

4.3 GAZ ÖLÇÜMLERİ

Gaz bileşenlerinin ölçümü tozlardan biraz farklıdır, çünkü gazların mekanik olarak filtrelenmesi mümkün değildir.

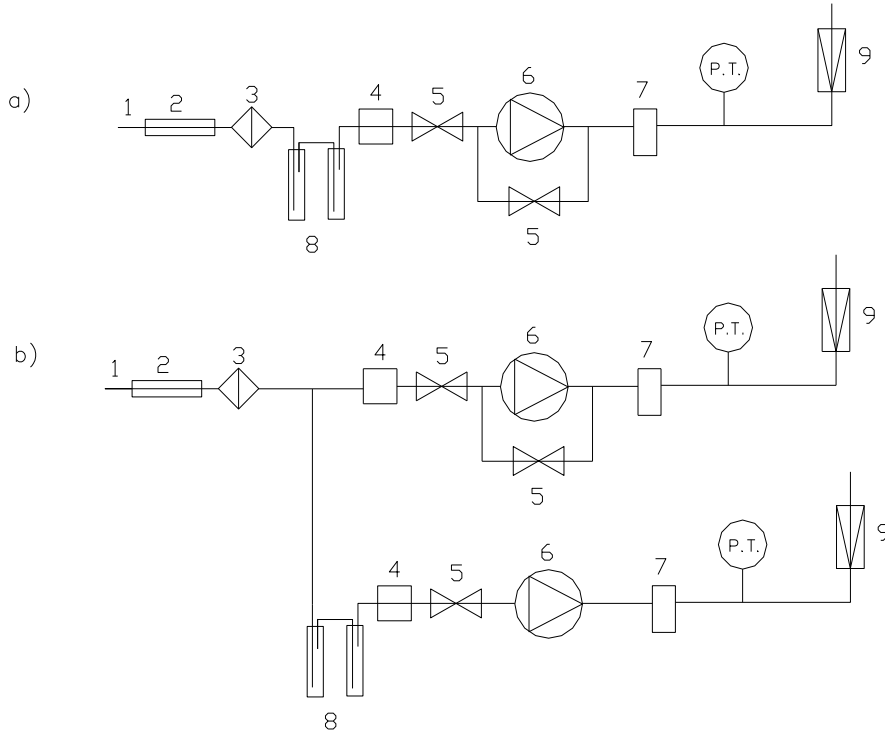
En yaygın yöntem gazların absorpsiyon ile bir çözelti içinde tutularak hava numunesinden ayrılmasından sonra çözelti içinde tutulan miktarın bazı fiziksel veya kimyasal yollarla belirlenmesidir. Bu miktar, ölçülen numune hacmine bölünerek konsantrasyon ölçülmüş olur.

Bunun için Şekil 4.5'deki gibi bir düzenek kullanılabilir. Absorblanmak istenen gaz, yıkama şişeleri içinde bulunan uygun bir absorblayıcı tarafından absorblanır. Bekleme süresi, yıkama şişesinin büyüklüğüne ve numunenin debisine bağlıdır.

$$t = \frac{V}{\dot{V}} \quad (4.10)$$

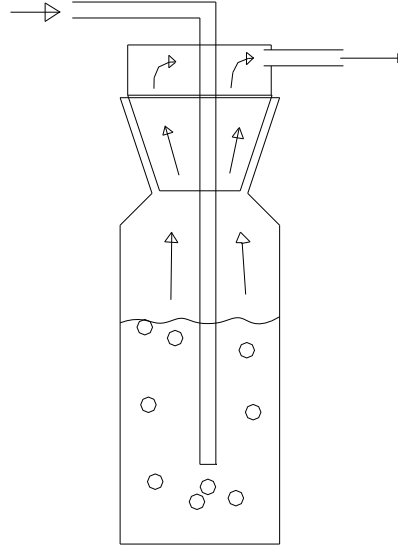
Bu süre absorpsiyonun tamamlanması için yeterli olmalıdır.

Tutulan kirletici miktarı ise uygun fiziksel veya kimyasal yöntemler kullanılarak belirlenir. Hava (veya baca gazı) numunesi debisi veya hacmi de ölçüldüğünde, böylece kirletici miktarının numune hacmine bölünmesiyle konsantrasyon hesaplanmış (ölçülmüş) olur.



- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1: Numune alma sondası | 2: Prob | 3: Filtre (toz tutucu) |
| 4: Kurutucu | 5: Akış kontrol vanası | 6: Emme ünitesi |
| 7: Gaz hacim ölçer | 8: Yıkama şişeleri | 9: Gaz debi ölçer |
| p: Basınç ölçer | T: Sıcaklık ölçer | |

Şekil 4.5: İzokinetik numune alma donanım örnekleri (a)ana akım, b)yan akım)



Şekil 4.6: Bir yıkama şişesinin şeması

Örneğin SO_2 konsantrasyonu ölçmek için uygun bir absorblayıcı hidrojen peroksit (H_2O_2)'dir.



H_2SO_4 (dolayısıyla SO_2) miktarı, renk sağlayan bir indikatör eklendikten sonra, standart bir alkali eklenerek titrasyonla bulunur. İndikatör (örneğin BDH çözeltisi) asit varlığında renk verir. Bu renk kaybolana kadar eklenen alkali (örneğin Na_2CO_3) sarfiyatı H_2SO_4 miktarı için bir ölçüdür.

$$m_{\text{SO}_2} = \frac{N}{TD} V_{\text{çözeltili}} M_{\text{SO}_2} \quad (4.11)$$

Bu formülde

m_{SO_2} : absorblanan SO_2 'nin kütlesi [μg]

N : Na_2CO_3 çözeltisinin normalitesi [mol/l]

TD : Tesir Değeri (=2)

$V_{\text{çözeltili}}$: Sarf edilen çözelti hacmi [$\text{ml}=10^{-3} \text{ l}$]

M_{SO_2} : SO_2 'nin mol kütlesi ($=64.10^6 \mu\text{g/mol}$)

anlamındadır. Böylece SO_2 konsantrasyonu c_{SO_2} , [$\mu\text{g/m}^3$] birimiyle

$$c_{\text{SO}_2} = \frac{N \cdot V_{\text{çözeltili}} \cdot 32000}{V_{\text{Hava}}} \quad (4.12)$$

olur. Bir diğer imkan absorblanan gazın hacmini ölçmektir (örneğin Orsat cihazında olduğu gibi). Ancak böyle bir yöntem kirlenici konsantrasyonu çok küçük (örneğin ppm mertebesinde) olduğu takdirde, ölçülmesi gereken hacim de çok küçük olacağından uygun olmaz. Orsat cihazı ile yanma ürünlerinden CO₂, CO, O₂ gibi bileşenlerin hacimleri ölçülerek yakıt ve yanma analizi yapılabilir. Bu yöntem aşağıda açıklanmaktadır.

C ve H'den oluşan (yani diğer bileşenleri ihmal edilen), fakat C/H oranları bilinmeyen bir yakıt yakılmış olsun. Bu durumda aşağıdaki denklik yazılabilir:



Böylece yanma ürünleri içinde mevcut olabilecek düşük oranlardaki NO, CH gibi bileşenler veya radikaller de ihmal edilmiş olur. Orsat cihazı ile CO₂, CO ve O₂ oranları ölçülmüş olsun. Yanma esnasında oluşan H₂O alınan numunede N.Ş.A.'da yoğunlaşır ve dolayısıyla hacmi ihmal edilebilir seviyededir. Bu kabullerle N₂ oranı e için:

$$e = 1 - (b + c + d) \quad (4.13)$$

olur. Buradan reaksiyona giren O₂ oranı a, N₂ dengesinden

$$a = \frac{e}{3,76} \quad (4.14)$$

olarak bulunur. C dengesinden

$$x = b + c \quad (4.15)$$

bulunur. Ayrıca H dengesinden

$$y = 2f \quad (4.16)$$

ve O₂ dengesinden

$$f = 2a - (2b + c + 2d) \quad (4.17)$$

olur. Bu son iki ifade kullanılarak

$$y = 2(2a - 2b - c - 2d) \quad (4.18)$$

elde edilir. Hava fazlalık katsayısı λ

$$\lambda = \frac{a}{x + \frac{y}{4}} \quad (4.19)$$

olur. Paydaki a, yanmada kullanılan gerçek hava miktarını, paydadaki $x + y/4$ ise teorik olarak gereken (stokiyometrik) hava miktarını ifade etmektedir.

Örnek 4.1: Yakıt bileşimi bilinmeyen bir yakma sistemi eksozundan alınan gaz numunesinin analizi sonucu, bu gazın % 10,7 CO₂, % 1,2 CO ve % 4,3 O₂ içerdği ölçülmüştür. Yakıtın kimyasal bileşimini ve yanmanın hava fazlalık katsayısını hesaplayınız.

Yukardaki verilere göre

$$b = \%10,7$$

$$c = \%1,2$$

$$d = \%4,3$$

olur. Buna göre

$$e = 1 - (0,107 + 0,012 + 0,043) = 0,838$$

$$a = \frac{0,838}{3,76} = 0,2229$$

$$x = 0,107 + 0,012 = 0,119$$

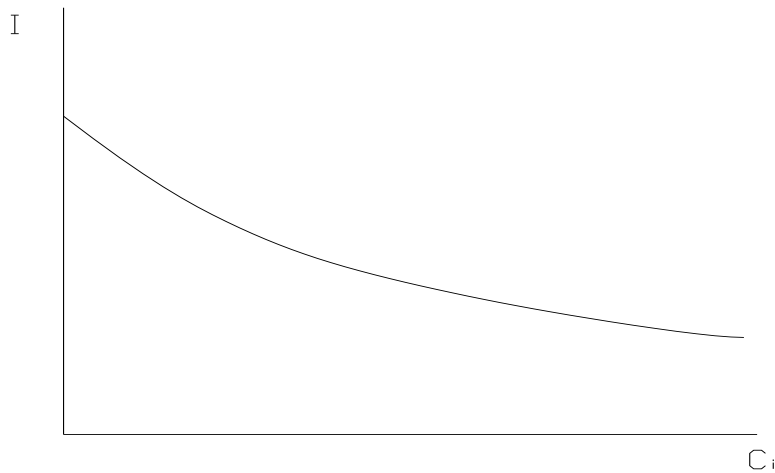
$$y = 2(2 \cdot 0,2229 - (2 \cdot 0,107 + 0,012 + 2 \cdot 0,043)) = 0,2676$$

Buna göre yakıtın yaklaşık kimyasal bileşimi C_{11,9}H_{26,76} olur. Hava fazlalık katsayısı ise

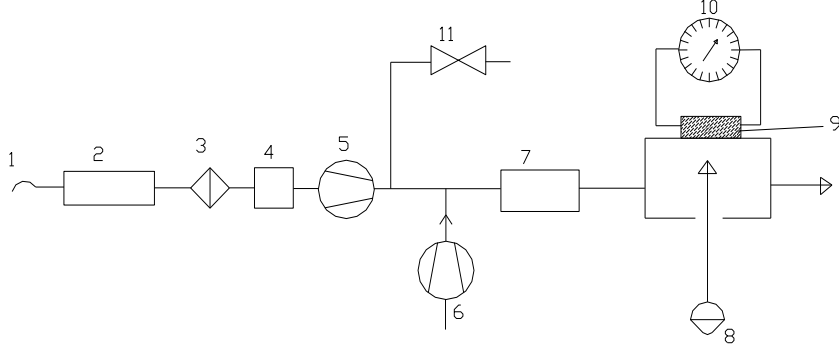
$$\lambda = \frac{0,2229}{0,119 + \frac{0,2676}{4}} = 1,199$$

bulunur.

Gaz bileşenlerin konsantrasyonu optik yöntemlerle de ölçülebilir. Bir numune içinden geçirilen ışının şiddeti, numune içinde bulunan i gaz bileşeninin konsantrasyonu c_i'ye bağlı ise, yani I=I(c_i) ilişkisi varsa (Şekil 4.7), bundan yararlanarak c_i ölçülebilir. Böyle bir deney düzeneğinin şeması Şekil 4.8'de görülmektedir.



Şekil 4.7: Işın şiddetinin konsantrasyonla değişimi



1: Numune alma sondası, 2: Prob, 3: Filtre, 4: Kurutucu, 5: Numune emme ünitesi
 6: Kimyasal madde dozlama ünitesi, 7: Karışma hücresi, 8: Işın kaynağı,
 9: Işığa duyarlı bir madde (örneğin fotosel), 10: Gösterge, 11: Bypass

Şekil 4.8: Optik yöntemle konsantrasyon ölçümü şeması