

# الفصل السادس

## الاحتراق Combustion

الاحتراق من وجهة النظر الصناعية هو عملية يتأكسد فيها وقود ما بمرعة نتيجة لاحتراقه بالاكسجين الموجود في الهواء .

والاحتراق في اوسع معانيه يمكن تعريفه بأنه تفاعل كيميائي سريع لمكونات الوقود القابلة للاشتعال مع الاكسجين حيث تكون الحرارة محسوسة وتكون ضوء ولو ان الاخير يبدو احيانا خافتا حتى يقال ان الاحتراق يحدث بلهب لا لون له .

واية مادة تتحد مع الاكسجين بحيث تحدث الاحتراق يمكن وصفها بأنها قابلة للاحتراق على حين يقال ان الاكسجين هو المساعد على الاحتراق والمواد القابلة للاحتراق هي الخشب والفحم والزيت وكافة انواع الوقود ومن ثم كانت انواع الوقود هي المواد التي يسهل اتحادها مع الاكسجين الموجود في الهواء والمتوافرة تجاريا لإمداد الحرارة للاستعمالات الصناعية . اما المواد غير القابلة للاحتراق فليست وقودا . ومعظم هذه المواد قد حوت فعلا إلى اكسيد كالرمل والطوب والماء . . . الخ . واهم انواع الوقود مكونة من الكربون والايديروجين بنسبة متفاوتة . اما الكبريت فهو مكون اقل اهمية . ومن الجلي اذن ان منتجات الاحتراق الكامل للوقود هو ثاني اكسيد الكربون والماء وثاني اكسيد الكبريت وقد يكون الاحتراق غير كامل ويكون الناتج اول اكسيد الكربون .

ويستمد الاكسجين اللازم للاحتراق من الهواء . ويتكون الهواء الجوى اساسا من مخلوط من غازى الاكسجين والنروجين فلا شيء يحترق فى النروجين وتركيب الهواء .

$$٢١\% \text{ أ } : ٧٩\% \text{ ن } \text{ بالحجم}$$

$$٢٣\% \text{ أ } : ٧٧\% \text{ ن } \text{ بالوزن}$$

وتتولد الحرارة من كافة الأجسام عند احتراقها و كمية الحرارة الناشئة يمكن قياسها .

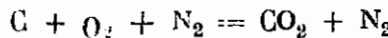
### قوانين الاحتراق :

١ — أن المادة المعدة للحرق يجب ان تكون ساخنة بدرجة كافية وتسمى هذه الدرجة بدرجة حرارة الإشتعال . Ignition temperature

٢ — يتعين وجود قدر كاف من الهواء .

٣ — يتعين وجود اتصال وثيق للغاية بين الوقود والهواء .

### ( ١ ) الاحتراق الكامل : Complete Combustion :



$$\text{Mol wt. } 12 + 32 + N_2 = 44 (12 + 32) + N_2$$

$$1 \text{ lb } 1 + \frac{32}{12} = \frac{44}{12}$$

$$1 + 2.67 = 3.67$$

٠٠ . ١ رطل من الكربون يحتاج إلى ٢٠٦٧ رطل أكسجين ليكون ٣٠٦٧ رطل ثاني أكسيد الكربون .

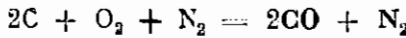
هذا التفاعل غير مصحوب بتغير في الحجم لأن حجومات الغازات قبل الاحتراق تساوى نفس الحجم بعد الاحتراق . أى بمعنى آخر لا يوجد انكماش أو تمدد في حجومات الغازات .

وبما أن الهواء يحتوى بالوزن ٣٣٪ (أ) ، ٧٧٪ (ن) .

٠٠ . وزن الهواء اللازم للحرق ١ رطل كربون احتراقاً كاملاً هو ١١٠٧ رطل

$$\frac{100}{23} \times \frac{32}{12} = 11.7$$

٢ - الاحتراق غير الكامل : Incomplete Combustion



$$\text{Mol wt. } 2 \times 12 + 32 + N_2 = 2(12 + 16) + N_2$$

$$24 + 32 = 56$$

$$1 \text{ lb } 1 + \frac{32}{24} = \frac{56}{24}$$

$$1 + 1.33 = 2.33$$

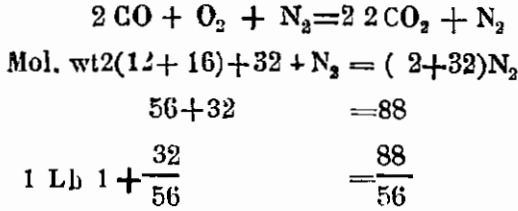
٠٠ . ١ رطل من الكربون يحتاج إلى ١٠٣٣ رطل أكسجين ليكون ٢٠٣٣ رطل أول أكسيد الكربون .

هذا التفاعل مصحوب بتغير في الحجم ( تمدد ) لأن حجومات الغازات بعد الاحتراق أكبر من حجومات الغازات قبل الاحتراق .

وزن الهواء اللازم لحريق رطل كربون احتراق غير كامل هو ٨ رطل

$$\frac{100}{23} \times \frac{32}{24} = 5.8$$

٣ - ولتكتملة الاحتراق غير الكامل :



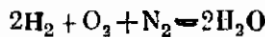
∴ كل ١ رطل أول أكسيد الكربون يتحد مع ٥٧ ر. أ كسجين ليكون  
٢٥٧ رطل من ثاني أكسيد الكربون .

هذا التفاعل مصحوب بانكماش في الحجم لان حجوم الغازات قبل الاحتراق  
أكبر من حجوم الغازات بعد الاحتراق .

وزن الهواء اللازم لحريق ١ رطل اول أكسيد الكربون لتكتملة الاحتراق  
إلى كامل هو ٢٥ رطل .

$$\frac{100}{23} \times \frac{23}{56} = 2.5$$

٢ - الاحتراق الكامل للهيدروجين :



$$\text{Mol wt. } 2 \times 2 + 32 = 2(2 + 16)$$

$$4 + 32 = 36$$

$$1 \text{ lb } 1 + \frac{32}{4} = \frac{36}{4}$$

$$1 + 8 = 9$$

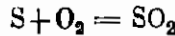
١ رطل ايدروجين يحتاج إلى ٨ رطل أكسجين ليكون ٩ رطل بخار ماء .

هذا التفاعل مصحوب بانكماش فى الحجم لان حجوم الغازات قبل الاحتراق اكبر من حجوم الغازات بعد الاحتراق .

وزن الهواء اللازم لحريق ١ رطل ايدروجين احتراق كامل هو ٥ر٣ رطل

$$\frac{32}{4} \times \frac{100}{32} = 3,5$$

٣ - الكبريت :



$$\text{Mol wt. } 32 + 32 = 64$$

$$1 \text{ lb } 1 + 1 = 2$$

١ - رطل من الكبريت يحتاج إلى ١ رطل من الاكسجين ليكونا ٢ رطل ثانى أكسيد الكبريت .

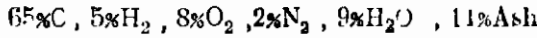
هذا التفاعل غير مصحوب بانكماش او تمدد فى الحجم لان حجوم الغازات قبل الاحتراق تساوى حجوم الغازات بعد الاحتراق .

وزن الهواء اللازم لحريق ١ رطل كبريت ليكون ثانى أكسيد الكبريت هو ٣ر٤ رطل .

$$\frac{100}{25} \times \frac{32}{32} = 4,3$$

مثال : عند تحليل عينة من الفحم كيمياويا كانت نتائج التحليل كما يأتي :

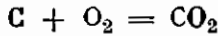
٦٥ ٪ ك ، ٥ ٪ يد ، ٨ ٪ أ ، ٢ ٪ ن ، ٩ ٪ بخار ماء .  
١١ ٪ رماد



أحسب أقل كمية من وزن الهواء اللازم لاحتراق رطل واحد من هذا  
الفحم احتراقا كاملا .

الحل :

الكربون :

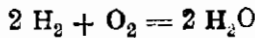


$$\text{Mol wt } 12 + 32 = 44$$

$$1 \text{ lb } \quad 1 + \frac{32}{12} = \frac{44}{12}$$

$$0.65 + \frac{32}{12} \times 0.65 = \frac{44}{12} \times 0.65$$

الايروجين :



$$4 + 32 = 36$$

$$1 + 8 = 9$$

$$0.05 + 0.05 \times 8 = 0.05 \times 9$$

وزن الأكسجين اللازم لاحتراق هذا الكربون احتراقا كاملا =

$$0.65 \times \frac{32}{12} + 8 \times 0.05 =$$

$$1.73 \times 0.04 =$$

$$= 2.13 \text{ رطل لكل رطل فحم}$$

وزن الأكسجين اللازم من الهواء =  $2.13 - 0.08 = 2.05$  رطل

لكل رطل فحم . . أقل كمية من الهواء اللازم لاحتراق رطل واحد من الفحم

$$= 2.05 \times \frac{1}{1.25} = 1.64 \text{ رطل لكل رطل فحم .}$$

مسائل :

١ — إذا كان تحليل عينة من الفحم هو

$$\text{Ash} = 5\% \quad \text{H}_2 = 4\% \quad \text{C} = 82\%$$

$$\text{S} = 1\% \quad \text{O}_2 = 5\%$$

$$\text{H}_2\text{O} = 2\% \quad \text{N}_2 = 1\%$$

أوجد :

١ — وزن الهواء اللازم لحرق رطل واحد من هذا الوقود

٢ — وزن نواتج الاحتراق الناتجة من حرق رطل واحد من هذا الوقود

٣ — كم كيلو جرام جزئي من الهواء يلزم لحرق ١ كيلو جرام جزئي من

البيوتان ليد. احتراقا كاملا. أوجد التركيب الوزني لنواتج احتراق البيوتان

احتراقا تاما . أوجد كذلك التحليل الحجمي لنواتج الاحتراق الجافة .