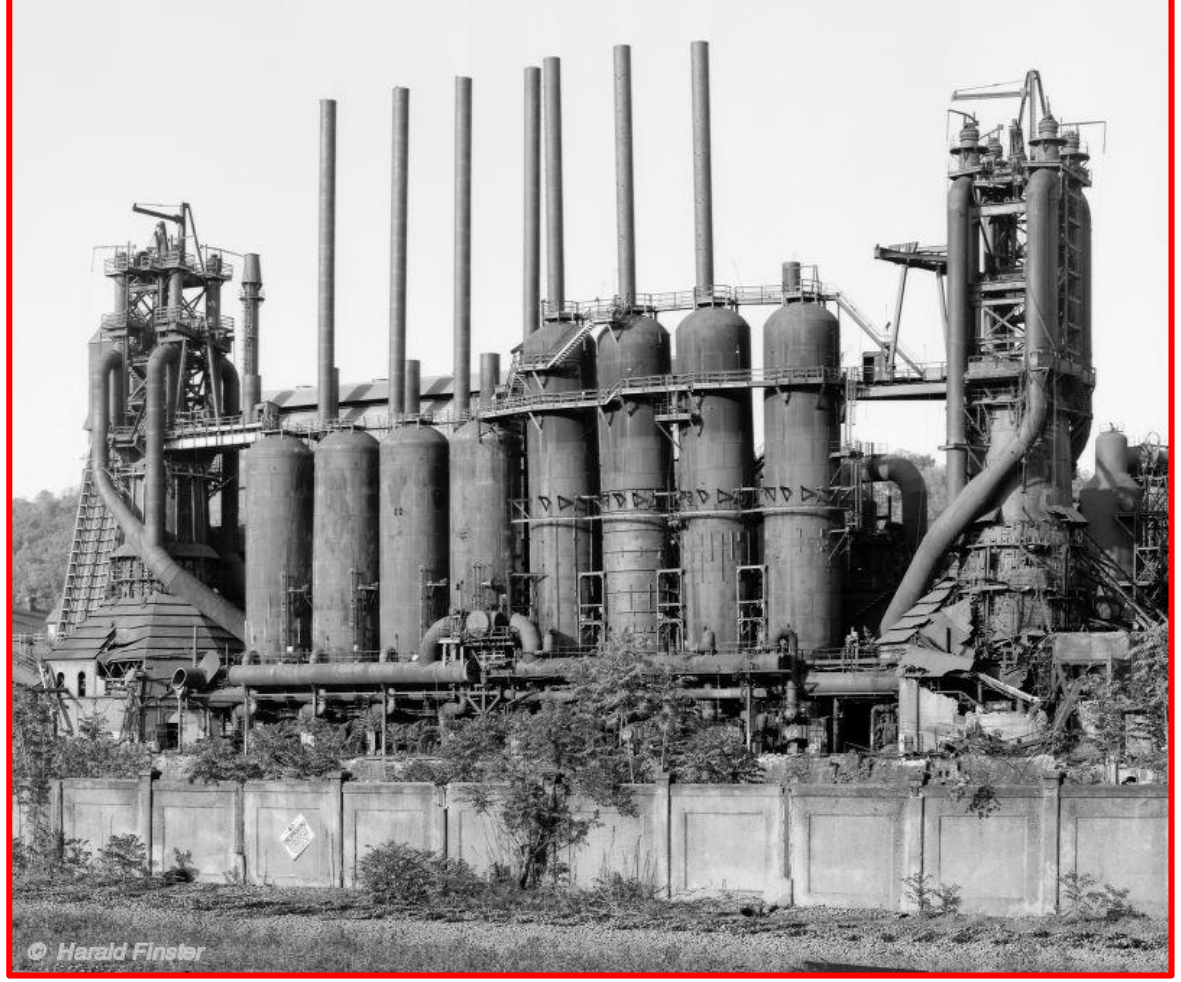
- فضای داخل اجاق دو قسمت است.
- محفظه سوخت، ۱۵-۲۰٪ سطح مقطع کل (بیضوی یا دایره)
- منطقه تبادل گرما به شکل لانه زنبوری





- گرم کردن اجاق با سوزاندن سوخت
- ورود گاز خروجی تصفیه شده به همراه مقدار کافی هوا به اجاق
- گرم شدن شبکه لانه زنبوری تا ۱۶۰۰C
- ورود هوای دم سرد، در خلاف جهت گازهای گرم کننده





- مرحله گرم کردن اجاق دو برابر مرحله گرم شدن هوا طول می کشد
- حداقل سه اجاق لازم است
- برای یک کوره چهار اجاق استفاده می شود.

سوخت کوره

- **کک**
- مهمترین و گرانترین سوخت کوره است
- اختراع آن در اوایل قرن ۱۸ میلادی توسط ابراهم داربی انجام شد.
- سوختهای جایگزین کک: نفت، گاز طبیعی، گاز کوره پخت کک، انواع سوخت جامد
- کاهش منابع زغالسنگ مرغوب کک سازی
- سوختهای کمکی از طریق دمنده های هوای دم وارد می شوند

وظایف کک:

- فراهم کردن قسمت اعظم انرژی گرمایی مورد نیاز
- فراهم کردن کربن و CO برای احیای اکسیدهای آهن
- **بوجود آوردن بستر نفوذپذیر برای عبور گاز**
- کربوریزه کردن آهن مذاب
- احیای برخی اکسیدها

کک متالورژیکی

- اندازه دانه کک: ۷۰-۳۰mm
- ۹۰٪ آن ۵۵-۴۵mm است
- مصرف کک: ۴۰۰kg به ازای تن آهن خام
- چگالی کک : ۰,۷۸g/cm^3 و چگالی گندله: ۲,۲-۲g/cm^3

- از زغالسنگ ساخته می شود.
- زغالسنگ حاوی کربن، اکسیژن، هیدروژن، نیتروژن، گوگرد و مواد نسوز است.

- زغالسنگ مناسب:

۸۰-۹۲٪ کربن، ۲۰-۳۵٪ مواد فرار

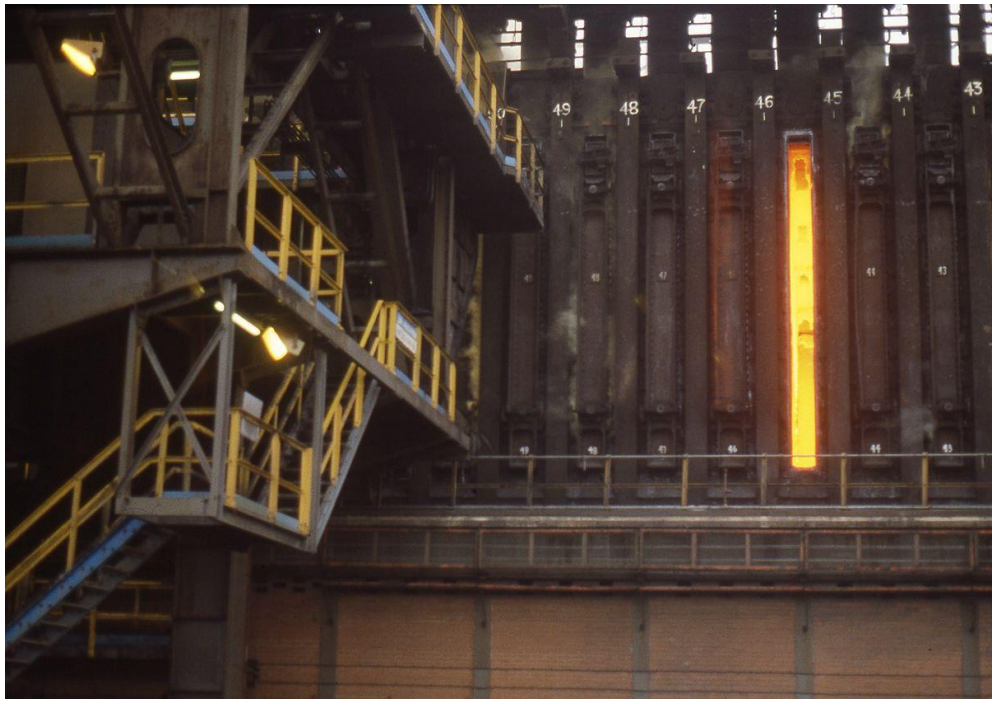
- تبدیل زغالسنگ به کک توسط پروسه کربوریزاسیون انجام می شود.

- حداکثر دمای کک سازی: ۹۰۰-۱۲۰۰C

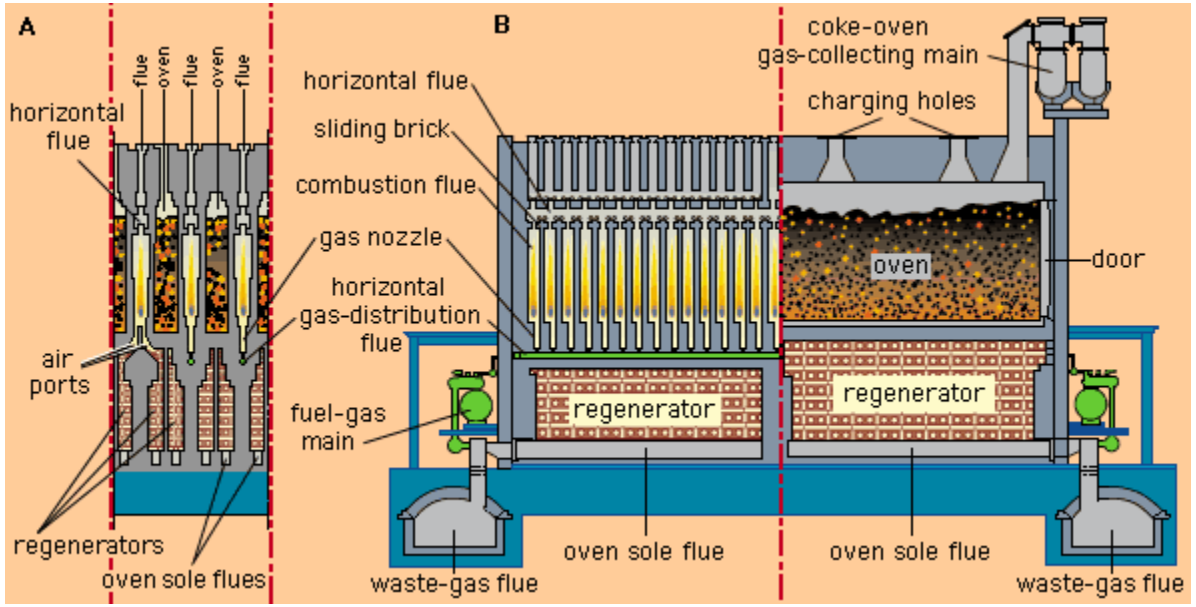
دمای بالا= استحکام بالای کک

دمای پایین= نرخ سوختن بالاتر کک

- مواد فرار: قیر، آمونیاک و بنزول


49
48
47
46
45
44
43

alamy


A
B
flue
oven
flue
oven
flue
horizontal flue
air ports
regenerators
oven sole flues
horizontal flue
sliding brick
combustion flue
gas nozzle
horizontal gas-distribution flue
fuel-gas main
coke-oven gas-collecting main
charging holes
oven
door
regenerator
regenerator
oven sole flue
oven sole flue
waste-gas flue
waste-gas flue

65
67
68
69

- کربوریزاسیون ۱۲-۲۰ ساعت طول می کشد.

- سرد کردن کک داغ:
  - با بخار آب
  - با گاز خنثی

شاخصهای کیفیت کک:

- ترکیب شیمیایی
- فعالیت شیمیایی
- اندازه دانه مناسب
- پایداری حرارتی
- خواص فیزیکی و استحکام

	Specification	Unit	Charcoal	Coke
Fixed carbon (%)		%	65 – 85 (90-94)	86-88 %
Volatile matter (%)		%	15-35 (5-9)	≤1
Ashes		%	0.4-4	10-12
Ash composition:	SiO_2	%	5-25	25-55
	Fe_2O_3	%	1-13	5-45
	Al_2O_3	%	2-12	13-30
	P_2O_5	%	4-12	0.4-0.8
	CaO	%	20-60	3-6
	MgO	%	5-12	1-5
	K_2O	%	7-35	1-4
Compressive strength	[8]	kg/cm^2	10-80	130-160
Volume weight		kg/m^3	180 -350	500-550
Electrical resistance		ohm·m	high	low
CO_2-reactivity	AC-method		3-4	0.1
CO_2-reactivity	NTNU/SINTEF[11][12]		Medium-high	Low-medium
Slag-reactivity 1600°C	SINTEF [10]		(see below)	(see below)
SiO-reactivity	SINTEF [9]	ml SiO (g)	200-1100	1500-2000

ترکیب شیمیایی:

- ۸-۱۲٪ خاکستر، ۰,۵-۱,۳٪ گوگرد، حدود ۱٪ مواد فرار، احتمالا تا ۶٪ آب و بطور میانگین ۰,۰۵٪ فسفر

- اگر ۱٪ خاکستر کم شود، ۳-۶٪ تولید افزایش می یابد و مصرف کک ۴-۵٪ کاهش می یابد.

فعالیت شیمیایی:

- سرعت واکنش بین کک و فازهای گازی از قبیل اکسیژن و CO_2
- دمای پخت

اندازه دانه

- نفوذپذیری بستر و استحکام مکانیکی

پایداری حرارتی

- اندازه ذرات، یکنواختی در ساختار، حداقل ناخالصی، دمای بالای پخت

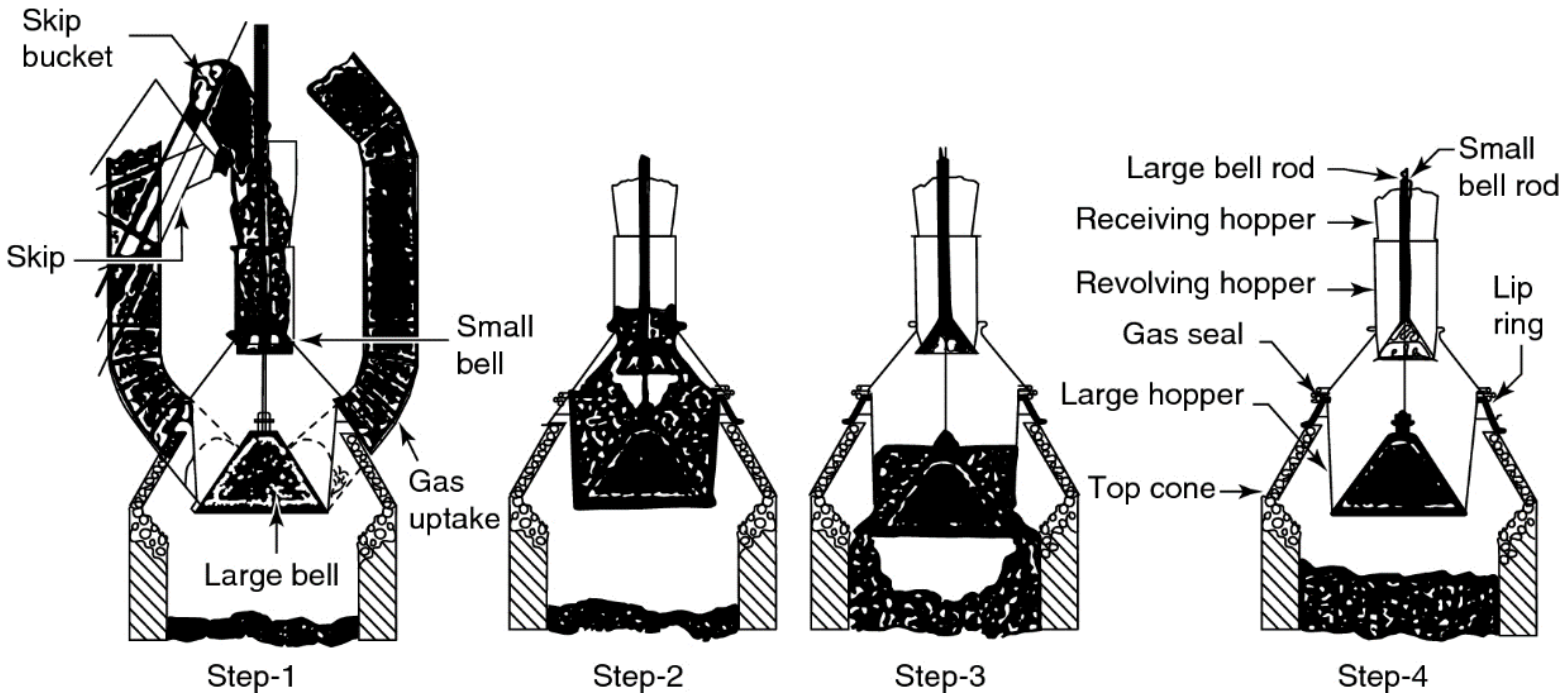
خواص فیزیکی و استحکام

بارگیری کوره بلند

- شارژ شامل مواد حاوی اکسید و انواع فلاکس
- ضخامت هر لایه: ۰,۵-۱ متر (لایه شارژ و لایه کک)
- پخش یکنواخت مواد ورودی = بالا رفتن یکنواخت گاز در کوره

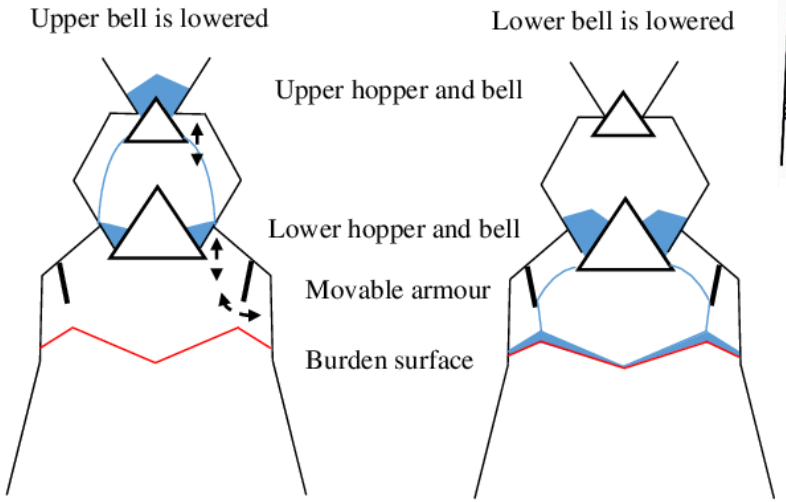
روشها:

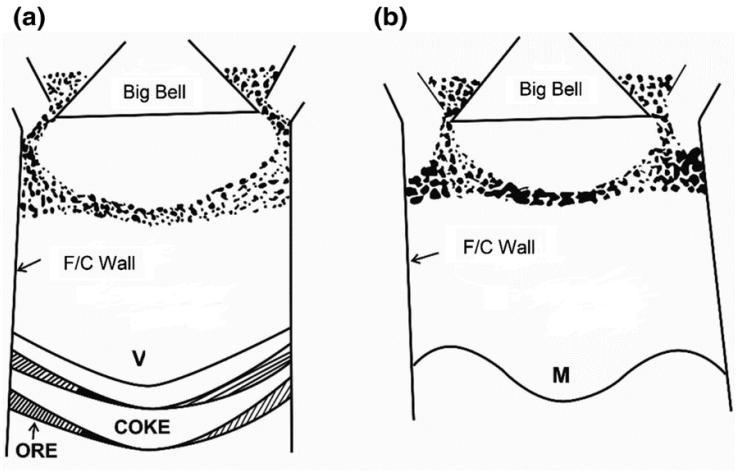
- روش استفاده از زنگ
- روش Paul Wurth



روش استفاده از زنگ:

- حداقل دو زنگ
- هر چی تعداد زنگها بیشتر == پخش بار یکنواخت تر
- زنگها هم محور و ولی مستقل از یکدیگر
- قبل از هر بار پایین آمدن زنگ کوچک، ۶۰ درجه می چرخد
- پس از ۵-۶ بار، قیف زنگ بزرگ پر می شود
- فشار هوای داخل کوره؟ شیر تنظیم فشار



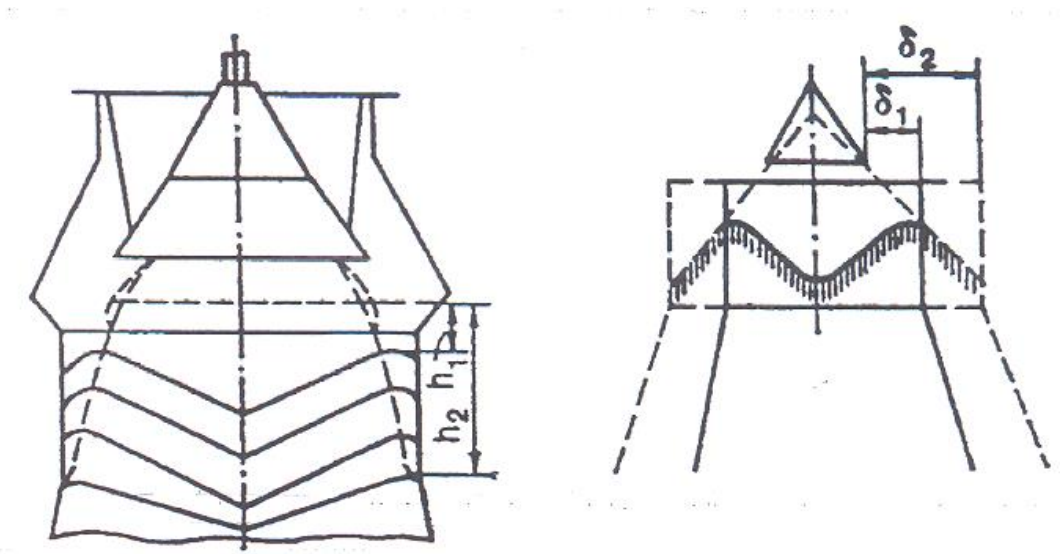


کنترل نفوذپذیری بستر

- تمایل گاز بر اینست که از کناره ها بالا رود.

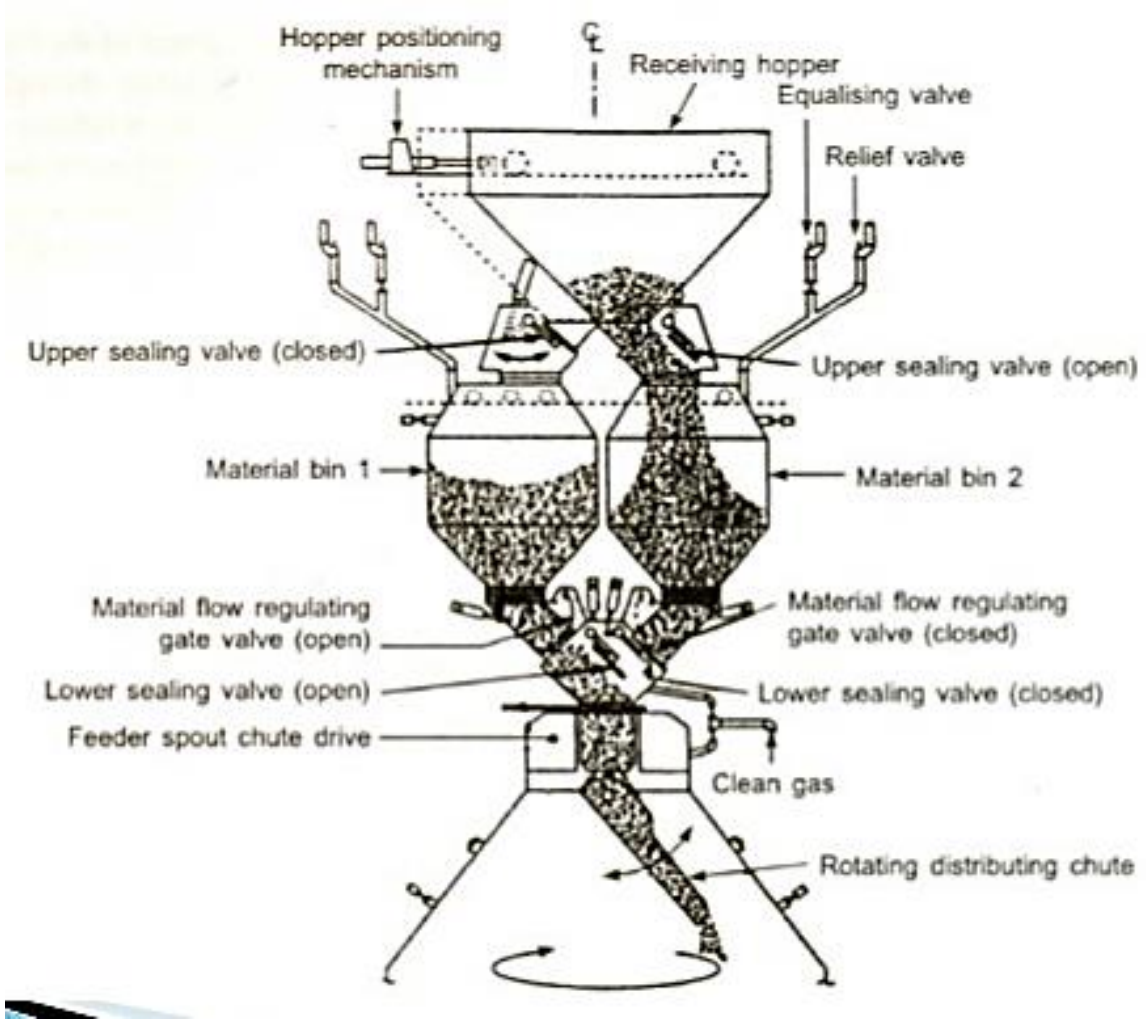
- عوامل:

۱. فاصله بین لبه زنگ بزرگ و دیواره دهانه
۲. سطح مواد جامد در کوره هنگام بار زدن
۳. ماهیت مواد ورودی

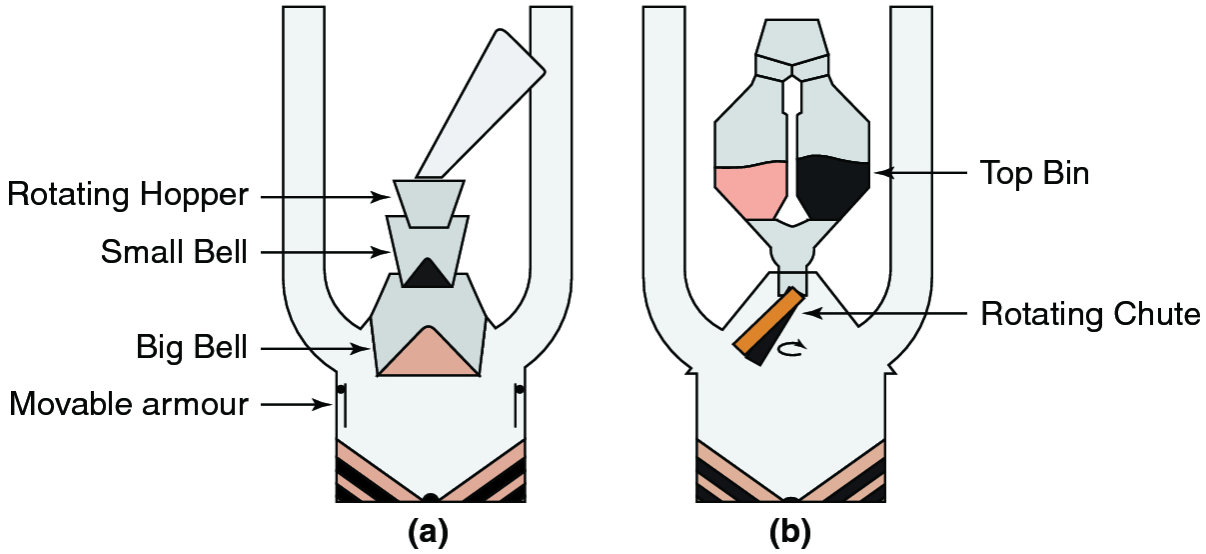


روش پخش بار Paul Wurth:

- ۱۹۷۰ مطرح شد
- معایب زنگ: عدم پخش یکنواخت بار و ایجاد فرسایش زیاد در بدنه زنگ بزرگ



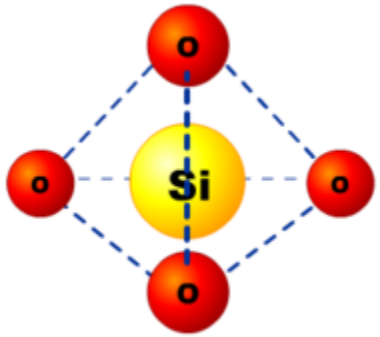
- در این سیستم دو دریافت کننده دارد.
- مواد شارژ به نوبت وارد دریافت کننده و به داخل کوره تخلیه می شوند.

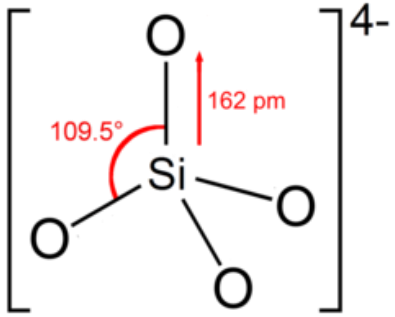

Rotating Hopper
Small Bell
Big Bell
Movable armour
(a)
Top Bin
Rotating Chute
(b)

سرباره (Slag)

- مخلوط مذابی از اکسیدها و سیلیکاتهای فلزات
- سایر ترکیبات موجود: فسفاتها، بوراتها، کربناتها، کاربیدها و ...

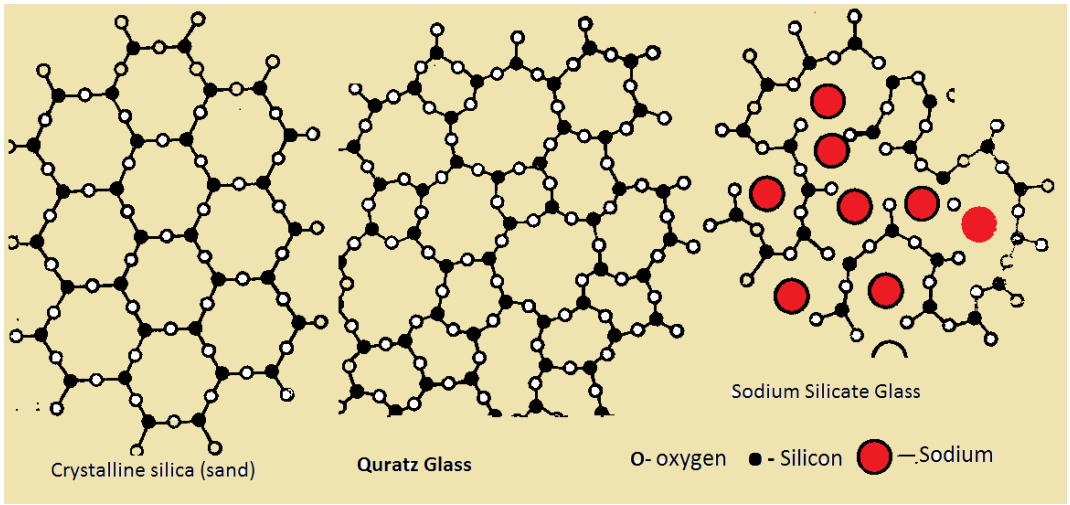
- **منشا سرباره؟؟**
- **نقش سرباره:**
  - حفاظت از مذاب در مقابل آلودگی اتمسفری و محصولات احتراق
  - جذب مواد ناخواسته جامد و مذاب
  - عایق حرارت برای مذاب
  - نگهداری و کنترل مواد مخصوص تصفیه فلزات





- برای عملکرد مناسب، خصوصیات سرباره:
  - نقطه ذوب پایینتر از فلز مذاب = سرباره مذاب و سیال (افزودن فلورسپار و آهک)
  - چگالی کمتر از فلز مذاب = قرار گرفتن در بالای مذاب
  - ترکیب شیمیایی مناسب
  - عدم ایجاد خورندگی در دیواره نسوز کوره
  - فشار بخار پایین

Type	Amount [%]	Type	Amount [%]
SiO_2	36,9	SO_3	0,2
CaO	42,8	Na_2O	0,53
MgO	6,5	K_2O	0,56
Fe_2O_3	2,5	S	0,7
Al_2O_3	6,3	Chlorides	0,07
TiO_2	0,67	H_2O	0,4
Mn_2O_3	0,24		



ضریب بازیسیته (Basicity):

- ترکیبات قلیایی: CaO، MgO، FeO و MnO
- ترکیبات اسیدی: SiO_2، Al_2O_3، P_2O_5 و Fe_2O_3

$$\frac{\text{weight \% CaO}}{\text{weight \% SiO}_2}$$

$$\frac{wt\%CaO}{wt\%SiO_2 + wt\%Al_2O_3} \qquad \frac{wt\%CaO}{wt\%SiO_2 + wt\%P_2O_5}$$

باز اضافی

- مقدار اکسید قلیایی باقیمانده پس از خنثی شدن تمام اکسیدهای اسیدی توسط اکسیدهای بازی
- فرض کنید در یک سیستم CaO و ترکیبات اسیدی: SiO_2 و P_2O_5 باشد:
- $2CaO.SiO_2$ و $3CaO.P_2O_5$

$$B=wt\%CaO-1.86wt\%SiO_2-1.19wt\%P_2O_5$$

$$\frac{2CaO}{SiO_2}=\frac{112}{60}=1.86$$