

# سایر روشهای تولید آهن

---

# روشهای احیای مستقیم

- تعریف: پروسه ای که در آن آهن فلزی در دمایی پایینتر از دمای ذوب تمام مواد موجود در خاکه آهن

- محصول: آهن اسفنجی



گندله آهن



آهن اسفنجی



بریکت آهن اسفنجی

## پروسه های تولید آهن به روش احیای مستقیم:

- احیای گازی در کوره های عمودی: Armco, Hyl III, Midrex و قائم == بیش از ۹۰٪ آهن اسفنجی جهان
- احیا در حالت جامد به کمک رغالسنگ در کوره گردان: SI/RN و Accer == ۷/۵٪
- احیای گازی در بستر ثابت: HYL I و HYL II == کمتر از ۱٪
- روشهای استفاده از بستر سیال: Fior و Finmet == حدود ۲٪

# تفاوت کوره بلند با روشهای احیای مستقیم

احیای مستقیم	کوره بلند	
آهن اسفنجی (توده جامد)	آهن خام (مذاب)	محصول
۸۵۰-۹۵۰C	۱۸۰۰-۲۰۰۰C	دمای فرآیند
کمتر	زیاد	سرعت واکنش
نصف	زیاد	تولید CO <sub>2</sub>
کمتر	بیشتر	هزینه



### Dry Gas

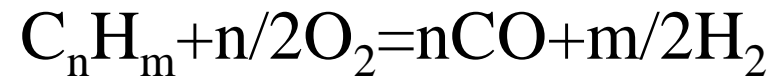
n-Butane	0.1
Carbon Dioxide	0.5
Ethane	3.1
Iso-Butane	0.1
Methane	94.4
Nitrogen	1.1
Pentanes Plus	0.2
Propane	0.5
Total	100.0%

سوخت و مواد احیا کننده:

• گاز طبیعی

• 90% CH<sub>4</sub>, 4% C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, 1% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, 4% N<sub>2</sub>, 1% CO<sub>2</sub> and S

• تبدیل به H<sub>2</sub> و CO



• **درجه احیا:** کاهش میزان اکسیژن نمونه نسبت به کل اکسیژن اولیه نمونه

• **درجه فلزی آهن اسفنجی:** نسبت آهن فلزی به کل آهن موجود در آهن اسفنجی

# روش HYL I و HYL II

- شرکت Hylsa از سال ۱۹۵۳

Each HyL plant consists of a gas reformer and four reactors

از سه قسمت تشکیل شده:

- تاسیسات لازم برای احیای گندله های کانی آهن
- راکتورهای لازم برای تولید گاز احیا کننده
- تجهیزات جنبی و پشتیبانی

- روش غیرمداوم

In a 12 hours cycle each reactor goes through four steps of about 3 hours each.

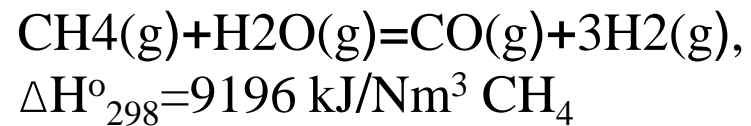
## دوره کاری:

- دوره اول: بارگیری کوره با گندله های سنگ آهن و تخلیه آهن اسفنجی
  - دوره دوم: احیای اولیه گندله های سنگ آهن
  - دوره سوم: احیای نهایی گندله های نیمه احیا
  - دوره چهارم: سرد کردن و کربن دهی آهن اسفنجی
- هر مرحله تقریبا سه ساعت



## احیا در دو مرحله:

- مرحله اول: تزریق گاز احیا کننده نیمه مصرف شده
- مرحله دوم: استفاده از گاز احیا کننده با قابلیت احیا کنندگی بالا



## تولید گاز احیا کننده:

- از اکسایش جزئی گاز طبیعی (عمدتا متان) با بخار آب
- ابتدا گوگردزدایی، حرارت تا  $350^\circ\text{C}$ ، مخلوط شدن با بخار آب تا  $430^\circ\text{C}$  و سپس حرارت در  $500^\circ\text{C}$

## تفاوت HYL I با تفاوت HYL II:

- استفاده مطلوب تر از تجهیزات
- افزایش بازده انرژی

# روش HYL III

- روش مداوم

- استفاده از بستر متحرک

- کوره: کوره عمودی،

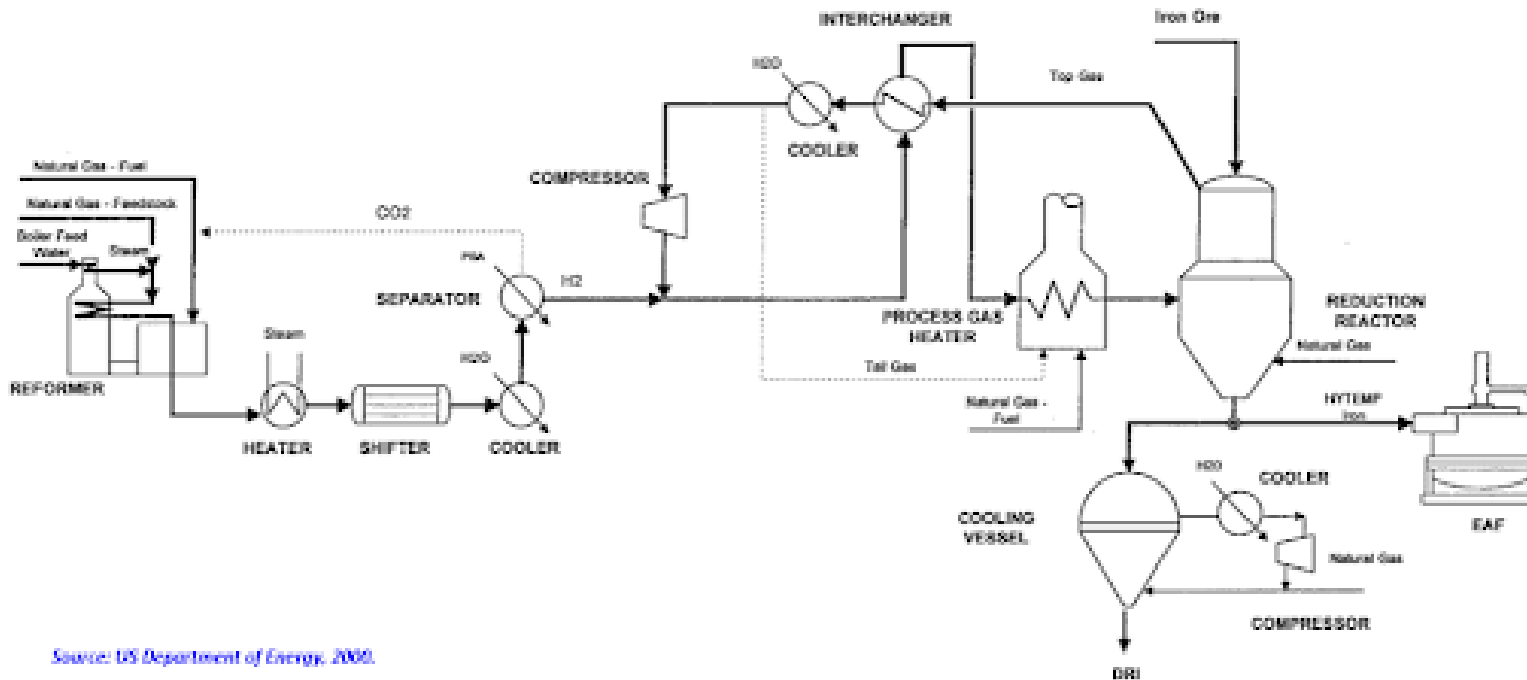
- احیاگر: گاز طبیعی تبدیل شده

- مواد ورودی: گندله و کلوخه

- درجه احیا: ۹۰٪

- دما: ۸۵۰ C

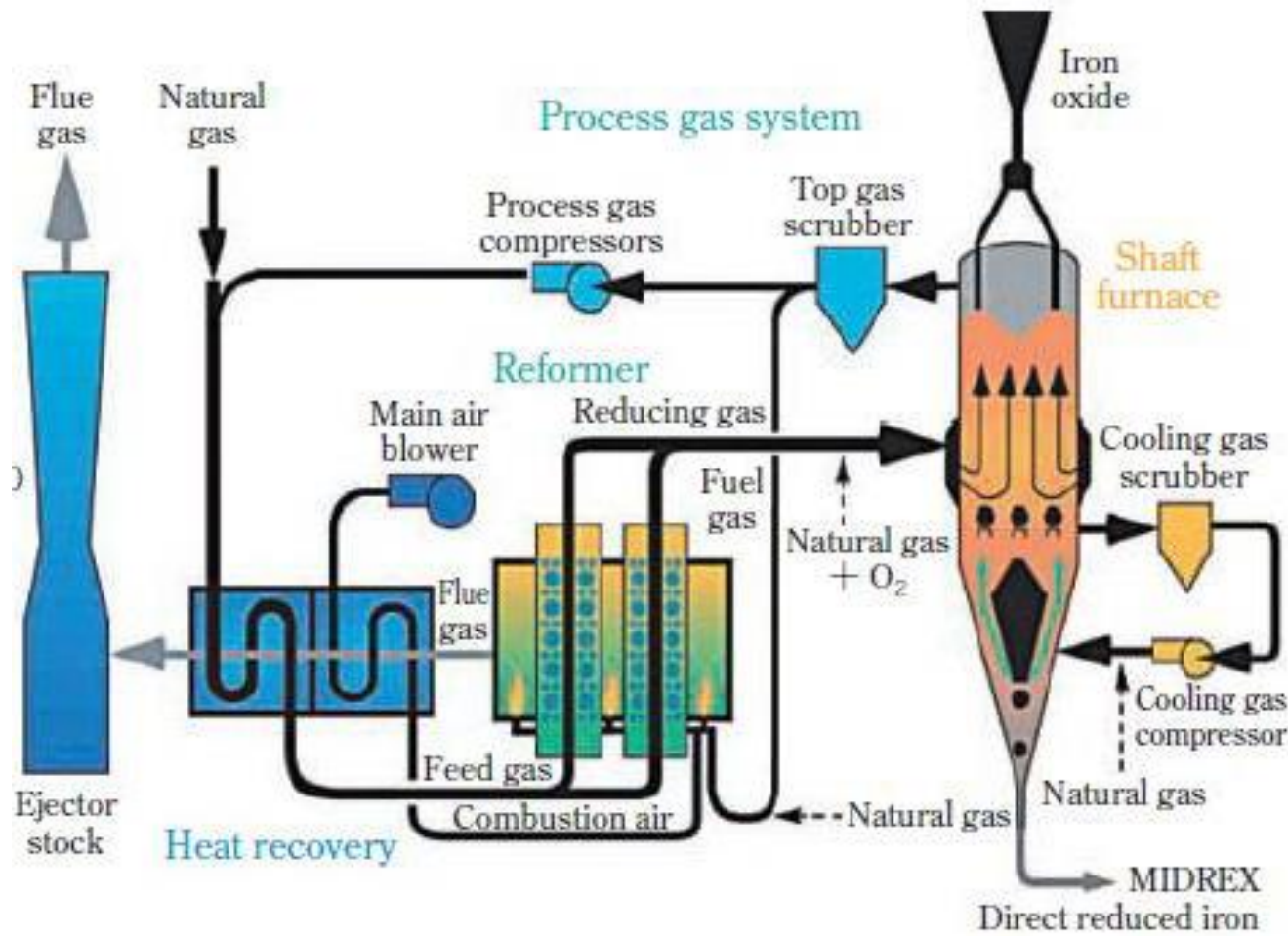
HYLSA PROCESS FLOWSHEET



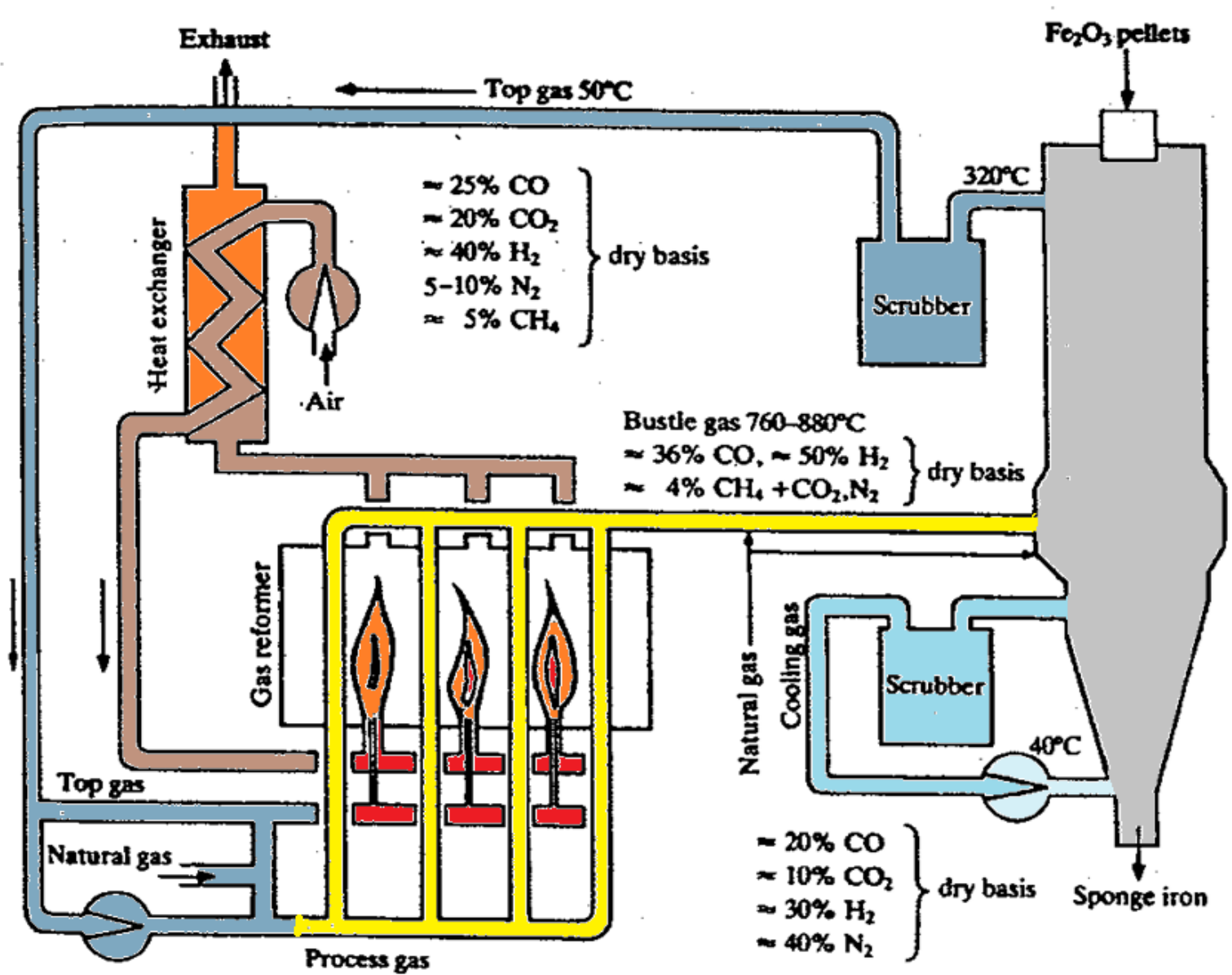
## ویژگیها:

- تولید گاز احیا کننده از گاز طبیعی توسط بخار آب
- غنی بودن گاز احیا کننده از هیدروژن با قابلیت احیای سریع و دمای بالا
- مستقل بودن بخش تولید گاز احیا کننده از بخش احیا
- فشار زیاد گاز احیا کننده تا حدود ۵ اتمسفر برای احیا
- تمیز بودن نسبی محیط کار کوره احیا
- ...

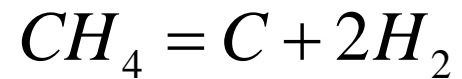
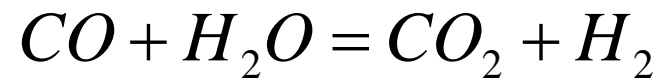
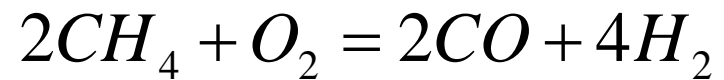
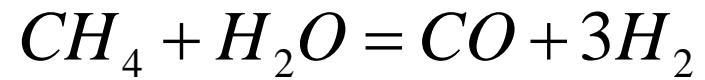
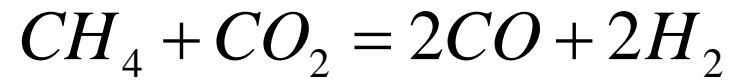
# روش میدرکس



- کوره: کوره عمودی،
- احیاگر: گاز طبیعی تبدیل شده
- مواد ورودی: گندله و کلوخه
- درجه احیا: ۹۲٪
- دما: ۹۵۰C

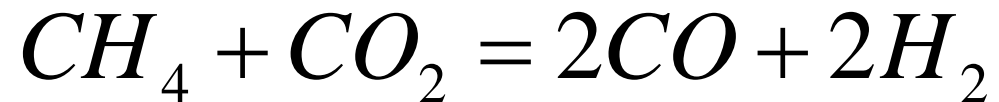


• واکنشهای تولید گاز احیاگر:



# روش قائم

- کوره: کوره عمودی،
- احیاگر: گاز طبیعی تبدیل شده
- مواد ورودی: گندله و کلوخه
- درجه احیا: ۹۴٪
- از سوختن ناقص گاز طبیعی

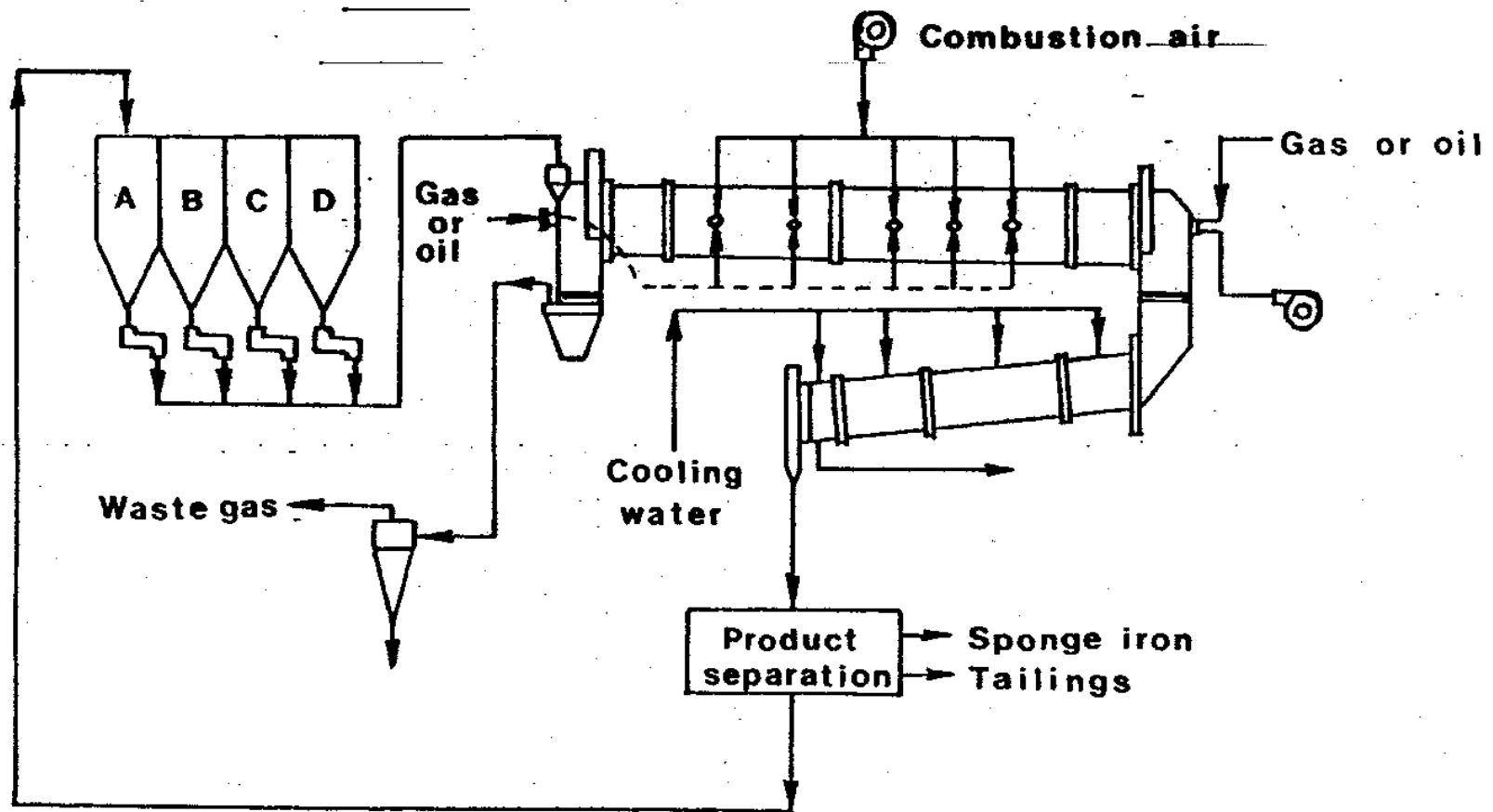






# روش SL/RN

- کوره: کوره گردان
- احیاگر: انواع زغالسنگ، گاز طبیعی
- مواد ورودی: گندله و کلوخه
- درجه احیا: ۹۵٪



A return coal; B fresh coal; C dolomite/limestone;  
 — D lump ore/pellets

