

ULUSAL GAZ DEBİ ÖLÇÜM STANDARDI BELL PROVER'IN TANITILMASI

Başak Akselli , Hakan Kaykısızlı , Dr.Vahit Çiftçi

TÜBİTAK, Ulusal Metroloji Enstitüsü P.K.21 41470 Gebze/TÜRKİYE
Tel: 262 646 63 55 / 554 E-mail:basak@ume.tubitak.gov.tr

ÖZET

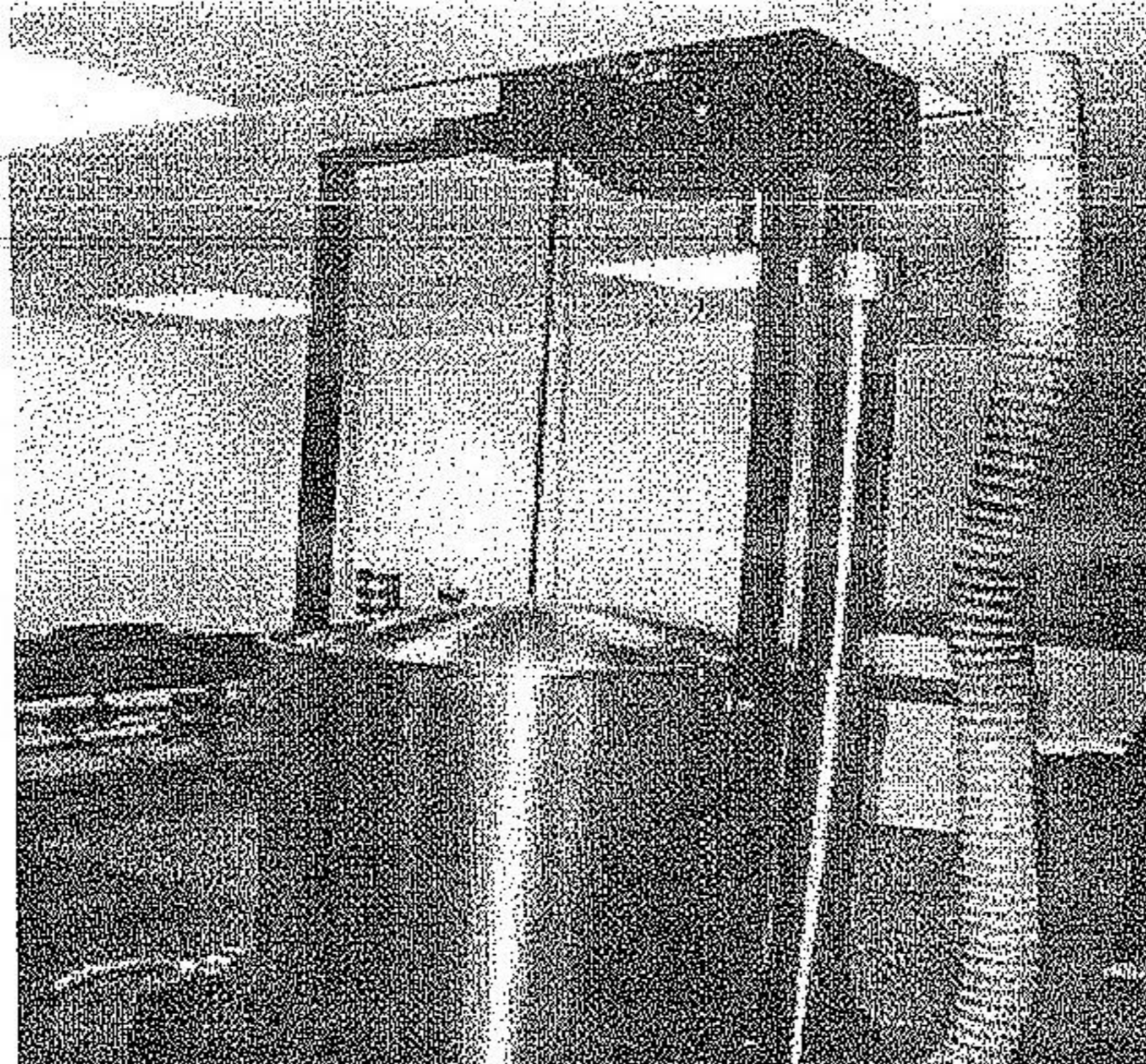
FTBP-10 Bell Prover, Akışkanlar Mekaniği Laboratuvarı'nda gaz debi ölçümleri için kullanılan primer bir standarttır. İzlenebilirliğini NIST'den alan bu standardın belirsizliği %0,2'dir. 0,2-85 m³/h debi aralığında ölçümlerin yapıldığı bu sistemin çalışma prensibi, sabit basınç ve sıcaklık koşulları altında, sayaçtan geçen gazın yerdeğiştirme hacminin ölçülmesi esasına dayanır.

Anahtar sözcükler: Kalibrasyon, Gaz Sayacı, Ölçüm, Bell Prover

1. BELL PROVER'IN MEKANİK YAPISI

FTBP-10 Bell Prover, Şekil 1'de görüldüğü gibi dış bir cidar ile çevrelenmiş iç içe iki tanktan oluşmaktadır. İç tank ile dış cidar arasındaki halka biçimli boşluk yağ ile doldurulur. "Bell" olarak tanımlanan başka bir tank, Shell DIALA AX yağı ile dolu bölme içerisinde aşağı, yukarı hareket eder. Bu sızdırmaz yağ ortamı, Bell'in yumuşak bir şekilde doğrusal hareket etmesine yardımcı olur. Yağ, kabarcık oluşturmeyen bir yapıya sahiptir.

Bell ekseninde bell'e bağlanmış mil, iç tank içerisine merkezlenmiş dikey yatak içerisinde sürtünmesiz bir şekilde, aşağı yukarı hareket eder. Lineer mil yatakları, düşük sürtünme kayıpları ile bell'in çalışmasını sağlar. Ayrıca, kasnaktan, zincirden ve millerden kaynaklanan salınma problemlerini ortadan kaldırır. Çevrim boyunca basıncın sabit kalmasını sağlayacak şekilde Bell, hassas olarak dengelenmiştir.



Şekil 1. Bell Prover'in fotoğrafı

Şekil 2’de görüldüğü gibi gazın yerdeğiştirme hacmi, kesit alanı sabit olan Bell’in, yukarı ve aşağı yöndeki doğrusal hareketine dönüştürülmektedir. Bell’in kesit alanı sabit olduğundan, yerdeğiştirme hacmiyle Bell’in yükselme mesafesi doğru orantılıdır.

Bell’in hareketi bir kasnağa bağlı zincir ile sağlanmaktadır. Kasnağın miline bağlı enkoder ile de Bell hareketinin yüksekliği ölçülür. Enkoderden çıkan her bir pulse ile Bell’in aldığı mesafe tam olarak ölçülmüş olur. Enkoder pulsları bir elektronik sayaç yardımıyla toplanır ve yerdeğiştirme hacmi belirlenir. Elektronik sistem hassas bir zamanlayıcıyı da içerir. Zamanlayıcı, enkoder pulsları ile harekete geçirilir. Akış debisi, yer değiştirme hacminin zamana oranı alınarak belirlenir.

2. BELL PROVER’IN ELEKTRONİK YAPISI

FTB Bell Prover’ın elektronik sistemi, otomatik olarak verilerin alınmasına ve Bell’in çalıştırılmasını sağlayan interface’in kullanılmasına olanak vermektedir. Ayrıca elektronik sistem, verilerin elde edilmesini, saklanması ve kalibrasyon raporunun oluşturulmasını da sağlamaktadır.

Elektronik sistem[1], dijital ve analog sensörler ile, interface kutusunu ve IBM uyumlu PC’yi içermektedir. Bell’deki sensörler; enkoderi, üst-alt limit anahtarlarını, sıcaklık ve mutlak basınç sensörlerini içerir. Sıcaklık ve basınç sensörleri kalibrasyon şartlarını kaydederken, enkoder, akış debisini belirlemek için Bell’in yer değiştirmesini hassas bir şekilde ölçer. Üst limit anahtarı, bell üst ölü noktaya geldiği zaman kalibrasyon sürecini durdurur ve pinomatik vana kanalıyla hava tahliyesini sağlar. Üst-alt limit anahtarları aynı zamanda, kalibrasyon sürecinin en sonunda, enkoderin düzgün bir şekilde çalıştığını kontrol ederek kalibrasyonu sonlandırmak için de kullanılır. Alt limit anahtarı ise tahliye vanasını kapatır ve kalibrasyon işlemine yeniden başlatır.

Gaz sayacındaki sensörler; sayaç sinyal sensörleri ile sıcaklık ve basınç sensörlerini içermektedir. Sayaç sinyali, verilen akış debisi için, test edilen sayacın çıkış verileridir. Elektronik sistem, şu çeşit sayaç sinyallerini kabul etmektedir:

- 1) Manyetik,
- 2) Frekans,
- 3) 0-10 volt’luk puls,
- 4) 4-20 miliamper analog veya
- 5) 0-5 Vdc analog

Sayaç sıcaklık ve basınç farkı sinyalleri, sayacın performansını belirlemede kullanılan primer standart Bell ölçüm değerlerini, sayacın çalışma şartlarına uyarlamak için kullanılır. Sensör sinyallerinin tümü, Bell Prover operatörünün paneline ve interface kutusuna doğru yönlendirilmiştir.

Gerekli koşullara getirilmiş sinyaller, PC’ye yönlendirilir. PC analog ve dijital kartı ve sayıcı/zamanlayıcı kartı içerir. Analogdan dijitale çeviri kartı, çeşitli analog sinyalleri dijital sinyallere çevirir. Sayıcı/zamanlayıcı kartı, kalibrasyon başlama ve bitme kesici valfi elektronik devresi bağlantılı çalışmaktadır. Akış debisini ve sayaç frekansını belirlemede, software tarafından okunan ve dijital hale getirilmiş sinyaller, kalibrasyon datalarını oluşturmak üzere işlenir.

FTBP-10 Bell Prover, PCC5 software aracılığı ile kullanılmaktadır. Software, kullanıcının kalibrasyon işlemini başlatmasını, dataları saklamasını ve kaydetmesini, kalibrasyon raporunun veya grafiğinin hazırlanmasını sağlamaktadır. Bütün düzeltme faktörleri hesapları ve gaz miktar hesaplamaları otomatik olarak gerçekleştirilmektedir.

Kalibrasyonu yapılabilen sayaç türleri;
Türbinmetre
Körüklü gaz sayaçları
Rotary Piston Gaz Sayaçları
Coriolis
Magnetik

3. ÖLÇÜMLER VE HESAPLAMALAR

Bell'in yerdeğiştirme hacmi [3] şöyle hesaplanmaktadır;

$$V_g = \frac{\pi}{4} D^2 \times R \times K_E \times N$$

Burada;

V_g = Ölçülen hacim
 D = Bellin iç çapı
 R = Makaranın yarıçapı
 K_E = enkoder sabiti, rad / pulse
 N = Pulse sayısı

Genel gaz kanunundan yola çıkılarak standart basınç ve sıcaklıktaki gaz hacmine geçiş yapılır;

$$V_s = \frac{V_g}{(P_s/P_g) (T_s/T_g) \times \chi}$$

Akışkan debisinin hesaplanması:

$$Q_w = V_g / t$$

Q_w : Akışkan debisi (çalışma basıncında)
 V_g : t zaman içinde, çalışma basıncı (P_g) ve çalışma sıcaklığında (T_g) toplanan gaz hacmi
 P_g : Gaz çalışma basıncı
 P_s : Standart basınç (1.01325 bar)
 V_s : Standart basınç ve sıcaklıktaki gaz hacmi
 T_g : Çalışma sıcaklığı
 T_s : Standart sıcaklık (273.15 + 15 = 278.15 K \cong 15 °C)
 t : Kalibrasyon boyunca geçen zaman
 χ : Gaz sıkıştırma faktörü= $f(P)$ (küçük basınçlarda ihmal edilir.)