

Isıtma, Havalandırma, İklimlendirme Sistemlerinde Test, Ayar ve Balans

Nuri ÖZKOL*

Tacettin PİRİNÇİOĞLU**

Özet

Isıtma, havalandırma, iklimlendirme sistemlerinin iyi ve detaylı projelendirilmesi, uygun ve kaliteli cihaz ve malzemelerin kullanılması, teknoloji ve şartnamelere uygun montajı sistemlerden arzulanan sonuçların alınması için yeterli olmamaktadır. Sistemden istenilen uygun konfor şartlarının, prosesin doğru çalışmasının sağlanması ve sürdürülmesi için sistemin montajından sonra test, ayar ve balans işlemlerinin yapılması gerekir. Ayrıca, bu işlemlerin yapılması sistemin ekonomik olarak çalışması için zorunludur.

Montajı müteakip sistemin as-built projelerinin hazırlanması sonrasında yapılan bu işlemlerde; sistemdeki elemanların çalışma performansları ve proje ile uyumu test edilmeli, sistemdeki vantilatör, aspiratör, pompa gibi cihazların debi ve basınçları projeye uygun olarak ayarlanmalı ve hava, su dağıtım sisteminin bütün bölümlerindeki akış miktarları projedeki değerlere uygun hale getirilerek balanslanmalıdır. Test, ayar ve balans sonrası hazırlanacak raporlar kabul komisyonuna yardımcı olmalıdır.

Yabancı ülkelerde test, ayar ve balans işlemleri uzman mühendis veya firmalar tarafından yapılarak gerekli raporları hazırlanmamış binaların kabul işlemleri başlatılmamaktadır. Ülkemizde de bu işlemlere önem verilmesi gerektiğine inanmaktayız.

Anahtar Sözcükler: HVAC, ısıtma, havalandırma, klima sistemleri; TAB, test etme, ayarlama, dengeleme

1. GİRİŞ

Bir ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemi proje, malzeme temini, sahada imalat ve montaj, test, ayar ve balans, kabul, işletme ve bakım safhalarından meydana gelen bir süreçtir. Kurulan sistemin ortamlarda işverenin istediği konfor şartlarını veya prosesin doğru olarak çalışmasını ve bunu ekonomik işletme masrafları ile sağlaması gereklidir. Projenin amacına ulaşması bakımından test, ayar ve balans işlemleri en az diğerleri kadar önemlidir.

- Test, ayar ve balans çalışmalarında aşağıdaki işlemler yapılır.
1. Sistemdeki bütün cihaz ve ekipmanın çalışma performanslarının tespit edilmesi ve projeye uygunluğunun kontrol edilmesi.
 2. Sistemdeki elektrikli cihazların besleme gerilimi ve çektiği akımların ölçülmesi.
 3. Sistemdeki akış miktarlarının projeye uygun olarak ayarlanması.
 4. Hava ve su dağıtım sisteminin balans edilmesi.

* Makina Yüksek Mühendisi.

** Makina Mühendisi.

uyumluluğunun tespit edilmesi.

6. Sistemin meydana getirdiği ses, gürültü ve titreşimin uygun seviyelerde olduğunun kontrol edilmesi.
7. Yapılan test işlemleri ve bütün ölçümlerden elde edilen değerlerin çizelgeler halinde hazırlanması ve bir rapor haline getirilmesi.

Etkin ve verimli bir test, ayar ve balans işlemi tümüyle planlı ve sistematik bir uygulamayı gerektirir. Bunun için ise bu konuda deneyimli, yetenekli ve uygun ölçme cihazlarına sahip bir ekip gereklidir. Ekip tüm sistem test, ayar ve balansını yapmalı ve sorumluluğunu yüklenmelidir. Bir çok yabancı ülkede bu işlemler konu ile ilgili eğitimli personele sahip, ilgili kurumlarca sertifikalandırılmış firmalar tarafından yapılmaktadır.

Test, ayar ve balans işlemlerinin yapılabilmesi için gerekli tüm ölçü, ayar cihaz ve elemanları, bunların yerleşimleri projelerde gösterilmeli, montaj sırasında yerlerine konulmalıdır. Bunlar yeterli sayıda kolon klapeleleri, debi ayar damperleri, valfler, akış kontrol ve ölçüm istasyonları, akış balans elemanlarıdır. Hassas ve doğru bir ölçmenin yapılabilmesi, ölçüm yerinin yeterli uzunluktaki düz boru veya hava kanalına yerleştirilmesine bağlıdır.

Yeni binalarda ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin montajı sonrası yapılan test, ayar ve balans işlemleri, mevcut binalarda ilave veya değişiklikler sonrasında tekrarlanmak zorundadır. Bazı binalarda ise bu işlemlerin yaz, kış mevsim değişikliklerinde yılda iki defa yapılması lüzumlu olabilir.

Sistemlerin test, ayar ve balans işlemlerinden önce soğutma gurubu, soğutma kulesi, kazan, pompa v.s gibi cihazlar devreye alınmalıdır. Bu cihazlar genellikle üretici garantisinden dolayı yetkili servisler tarafından çalıştırılmalı ve test edilmelidir.

2. HAVA SİSTEMİ TEST, AYAR VE BALANSI

2.1. Hava Sistemlerinin Test, Ayar ve Balansı İçin Gerekli Ölçü ve Ayar Cihazları

Bir hava sisteminin test, ayar ve balansında gereken yerlerde sıcaklık, basınç, devir sayısı, hava hızı, besleme gerilimi, çekilen akımın ölçülmesi zorunludur. Bu ölçme işlemleri için aşağıda belirtilen cihazlara ihtiyaç duyulur.

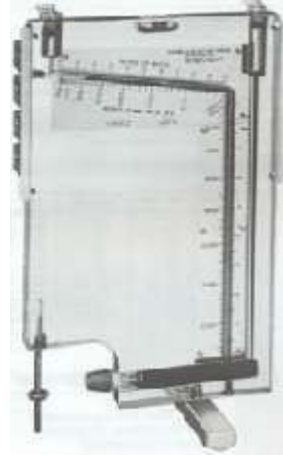
1. Manometreler

b. Eğimli ve dik tertipli manometre (0 ila 2,5 Pa)..

c. Test manometresi. (700 ve 2000 Pa)

d. Birleşik manometre (+ ve – basınçların okunabildiği)

Basınç Ölçme



Manometre



Mikro Manometre



Fark Basınç Manometresi



Pens Ampermetre





2. Değişik uzunlukta pitot tüpleri

3. Termometreler

- Dairesel kadranlı termometre (ff f50 mm, 0,5 °K bölüntülü).
- Cam düz termometre.
- Kalıpla baskılı termometre (0 ila 50 °C arası kadranlı, 0,05 °K bölüntülü).
- Dijital termometreler.

Kadranlı Termometre



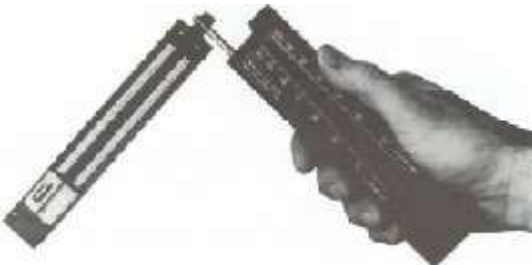
Dijital Termometre



4. Pens ampermetre (gerilim, akım, direnç ölçebilen)

9
2007

Torba-Davlumbaz Tipi Debi Ölçme Aparatı



5. Çiğ nokta sıcaklığı ölçme cihazı

6. Higrometreler

7. Rölatif rutubet ölçme cihazı.

8. Pervaneli tip anemometre.



Dijital Pervaneli Anemometre



Pervaneli Anemometre



9. Torba-davlumbaz tipi hava debisi ölçme aparatı.

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 7,

14. Titreşim analiz cihazı (sıçrama hızı ve ivmelenme)



10. Savurma psikrometre.

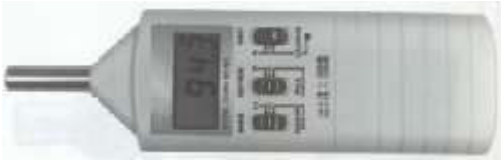
Savurma Psikrometre



11. Takometre (dokunmalı veya ışıklı tip)

Dokunmalı Takometre Işıklı Takometre

12. Su akışı ölçme cihazları (0 ila 12 kPa ve 0 ila 100 kPa kadranlı)



13. Ses seviyesi ölçme cihazı (oktav bandı ayırmalı, mikrofon ve kalibrasyon seti ile birlikte).

Ses Seviyesi Ölçme Cihazı



ölçümü yapabilen)

Titreşim Analiz Cihazı

2.2. Hava Sistemi Test, Ayar ve Balansı İçin Ön Hazırlıklar

Hava sistemlerinin test, ayar ve balans işlemlerine başlamadan önce şu ön hazırlıklar yapılmalıdır.

1. Sistemin as-built projelerinin (kat planları, akış şemaları, kesitler vs.), teknik şartnamelerinin incelenmesi, sistem ve amacının iyi bir şekilde kavranması.
2. Bütün hava sistemi cihazlarının, hava çıkış ve giriş elemanlarının (menfez, difüzör, pancur vs.) onaylanmış katalogları ile hazırlanmış detay çizimlerinin incelenmesi.
3. Projede belirtilen cihaz ve ekipman ile sahada monte edilenlerin özellik ve kapasite yönünden mukayese edilmesi.
4. Proje ile montajın karşılaştırılması amacı ile iklimlendirme santralinden hava çıkış ve emiş noktalarına kadar hava dağıtım sisteminin incelenmesi.
 - a. Hava kanallarının projelere ve teknik şartnamelere uygun olarak imal ve monte edildiğinin kontrol edilmesi.
 - b. Hava kanallarının kaçak testinin yapıldığının tespit edilmesi.
 - c. Kontrol ve müdahale kapaklarının uygun yerlere monte edildiğinin kontrol edilmesi.
 - d. Hava kanallarında kesit daralmasına sebep olacak ezilme ve deformasyonların olup olmadığının kontrol edilmesi.
 - e. Yangın, duman ve debi ayar damperlerinin doğru olarak monte edildiğinin ve ulaşılabilirliğinin kontrol edilmesi.

f. Terminal kutuları, tekrar ısıtma serpantinleri vs. gibi ekipmanların montajının projeye uygun olarak yapıldığının ve ulaşılabilirliğinin kontrol edilmesi.

g. Sistemdeki bütün menfez, difüzör vs. gibi hava çıkış ve emiş ağızlarının doğru monte edildiğinin ve damperlerinin açık olduğunun kontrol edilmesi.

5. İklimlendirme santralının incelenmesi.

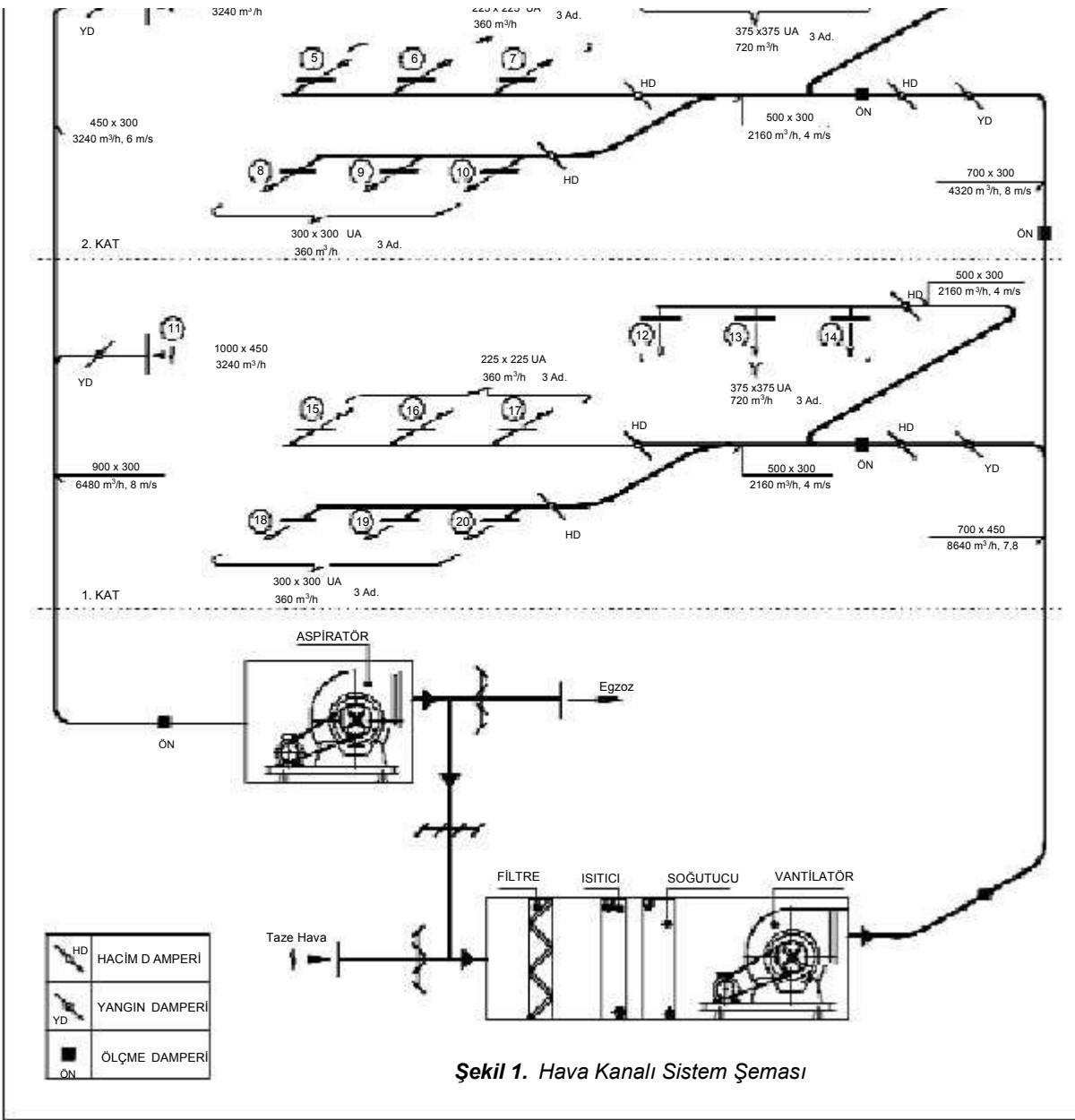
a. Hava filtrelerinin doğru, kaçaksız olarak monte edildiğinin ve temiz olduğunun kontrol edilmesi.

b. Isıtma ve soğutma serpantinlerinin doğru monte edildiğinin, temiz olduğunun kontrol edilmesi.

c. Elektrik motorları kasnakları ile vantilatör veya aspiratör kasnaklarının doğru olarak hizalandığının kontrol edilmesi.

d. Kayışların uygun gerginlikte olduğunun ve muhafazalarının takıldığıının kontrol edilmesi.





Şekil 1. Hava Kanalı Sistem Şeması

11
2007

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 7,

- e. Otomatik kontrol damperlerinin doğru pozisyonlarda olduğunun ve damper tahrik ünitelerinin çalışmış olduğunun kontrol edilmesi.
- f. İklimlendirme cihazı ile hava kanalı esnek bağlantılarının yapıldığının kontrol edilmesi.
6. Hava dağılım sisteminin akış şemalarının hazırlanması.
Şekil 1'de örnek bir hava kanalı sistem şeması görülmektedir.
7. Ventilator, aspirator, hava çıkış ve emiş ağızları test raporu çizelgelerinin hazırlanması.
8. Hava kanallarında doğru bir şekilde ölçüm yapılabilecek yerlere karar verilmesi.
- f. İklimlendirme santralından dışarı hava kaçakları (boru bağlantısı kenarları, ek yerleri, kapı kenarları veya deliklerden) kontrol edilir.
2. Ana üfleme kanalı ve kanal düzenlemesine uygun olarak bütün ayrılmalarda uygun ölçüm noktaları ve metotları aşağıdakilere göre seçilir.
 - a. Hassas ve doğru bir ölçmenin yapılabilmesi için ölçüm yeri dirsek ve ayrılmalardan yeterli uzaklıkta ve hava kanalının yeterli uzunlukta düz bir kısmında yapılmalıdır.
 - b. Hava hızı ölçülecek her kanal kesitindeki ölçüm bir çok noktada yapılmalı ve bunların ortalamasına göre karar verilmelidir. Zira kesitteki hız dağılımı kenar ve köşelerde düşük merkez ve çevresinde yüksektir. Dikdörtgen ve dairesel kesitli hava kanallarının bir kesitindeki hız ölçümü için yukarıda Şekil 1'deki noktalar tavsiye edilmektedir.

Sahada yapılan inceleme ve kontroller sonrasında montaj firması, sistemde görülen hata ve noksanları gidermeli, bütün elektrik motorlarının çalışmaya hazır hale gelmesini sağlamalı. test. avar ve balans is

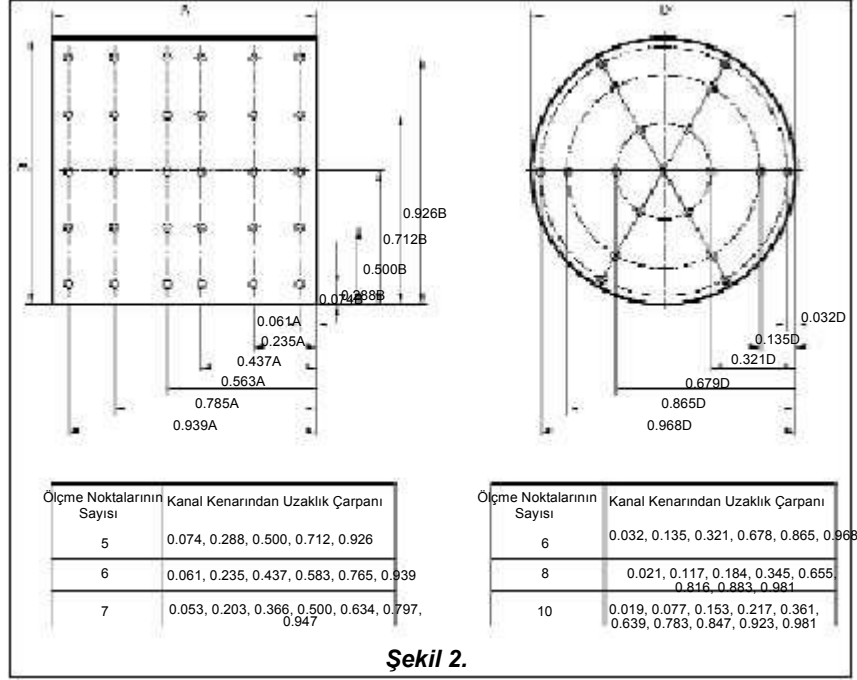
En hale gelmesini sağlanmalı, test, ayar ve balans işlemleri için hazır hale getirilmelidir.

2.3. Ekipmanların ve Sistemin Test, Ayar ve Balansı

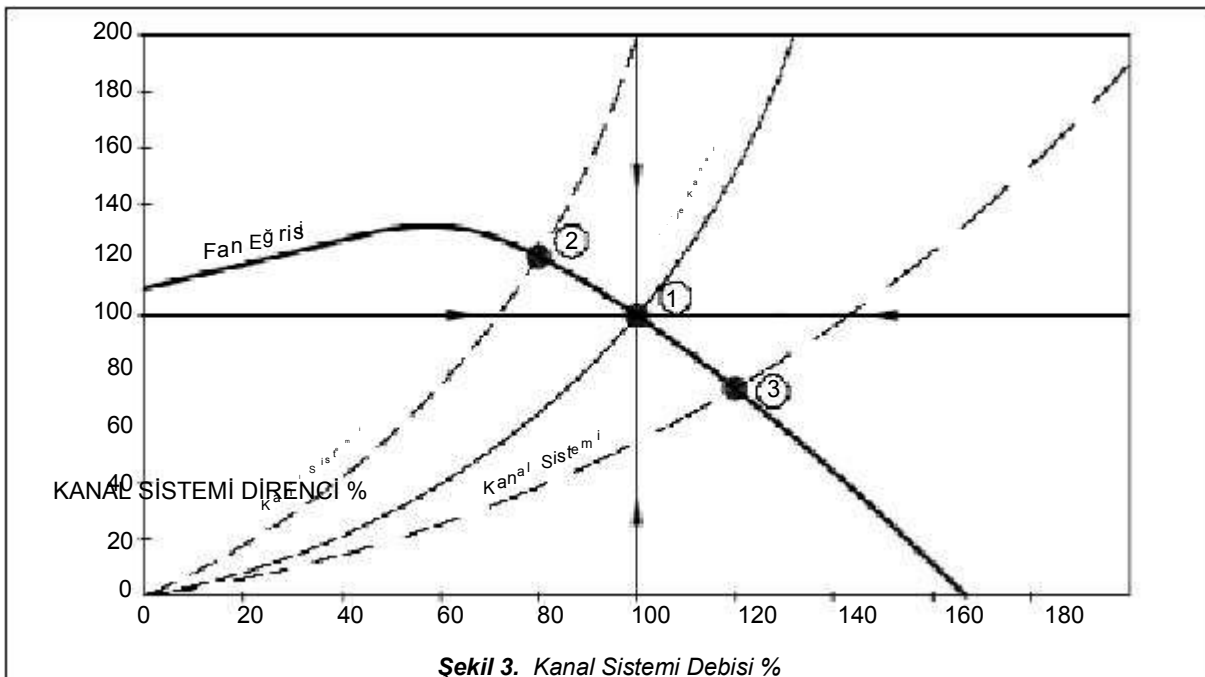
Ön hazırlıkların ve sistemdeki hata ve noksanların tamamlanmasından sonra sistemin çalışmaya hazır olduğuna karar verildiğinde sistemin test, ayar ve balans işlemlerine başlanır. Bu işlemler aşağıdaki sıra ile yapılır.

1. Sistemdeki bütün aspiratör ve vantilatörler çalıştırılır ve şu işlemler yapılır.
 - a. Vantilatör ve aspiratörlerin dönüş yönünün doğruluğu kontrol edilir.
 - b. Elektrik motorları besleme gerilimi ve çalışma akımı ölçülür. Motor aşırı akım koruma röleleri uygun değerlere ayarlanır.
 - c. Statik basınç limit anahtarlarının çalıştığı kontrol edilir.
 - d. Hava ve su akışları ve oluşan sıcaklıklar tespit edilir.
 - e. İklimlendirme cihazı için de kısa devre (serpantin ve filtre kenarlarından) olup olmadığı kontrol edilir.

- c. Kanaldaki hava hızı 3 m/sn 'nin üstünde ise bir pitot tüpü ve manometre, altında ise bir pitot tüpü ve mikromanometre veya yakın zamanda kalibre edilmiş bir termal anemometre kullanılmaktadır.
3. Doğru değerlerin ölçülebileceğine karar verilen yerlerde yapılan ölçümlere göre sistemin toplam hava debisi hesaplanır. Gerekli görülüyorsa sistemin kurulduğu yerin rakımına ve sıcaklığına göre hava debisi düzeltilmesi yapılır ve standart hava debisi bulunur. Rakımı 600 m 'den az olan yerlerde düzeltilir.



Şekil 2.



Şekil 3. Kanal Sistemi Debisi %

me önemsizdir. Ancak kesin değerler arzulaniyorsa bu yapılabilir.

Pozitif basınçlı bölgelerde Üfleme kanallarında

%0 ila +%10

tasarının kabul edilir toleranslar dahilinde proje noktasına yaklaştırılması gerekir.

e. Bütün ana ve branşman kanallarda, hava çıkışı ve emiş ağızlarındaki hava debileri.

4. Ek Bilgiler

a. İklimlendirme Santralleri

- Kayış ölçüleri ve sayısı.
- Motor, vantilatör veya aspiratör kasnak ölçüleri.
- Tam yükteki elektrik motoru devir sayısı.
- Filtre tipi ve statik basınç kaybı, değiştirme süresi.

3. HİDROLİK SİSTEMLERİN TEST, AYAR VE BALANSI

Isıtma, havalandırma iklimlendirme sistemlerinde, su tarafının balansı da sistemin ekonomik olarak çalışması, minimum enerji sarfıyatı ve doğru dağıtım için yeterli doğrulukta sağlanmalıdır. Ancak, su tarafının

15
2007

3. Termometreler

- Sistemdeki sıcaklıklara uygun olarak boru sistemi üstünde gerekli yerlere monte edilmiş termometreler.
- Sıcaklık farkı ölçümü yapabilen portatif termometreler.

4. Balans Valfleri

- Fabrika ayarlı balans valfleri (Her ayar pozisyonu karşılığında basınç kaybı ve akış katsayısı K_v tespit edilebilir diyagramları ile)
- Dinamik balans valfleri.
- Akış sınırlama valfleri.

5. Su soğutma gurubu, ısı değiştirici, ısı değiştirici, kontrol valfleri üzerine monte edilmiş akış ölçme cihazları.

3.2. Hidrolik Test, Ayar ve Balansı İçin Ön Hazırlıklar

Hidrolik sistemlerin test ayar balans işlemlerinden önce, hava sistemlerine benzer aşağıdaki ön hazırlıklar yapılmalıdır.

- Sistemin as-built projelerinin (kat planları, akış şemaları, vs.), teknik şartnamelerinin incelenmesi, sistemin iyi bir şekilde kavranması.
- Sistemdeki pompalar ile ilgili (pompa eğrileri, tahrik motoru, fiziki ölçüler) bilgilerin ve onaylanmış kataloglarının incelenmesi.
- Pompa elektrik motoru şalteri ve aşırı akım rölesinin uygunluğunun kontrol edilmesi.
- Kontrol valfi akış katsayısı K_v değerleri ve sıcaklık kontrol eğrilerinin incelenmesi.
- Su soğutma gurubu, kazan, ısı değiştirici ile ilgili (kapasite, basınç kaybı vs.) bilgilerin incelenmesi.
- Terminal cihazların (akış-basınç ilişkisi) bilgilerinin



Ultrasonik Akış Ölçme Cihazı

2. Manometreler

- Sistem basıncına uygun olarak boru sisteminde gerekli yerlere monte edilmiş manometreler.
- Ultrasonik dijital metreler.
- Analog ve dijital basınç farkı ölçme cihazları.
- Basınç düşümü ölçümü için portatif dijital metre.

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 7,

- Balans yapma elemanlarının projelere uygun olarak monte edildiğinin kontrol edilmesi.
- Basınç emniyet valflerinin gerekli değere uygun olarak ayarlandığının kontrol edilmesi.
- Basınç düşürücü valfin kontrol edilmesi.
- Bütün genleşme tanklarının kontrol edilmesi.
- Pompaların proje ve onaylanan kataloglara uygun olduğunun, yerleşiminin, eksenleme durumunun, yataklarının yağlanması, havasının tahliye edildiğinin ve dönüş yönünün kontrol edilmesi.
- Pislik tutucuların ölçüsünde, doğru olarak monte edildiğinin ve filtrelerinin temiz olduğunun kontrol edilmesi.
- Terminal cihazların ölçü ve yerlerinin projeye uygun olarak ve iyi bir şekilde monte edildiğinin kontrol edilmesi.
- Boru sisteminin su ile tamamen dolu olduğunun kontrol edilmesi.
- Boru sistemdeki havanın tamamının tahliye edildiğinin kontrol edilmesi.
- Sistemdeki tüm vanaların açık veya çalışma pozisyonunda olduğunun kontrol edilmesi.
- Kontrol valflerinin ölçüsünün, monte edildiği yerin, bağlantı ağızlarının akış yönüne uygun olduğunun ve valf tahrik ünitelerinin yeterli güçte olduğunun kontrol edilmesi.
- Otomatik veya elle çalışan hava tahliye elemanlarının uygun olarak takılmış ve çalışır durumda olduğunun kontrol edilmesi.
- Kazanların sıcaklık, basınç kontrol elemanlarının çalışma ve emniyet değerlerine uygun olarak ayarlandığının kontrol edilmesi.
- Kazan ve su soğutma gurubunun çalışmaya hazır halde olduğunun tespit edilmesi.
- Sistemdeki bütün elektrikli cihazların elektrik bağı

6. Terminal cihazlarının (akış-basınç ölçme) bilgilerini incelenmesi.
7. Basınç emniyet ve basınç düşürme valflerinin ayar değerlerinin tespit edilmesi.
8. Akış ölçme cihazlarının kalibrasyon eğrilerinin incelenmesi.
9. Diğer gerekli bilgilerin (tablo, eğri vs.) incelenmesi.

Yukarıda belirtilen bilgilerin sağlanması ve incelenmesinin ardından statik sistemin ön hazırlıklarına geçilir ve aşağıdaki işlemler yapılır.

1. Boru sisteminin (ana, branşman ve kolon boruları) incelenmesi ve as-built projeye uygunluğunun kontrol edilmesi.

16. Sistemdeki bütün mekanik cihazların, mekanik bağlantılarının doğru olarak yapıldığının ve koruma elemanlarının ayarlandığının kontrol edilmesi.
17. Bütün ölçme cihazlarının kalibrasyonlarının doğru ve düzgün olarak yapıldığının kontrol edilmesi.

3.3. Hidrolik Sistemin Test, Ayar ve Balansı

Hidrolik sistem ile ilgili ön hazırlıklar ve sistemin kontrol edilmesinden sonra sistemde tespit edilen hata ve noksanlar montaj ekipleri tarafından tamamlanmalıdır. Sistemin çalışmaya hazır olduğuna karar verildiğinde sistemin test, ayar ve balans işlemlerine başlanır. Bu işlemler aşağıdaki sıra ile yapılır.

1. Pompa kısma valfi kapalıya yakın konuma getirilir.

2. Pompa çalıştırılır, dönüş yönü kontrol edilir, yanlış ise düzeltilir.
3. Pompanın 3_p değeri, kullanılan pompanın eğrisindeki projede belirtilen debi karşılığı değere gelene kadar kısma valfi yavaş yavaş açılır.
4. Kısma valfi yavaşça kapatılır, pompanın ϕ_p değeri pompa girişi ve çıkışındaki manometreler okunarak tespit edilir.
 - a. Eğer bu 3_p değeri pompanın sıfır debideki değeri ile uyuyorsa, pompa eğrisi balans işleminde kullanılabilir.
 - b. Bu değer uyuyorsa şu sebepler araştırılmalıdır.
 - Pompa içinde hava kalmış olabilir.
 - Pompa rotoru kirlenmiştir veya bir yabancı maddede akışı engellemektedir.
 - Pompa yanlış seçilmiştir.
5. Pompanın sisteme uygun olduğu anlaşıldıktan sonra, 3_p değeri projedeki değere ulaşana kadar kısma valfi yavaş yavaş açılır. Böylece pompa debisi, proje debisine yaklaşır.
6. Pompa besleme gerilimi ve çektiği akım ölçülür ve motor koruma rölesi ayarlanır.
7. Balans işlemine mekanik cihaz odasından başlanır. Ana boru debileri ölçülür ve balans valfleri ayarlanarak her devrenin debisi projeye uygun hale getirilir.

8. Önce yakın branşman ve kolonlar, sonra uzakta olanlar aynı şekilde ayarlanır.

3.4. Rapor Bilgileri

Hidrolik sistemin test, ayar ve balans raporları hava sistemine benzer olarak hazırlanır. Projeye, cihazlara ve sahada yapılan ölçmeler ile ilgili bilgiler çizelgelere işlenir ve bir rapor haline getirilir.

KAYNAKLAR

- [1] SMACNA, "HVAC Systems Testing, Adjusting and Balancing", Aug. 2002
- [2] ASHRAE Handbook, "HVAC Applications", 2003
- [3] GLADSTONE, J, BEVIRT, W.D., "HVAC Testing, Adjusting and Balancing Manual"
- [4] MONGER, S.C., "Testing and Balancing HVAC Air and Water Systems"
- [5] ARMSTONG PUMP, "Technology of Balancing Hydronic Heating and Cooling Systems", 1986
- [6] EADS, W.G., "Testing, Balancing and Adjusting of Environmental Systems"
- [7] GLADSTONE, J., "Air Conditioning Testing and Balancing. A Field Practice Manual", 1981
- [8] NEBB, "Procedural Standarts for Testing, Balancing and Adjusting of Environmental Systems", 1991

