

GAZ TÜRBİNLERİNİN ATIK GAZLARINDAN ENERJİ GERİ KAZANIMI

Metin Yücel

1949 yılında İstanbul Yıldız Yüksek Teknik Okulu (Bugünkü YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ) Makina Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Etibank Ergani Bakır'da ve Türkiye Petrolleri Batman Petrolleri Rafinerisinde 10 Yıl çalıştıktan sonra 1959'da İngiltere'de Babcock & Wilcox Ltd. Buhar Kazanları firmasında Mühendisler için çalışmakta olan 2 Yıl süreli "SU BORULU KAZAN KURSUNA" katıldı. Ayrıca 1 Yılda şirketin Londra'daki merkezinde proje mühendisi olarak görev yaptı.

1962 yılında Türkiye'ye dönerek Etibank Enerji Bölümüne girdi ve 65 Mw'lık Tunçbilek Termik Santrali Tevsii ve 2x100 Mw'lık İstanbul Anbarlı Termik Santrali Projesinde çalıştı. 1964 Yılında Gama Endüstri A.Ş.'ye iştirak etti. 1982 yılına kadar çok sayıda Endüstriyel Su borulu Kazan ve Kazan Tesislerinin dizayn, imalat ve devreye alma işlerini yürüttü ve TEK 2x150-Mw'lık Kangal Termik Santrali Tesis Gurup Müdürlüğü görevinde bulundu. 1982 yılından beri, önce Alarko Alsim, daha sonra da Alarko Alamsaşta Kazan ve Enerji Sistemleri konularında Müdür ve Uzman olarak görev yapmaktadır.

GİRİŞ

Genelde "ATIK ISI KAZANLARI" (AIK) muhtelif proseslerden çıkan atık gazların ısı enerjilerini geri kazanmakta çok önemli rol oynamayan ekipmanlardır. Geçmiş yıllarda AIK'lar sülfirik asit, Bakır Reverber, Demir Çelik, Suni Gübre ve benzeri tesislerde proses gereği meydana gelen atık gazların ısı enerjilerini proses veya ekonomik sebeplerden geri kazanmak için kullanılırdı. Bu kullanım halen devam etmekte birlikte son 15-20 yıldır eskiden sadece akşamları elektrik ihtiyacının 2-3 saatlik gibi kısa süreli artışlarını karşılamak üzere kullanılan gaz turbo-generatörlerin çıkışına konan AIK'lar sistemin toplam veriminin yükseltilmesi suretiyle enerji üretim maliyetini düşürebildiğinden geniş bir tatbikat alanı bulmuştur. Ayrıca Gaz Türbinlerinde 450-530 °C de çıkan gazların AIK'larda 100-150 °C'ye kadar düşürülerek egzost edilmeleri, hava kirliliğinin bir unsuru olan Atmosferin ısınma probleminin azaltılması demektir.

Daha önceleri Gaz Türbinlerinin, atık gazlarının 450-530°C gibi yüksek sıcaklıkları sonucu %30 gibi düşük verimli ve yakıtların pahalı olmasına rağmen kullanılmaları, yatırım tutarlarının azlığı, kısa sürede kurulabilmeleri ve çabuk devreye girip - çıkabilmeleri özelliklerinden dolayı idi. Küçük kapasiteli gaz Turbo-Generatörlerinde bir dereceye kadar kabul edilebilen bu durum, kapasiteler büyüdükçe yakıt sarfiyatını ve netice olarak ta parasal kayıpları arttırmıştır.

Ayrıca 1973 yılından itibaren, Dünyadaki yakıt Hatlarının yüksek oranda artışı da bu sistem "basit çevrim" (simple cycle generation) gaz Turbo-Generatörlerden çok pahalı Elektrik Enerjisi Üretilmesi sonucunu doğurmuştur. Dünyadaki teknolojik gelişme ve daha ekonomik üretim yapma ve rekabet neticesinde, gaz türbinlerinden atmosfere bırakılan sıcak gazların- ısı enerjilerinden en geniş şekilde faydalanarak daha yüksek verimli Enerji Tesisleri meydana getirmek yoluna gidilmiştir.

Bu yazımızda sadece Gaz Türbinli Atık Isı Tesisleri genel olarak incelenecektir.

ATIK GAZLARDAKİ ISI ENERJİSİNİN GERİ KAZANILMASINDA SİSTEM VERİMİNİN YÜKSELTİLMESİNİN KRİTERİ

Bir atık ısı Enerji Geri Kazanma Tesisinin verimi, atmosfere bırakılan gaz miktarı ve sıcaklığı ile direki ilgilidir. Gaz miktarı gaz türbininin gücüne bağlı olduğundan bu konuda AIK yönünden yapılacak bir şey yoktur ve konumuz dışıdır. Verimi yükseltmek için geriye atık gazın sıcaklığını düşürmek kalmaktadır. Basit çevrimli (Simple-Cycle Generation) Gaz Turbo-Generatörlerinden atmosfere ortalama 450-530 °C de bırakılan gazlar bir AIK'dan geçirilerek 100-150 °C seviyelerine düşürülerek ilave (Isı ve / veya ELEKTRİK ENERJİSİ) elde edilir ve bu suretle toplam çevrim verimi %30 lardan %45-75 'ler mertebesine yükseltilmiş olur.

ATIK ISI GERİ KAZANMA TESİSLERİ

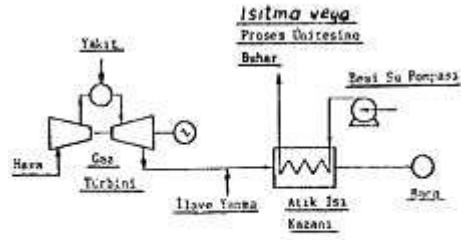
Gaz Turbo-generatörlerinden çıkan atık gazların enerjisi üç Sistemde geri kazanılarak proses veya ısıtma ENERJİSİ ve/veya ELEKTRİK ENERJİSİ üretilebilir.

1) BASİT ÇEVİRİMLE (SIMPLE-CYCLE COGENERATION) ATIK ISIDAN PROSES VEYA ISITMA BUHARI ÜRETİLMESİ

Bu sistemde gaz Turbo-Generatöründen Elektrik Enerjisi elde edilirken, çıkan gazlarla AIK'da buhar üretilir ve bu buhar PROSES veya ISITMA maksatlı kullanılır.

Bu çevrimde en ekonomik durum, elde edilecek Elektrik Enerjisinin ve Üretilecek Buharın tamamının kullanılabilmesiyle sağlanabilir.

Eğer üretilen buharın tamamı ünitelerde kullanılırken, elde edilen Elektriğin tamamı tüketilemiyorsa, o takdirde, artan Elektrik üretimi, daha önce anlaşma yapılarak TEK'in Elektrik Şebekesine satılması sağlanabilir. Bu sistemin prensip şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1

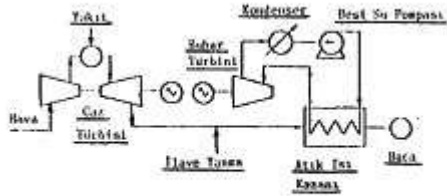
2) BİRLEŞİK ÇEVİRİMLE (COMBİNE-D-CYCLE GENERATION) ATIK ISIDAN ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİLMESİ

Bu çevrimde gaz Türbo-Generatöründen Elektrik Enerjisi elde edilirken, çıkan gazlarla AIK 'da üretilen buhar, bir buhar Türbo-generatöründen geçirilerek tekrar Elektrik üretilir.

Bu sistemde ilave üretilen elektrik enerjisini maksimuma çıkarmak için Kondensasyonlu Buhar Türbinleri kullanılır.

Ortalama olarak aynı nominal güçte 2 adet gaz türbo-generatörler çıkan atık gazlardan elde edilen buharla 1 adet aynı nominal güçte Buhar Türbo-generatörü çalışabilmektedir.

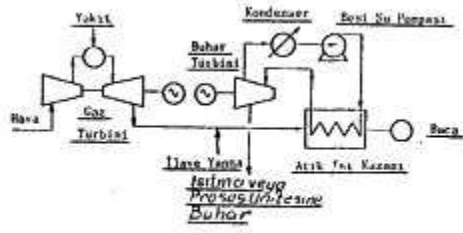
Örneğin: Beheri nominal 100 MW olan 2 adet gaz Türbo-generatörün atık gazlarıyla üretilen buharla 1-Adet nominal 100-MW Buhar Türbo-Generatörü tahrik edilebilmektedir. (TEK Trakya Hamitabat Kombine Çevrim Santrali 2x100 MW G/T+ 1x100 MW B/T = 300- MW 1. Grubunda olduğu gibi) Bu tip Birleşik çevrim santralinden şeması Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.

3) BİRLEŞİK ÇEVİRİMLE (COMBİNE-D-CYCLE COGENERATION) ATIK ISIDAN ELEKTRİK ENERJİSİ VE PROSES VE /VEYA ISITMA BUHARI ÜRETİLMESİ

Bu sistem madde 2'de tarif edilen çevrimde Buhar Türbinininin ayrıca ara buhar çekilerek proses ve/veya ısıtma maksatlı kullanılması halindedir. Sistemin şeması Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3.

ATIK ISI KAZANLARI (AİK) HAKKINDA GENEL BİLGİLER

a) ATIK ISI KAZANLARININ BASINÇLANDIRMA DURUMLARI

Atık ısı kazanları normal olarak bir basınçlı yapılabileceği gibi sistem incelemesinde ekonomik bir durum tesbit edildiği takdirde 2 ve 3 ayrı basınçlı da yapılabilir. Bu takdirde AİK'da her basınç devresi için ayrı bir buhar dramı bulunur.

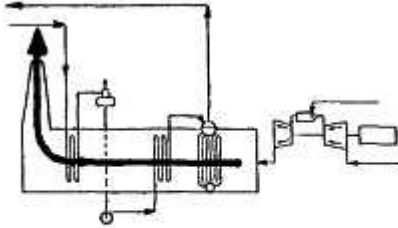
Bir ve üç basınçlı tipik iki AİK'nın kesiti Şekil 4' de verilmiştir. Görüleceği üzere alçak basınçlı kısmın buhar dramı olarak degazör gövdesi kullanılmaktadır.

bakınız: 50

b) ATIK ISI GAZ AKIŞI YÖNÜ-DOĞAL VEYA CEBRİ SİRKÜLASYON DURUMU:

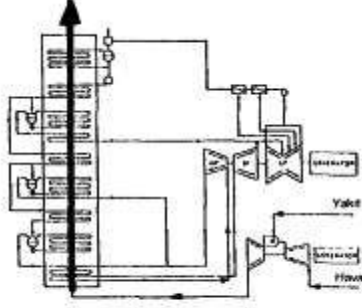
AİK'larda gaz akışı (geçiş) yatay veya dikey yapılabilir.

Dikey gaz akışlı AİK'larda ise: Evaporatör, buhar kızdırıcı ve ekonomizerler yatay yapılmamışlardır ve buhar dramı ile evaporatör boruları arasında sirkülasyon cebri olarak genelde bir sirkülasyon pompası yardımıyla sağlanır.



Şekil 5. Yatay Gaz Akışlı ve Doğal Sirkülasyonlu Isı Kazanı Şeması

Cebri sirkülasyonun, daha yüksek ısı transferi katsayısı sağlamasıyla, daha az ısıtma yüzeyine gerek göstermesi sonucu daha az malzemeye ihtiyaç duyulması ve atık gaz sıcaklık değişimlerine çabuk uyum göstermesi gibi avantajları vardır. Ancak, pompa, motor şalter, kontroller vs. gibi ilave yatırım giderleri ve enerji sarfiyatıyla bakım masraflarının dışında, buhar dramındaki suyun basıncı ve sıcaklığı altında çalışmak zorunda olduğundan, sirkülasyon pompası sistemin kritik bir ekipmandır. Sirküle ettiği suyun oldukça yüksek basınç ve sıcaklıkta bulunması nedeniyle (dram basıncı 40-Bar için 250 °C, 60-Bar için 275 °C ve 70 Bar için 285 °C gibi) sızdırmazlık konusunda potansiyel problemler bulunmaktadır. Sirkülasyon pompaları tesislerde yedekli olarak kullanılırlar. Dikey Gaz Akışlı ve Cebri Sirkülasyonlu Atık Isı Kazanı Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Dikey Gaz Akışı ve Cebri Sirkülasyonlu Atık Isı Kazanı Şeması

c) ATIK ISI KAZANLARINDA (AIK) FİNLİ-KANATLI-BORU KULLANILMASI

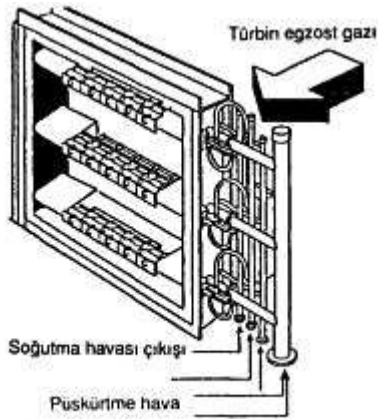
Klasik direkt yanmalı kazanlarda gazdan boruya toplam ısı geçiş katsayısı ve gazla boru arasındaki sıcaklık farkı çok yüksek olduğundan, ekonomizerler dışındaki bütün kazan bölümlerinde çıplak borular kullanılır. Ekonomizerler ise yakılan yakıtın cinsine gazlardaki taşınan tozluluk ve kirlilik derecesine göre çıplak ve/veya yuvarlak finli-kanatlı-borulardan yapılabilirler.

Halbuki gaz türbinleri çıkışındaki AIK'larda gazla boru arasındaki sıcaklık farkı ve toplam ısı geçiş katsayısı çok daha düşüktür. Ayrıca atık gazlar da genelde çok temiz olduklarından bir metre boru başına ısı geçiş miktarlarını arttırmak için ekonomizer, evaporatör ve kızdırıcılarda kanatlı borular kullanılmaktadır. Bu şekilde daha küçük bir hacime çok fazla ısı yüzeyi yerleştirilebildiğinden AIK ölçüleri küçülmekte ve aynı zamanda, finli borular aynı alanı veren çıplak borulara nazaran daha ucuz olduğundan daha düşük AIK maliyetleri sağlanmaktadır.

Yukarıda belirtilen yuvarlak finli-kanatlı-boru tatbikatı 815°C'ye kadar olan atık gaz sıcaklıklarında kullanılır. 815°C'yi aşan gaz sıcaklıklarında, bu sıcak gaza maruz kalan ilk boru bölümleri çıplak veya seyrek finli olarak yapılırlar.

d) İLAVE YANMA VE KANAL BRÜBÖRLERİ (SUPPLEMENTARY FIRING AND DUCT BURNERS)

Gaz Türbinlerinin atık gazlarında ağırlık oranı cinsinden %10 / %15 mertebesinde oksijen bulunduğundan, ihtiyaç halinde AIK'da üretilen buharın miktarını ve/veya sıcaklığını arttırmak veya gaz türbini devreden çıkarıldığında AIK'da düşük seviyede buhar üretimi yapabilmek için AIK'nın atık gaz girişi kanalına "Kanal Brülörleri" (Düet Burners) konur. Gaz Türbini devre dışı iken Kanal Brülörleriyle yanmayı sağlamak için gerekli havayı verecek bir fanın sisteme ilavesi gerekir. Kanal Brülör Sistemi, yanmanın Kanal kesitinde homojen dağılımını sağlayacak şekilde dizayn edilirler. Tipik bir Kanal Brülör (Duct Burner) sistemi Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Kanal Brülörü (Duct Burner) Şeması

e) SİSTEMDEKİ BY-PASS BACASI VE DAMPERLER

Bir gaz Türbin-Atık Isı Geri Kazanma sisteminde, AIK devre dışı iken gaz türbo-generatörünün çalışmasını sağlamak için atık gazları atmosfere gönderen bir By-pass bacası yapılır. Ayrıca by-pass bacası girişiyle, AIK

girişine, sistemin tamamının çalışması veya AIK devre dışı iken sadece gaz türbo-generatörünün çalışması hallerinde kullanılmak üzere birer damper konur. Bu damperler sistemin önemli parçalarıdır.

Sistem, gaz Türbo-generatörü devre dışı iken AIK'da ilave yanmasıyla buhar üretilmesi yapılacak şekilde düzenlenmişse, sisteme konmuş olan müstakil bir lanla AIK arasına da bir damper yerleştirilir.

TÜRKİYEDEKİ ATIK ISI GERİ KAZANMA (AIK) KAZANLARI

Yurdumuzda halen çalışan ve yapılmakta olan Basit Çevrim (Simple- Cycle Co Generation) ve/veya Birleşik Çevrimi (Combined-Cycle Generation) santralleri aşağıda verilmiştir.

Ayrıca birçok endüstri kendi elektrik ve ısı enerjisini basit ve/veya Birleşik Çevrim Santralleriyle üretmek üzere ciddi bir şekilde inceleme ve yapım çalışmalarına başlamıştır.

1) TEK TRAKYA HAMİTABAT BİRLEŞİK ÇEVİRİM SANTRALI

8x95 M W GT/G + 4x 110 M W BT/G =1200 MW 8 Adet iki basıncılı Alık Isı Kazanından beherinin buhar kapasitesi ve şartları;

Yüksek basıncılı kısmı: 155 t/h-50Barg, 543 °C

Alçak basıncılı kısmı: 43 t/h-4,8 Barg, 210 °C

2) TEK AMBARLI BİRLEŞİK ÇEVİRİM SANTRALI

6x 140 MW GT/G+ 3x 170 MW BT/G = 1350 MW 6 Adet iki basıncılı Atık ısı Kazanından beherinin buhar kapasitesi ve şartları:

Yüksek basıncılı kısmı: 231 t/h 80 Barg, 526 °C

Alçak basıncılı kısmı: 46 t/h-7,4 Barg, 199 °C

3) AKEN-AKSA / YALOVA - BASİT ÇEVİRİM / BİRLEŞİK ÇEVİRİM SANTRALI

1x17-MWGT/G

1 Adet Atık Isı Kazanının Buhar Kapasitesi ve Buhar Şartları İlave yanmasız: 24 t/h-59 Barg, 510 °C

4) AKEN-AKSA/YALOVA-BASİT ÇEVİRİM/ BİRLEŞİK ÇEVİRİM SANTRALI

1x22 MW GT/G (Nominal)

1 - Adet Alık ısı Kazanının Buhar Kapasitesi ve Buhar Şartları

İlave yanmasız: 30 t/h - 59 Barg, 380 °C

İlave yanmalı 70 t/h - 59 Barg, 500 °C

5) AKEN-AKSA/ ÇERKEZKÖY-BASİT ÇEVİRİM SANTRALI/BİRLEŞİK ÇEVİRİM SANTRALI

1x22 MW GT/G (Nominal)

1 Adet Atık Isı Kazanının Buhar Kapasitesi ve Buhar Şartları

İlave yanmasız : 30 t/h - 59 Borg, 380°C

İlave yanmalı : 70 l/h- 59 Borg, 500 °C

SONUÇ

Basit çevrimle sadece elektrik enerjisi üretmek, ihtiyaç olan ısı enerjisini de ayrıca yakıt yakarak kazanlardan elde etmek verimi düşük bir sistemdir.

Yakıt Hatlarının ve sonuç olarak la elektrik Hatlarının yüksekliği dikkate alındığında elektrik ve ısı enerjisinin birleşik olarak Kombine veya Cogeneration sistemlerinde üretilmesi mutlaka yapılması gereken bir durumdur.

Basit çevrimli klasik santrallerin verimlerinin %35-40, Birleşik Çevrimli Santrallerinin %45-52,Basit çevrimli Cogeneration santrallerinin ise % 70-75 civarlarında olduğu gerçeğini göz önüne alırsak, kurulacak enerji santrallerinin bu tiplerde yapılması kaçınılmazdır.

Ayrıca yakıtın doğalgaz olması halinde, atmosfere bırakılan atık gazların kükürt içermemesi ve sıcaklıklarının da 100-150°C gibi düşük değerlerde bulunması bu tip santrallerin çevreyi kirletmeme yönünden de katkıları büyüktür.

ANCAK;

Yukarıda özetlenen avantajları yanı sıra, çok önemli bir noktayı da göz önünde bulundurmamız lazımdır. Doğalgaz büyük ölçüde ithal edilmektedir.

Elektrik ve Isı Enerjisi üretimimizi yakıt olarak sadece doğalgaz kullanacak gaz türbini ve ekipmanlarla tesis ettiğimiz takdirde, kanımca bir gün Türkiye büyük bir tehlikeyle baş başa kalabilir. Politik ve/veya başka sebeplerden dışardan aldığımız doğal gaz miktarında azalma olduğu veya tamamen kesildiği takdirde endüstrideki kayıplarımız sonucu çok zor durumlara düşebiliriz.

Bu sebepten kritik endüstri kollarında gaz türbinlerinin "çift yakıtlı" (Doğal gaz ve fuel oil'li) seçilmeleri hususu ciddi olarak dikkate alınmalıdır. Örneğin: TEK Ambarlı 1350 MW'lık Birleşik Çevrim Elektrik Santrali Doğalgaz ve artırılmış Fuel oil No.6 olmak üzere çift yakıt yakacak şekilde dizayn ve imal edilmiştir.