

جلسه ۲:

سوخت های فسیلی (۱)

درس: انرژی و توسعه پایدار

دکتر علی رضا بازارگان

info@environ.ir

Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

1

سوخت

- سوخت به هر ماده ای گفته می شود که می تواند تحت شرایطی از خود انرژی آزاد کند
- سوخت ها می توانند جامد، مایع، یا گاز باشند
- سوخت های فسیلی عبارتند از زیست توده هایی که در زیر لایه های زمین برای سالیان طولانی محصور شده اند
- استفاده بیرویه از سوخت های فسیلی، منجر به توسعه "نا" پایدار میشود پس باید برای آن ها جایگزین پیدا کنیم

Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

2

سوخت فسیلی

 $H/C \cong 0.7$ (methane) $H/C=4$ 

Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

3

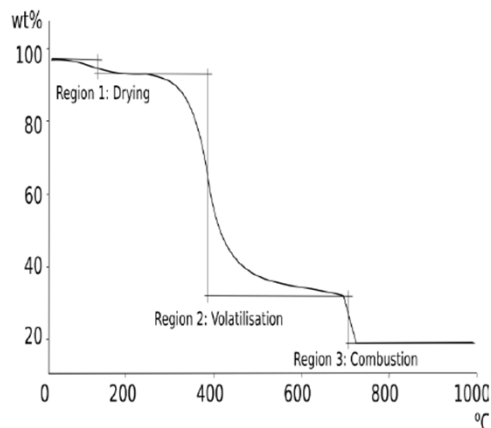
اجزاء ذغال سنگ

- از احتراق ذغال سنگ، مقداری خاکستر باقی می ماند (Ash) که اکسیدها و سولفات های ترکیبات معدنی هستند
- مواد فرار (volatile matter) آن بخشی از ذغال است که در عدم حضور اکسیژن در دمای بالا به فاز گاز در می آید (pyrolysis)
- اگر رطوبت، مواد فرار، و خاکستر را از ذغال حذف کنیم، آن چه باقی می ماند کربن ثابت (fixed carbon) نام دارد

Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

4

Proximate Analysis



5

ذغال سنگ

- اکثر جرم ذغال سنگ را کربن تشکیل می دهد. مواد تشکیل دهنده دیگر عبارتند از هیدروژن، سولفور، اکسیژن، و نیتروژن
- انواع مختلفی از ذغال سنگ داریم (ساختار، رطوبت، ارزش حرارتی)

Formation enthalpy and chemical reactions of the main oxidation products of coal

| Element | Symbol | Chemical reaction | Formation enthalpy, kJ/mol |
|----------|--------|---------------------------------------|----------------------------|
| Carbon | C | $C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2$ | -393,486 |
| Hydrogen | H | $H_2 + 0.5O_2 \rightarrow HO_2$ | -241,811 |
| Sulfur | S | $S + O_2 \rightarrow SO_2$ | -296,792 |

Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

6

انواع ذغال سنگ

- وقتی ذغال سنگ می سوزد، مقداری از انرژی برای تبدیل رطوبت به بخار مصرف می شود

Classification of coal by rank

| Rank | Description | Composition ^a | | | | | | | GCV, MJ/kg | Density, kg/dm ³ |
|---------------|-----------------------------------|--------------------------|---------|-----------|---------|---------|----------|-------------|------------|-----------------------------|
| | | C, % | H, % | O, % | S, % | N, % | Ash, % | Moisture, % | | |
| Anthracite | Brittle, hard, black lustrous | 75-85 | 1.5-3.5 | 5.5-9.0 | 0.5-2.5 | 0.5-1.0 | 4.0-15.0 | 3.0-6.0 | 27.9-31.4 | 1.35-1.70 |
| Bituminous | Black to dark brown, dense | 65-80 | 4.5-6.0 | 4.5-10.0 | 0.5-6.0 | 0.5-2.5 | 4.0-15.0 | 2.0-15.0 | 27.9-33.7 | 1.28-1.35 |
| Subbituminous | Dark brown to bright black, dull | 55-70 | 5.5-6.5 | 15.0-30.0 | 0.3-1.5 | 0.8-1.5 | 3.0-10.0 | 10.0-25.0 | 17.4-23.3 | 1.35-1.40 |
| Lignite | Brownish black with high moisture | 35-45 | 6.0-7.5 | 38.0-48.0 | 0.3-2.5 | 0.6-1.0 | 3.0-15.0 | 25.0-45.0 | 13.0-17.4 | 1.40-1.45 |

^aPercent by weight

Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

7

ارزش حرارتی

- ارزش سوختی برای هر سوخت به دو صورت می تواند بیان شود:
- Gross Calorific Value (GCV) = Higher Heating Value (HHV)
- Net Calorific Value (NCV) = Lower Heating Value (LHV)
- GCV برای حالتی است که محصولات احتراق به دمای اولیه سوخت آورده شود و بخار حاصله نیز میعان شود. NCV برای حالتی است که آب به صورت بخار باقی بماند (گرمای نهان تبخیر را کم می کنیم)

Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

8

تخمین ارزش سوختی

• با داشتن درصد وزنی اجزاء (Mason and Gandhi, 1983)

$$GCV = 2.326 \times [0.198(\%C) + 0.6203(\%H) + 0.0809(\%S) + 0.04495(\%A) - 5.153]$$

• و برای NCV (MJ/kg):

$$NCV = GCV - 0.22(\%H) - 0.02444(\%moisture)$$

CO₂

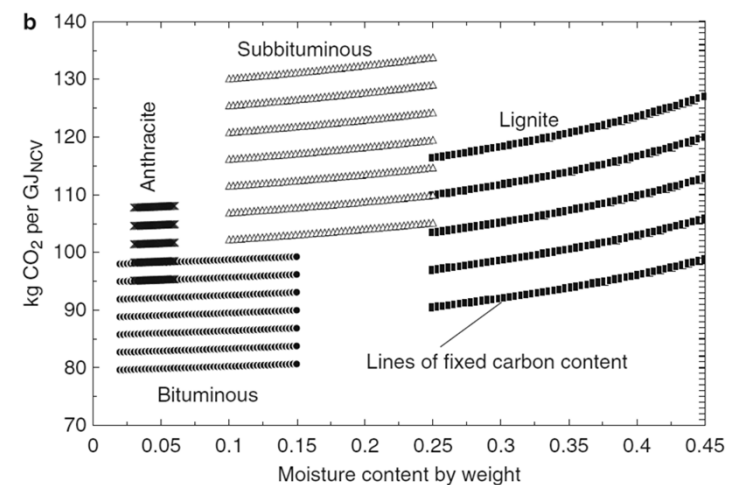
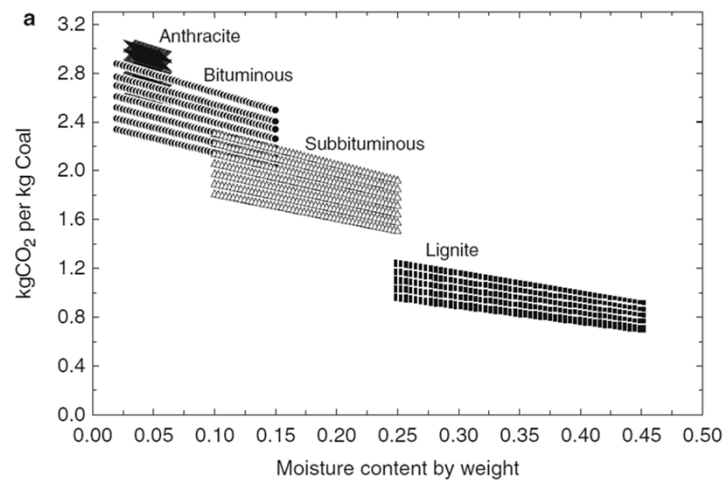
• طبق تعریف، هر ۱۲ گرم کربن، یک مول کربن است

• احتراق یک مول کربن، یک مول دی اکسید کربن تولید می کند

• هر مول دی اکسید کربن ۴۴ گرم وزن دارد

• پس اگر درصد وزنی کربن (خشک) و میزان رطوبت یک نمونه ذغال (خیس) را بدانیم، می توانیم جرم CO₂ احتراق نمونه خیس را به دست آوریم

$$mass\ CO_2 = \frac{44}{12} (\%C \cdot mass\ of\ fuel)(1 - w_w)$$



نفت

- عبارت petroleum حاصل دو عبارت **petra** به معنای سنگ در لاتین و **oleum** به معنای روغن است
- به طور کلی درصد وزنی تقریبی نفت:

%C = 83-87%

%H = 10-14%

%S = 0.5-6%

و مقدار بسیار کمی عناصر دیگر مانند فلزات

برش های نفتی

- نفت متشکل از تعداد بسیار زیادی مولکول هیدروکربن کوچک و بزرگ است که برای استفاده می بایست از هم جدا شوند

Naphthas, with 5 to 7 carbon atoms in the molecule (used mainly as solvents).
 Gasoline, with 8 to 11 carbon atoms, which is the basis of gasoline fuel for autos.
 Kerosene, with 12 to 15 carbon atoms, from which diesel fuel is extracted.
 Lubricating oils, with 16 to 19 carbon atoms; they have a high normal boiling point.
 Solid hydrocarbons, with over 20 carbon atoms; they have melting point at higher values than the ambient temperature and are classified, in order of increased molecular weight, as paraffins, wax, tar, and asphaltic bitumen.

Video clip inserted