



**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
GAMA MESLEK YÜKSEKOKULU
ELEKTRİK VE ENERJİ BÖLÜMÜ
ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI
TEKNOLOJİSİ**

**ELEKTRİK ENERJİ SANTRALLERİ
4. HAFTA**

İçindekiler

Kombine Çevrimli Santraller (Kojenere Santraller)

- Mekanik Ekipmanlar
- Enstrümantasyon Ve Kontrol

Elektrik Ekipmanları

KOMBİNE ÇEVİRİMLİ SANTRALLER (KOJENERE SANTRALLER)

- Doğal gaz kombine çevrim enerji santrallerinin de verim, yüksek güç, işletme kolaylığı gibi avantajlara sahip olmasından dolayı bu tip enerji santrallerinin kurulumu yatırımcıları cazip gelerek son yıllarda elektrik üretim tesisleri arasında büyük pay sahibi olmasına sebep olmuştur. Basit çevrim bir enerji santralinde verim %35-%40 arasında bir değere sahipken kombine çevrim santrallerde verim günümüz teknolojisiyle %60 mertebelerine erişmiştir. Bu tip santraller sadece gaz türbinlerinden değil, gaz türbinlerinin egzozundan dışarı atılan atık ısıdan da yararlanarak elektrik elde etmeyi amaçlamıştır.

KOMBİNE ÇEVİRİMLİ SANTRALLER (KOJENERE SANTRALLER)

1. MEKANİK EKİPMANLAR

A-Gaz Türbinleri: Gaz türbinleri Doğal Gaz Kombine Çevrim enerji santrallerinde generatörün tahrik mekanizması olarak kullanılırlar. Diğer termal tipte santraller ile kıyaslandığında daha az yer kaplarlar. İlk kurulum maliyetleri düşük olmakla birlikte teslim süreleri ve devreye alma süreleri de kısadır.

Günümüzde çeşitli yakıtlar ile çalışabilen gaz türbinleri mevcuttur. Ayrıca NOx emisyon kontrol teknikleri uygulanarak çevresel yaptırımlara uyulması gaz türbinleri açısından önem teşkil etmektedir. Gaz türbinleri genel olarak kompresör, yanma odası ve türbin olarak adlandırılan üç ana kısımdan oluşur.

- **Kompresör:** Günümüzde sağladığı avantajlardan dolayı santrifüj kompresörler tercih edilmektedir. Santrifüj kompresörler, havaya yüksek hız kazandıran dönen bir çarkı içerisinde bulunduran sabit bir muhafazayla, havayı yavaşlatarak basıncını artıran, belirli sayıdaki genişleyen pasajlardan oluşmaktadır.
- **Yanma Odası:** Gaz türbinlerinin yanma odaları, kompresör tarafından sağlanan bol miktarda hava ile yakıt sprey nozullarından püskürtülen yakıtı karıştırarak yakılan bölümlerdir.
- **Türbin:** Gaz türbinlerinde verimliliklerinden dolayı genellikle aksiyal türbin kullanılmaktadır. Aksiyal türbinlerde yüksek sıcaklık ve basınçtan ortaya çıkan enerji yüksek hızlarda türbin kanatlarına çarparak hareket enerjisine dönüştürülür.

KOMBİNE ÇEVİRİMLİ SANTRALLER (KOJENERE SANTRALLER)

B. Atık Isı Kazanları: Gaz türbinlerinin egzoz çıkışlarına bağlanırlar. Atık ısı kazanları egzoz gazındaki enerjiyi kullanarak pompalar yardımıyla bünyelerine gönderilen basınçlı suyu basınçlı buhara çevirirler. Kombine çevrim santrallerde buhar türbinine buhar sağlamak amacıyla, kojenerasyon tesislerinde prosesin ihtiyacı olan buharı karşılamak amacıyla kullanılırlar. Yapısı, basınç Seviyeleri ve buhar elde etme şekli itibariyle birçok çeşitleri bulunmaktadır. Atık ısı kazanları genel olarak üç ana kısımdan meydana gelmektedir.

- **Ekonomizör:** Kazana gönderilen basınçlı besi suyunun ilk uğradığı bölümdür. Bu bölüm aynı zamanda gaz türbin egzozuna en uzak kısımda yer almaktadır. Kazanın en soğuk kısmıdır. Besi suyunun ısıtılması için kullanılır.
- **Evaporatör:** Ekonomizörden gelen suyun su ve buhar olarak ayrıştığı bölümdür. Aynı zamanda suyun her iki fazda da bulunduğu kısma durum adı verilir.
- **Kızdırıcı:** Buharın sıcaklığını arttırarak kızdırdığımız bölümdür. Gaz türbini egzozuna en yakın ve en sıcak olan kısımdır.

KOMBİNE ÇEVİRİMLİ SANTRALLER (KOJENERE SANTRALLER)

C. Buhar Türbini: Kazanda elde edilen yüksek basınç ve yüksek sıcaklığa (yüksek entalpi) sahip buhar, buhar türbini vasıtasıyla kinetik enerjiye ve kinetik enerjiden de mekanik (hareket enerjisi) enerjiye dönüştürülerek buhar türbinine akuple olan generatörü tahrik eder. Türbin kanatlarına çarparak enerjisini kaybeden buhar kondenser adı verilen bir bölümde toplanır. Daha sonra kondens halde bulunan buhar tamamen yoğuşturularak su haline getirilir ve çevrime geri kazandırılır.

- **Soğutma Kulesi & Hava Soğutmalı Kondenser:** Soğutma kuleleri veya hava soğutmalı kondenserler, su-buhar karışımını tekrar su haline getirerek sisteme kazandırmak için kurulan ekipmanlardır. Soğutma kuleleri doğal çekişli ve fanlı tip olarak iki şekilde mevcuttur. Fakat bu sistemler için ana sistemin kapalı çevrim suyundan harici olarak açık bir soğutma suyu çevrimi daha gerekmektedir. Hava soğutmalı kondenserlerde ise sistemin suyu direkt olarak fanlar vasıtasıyla soğutulduğundan harici bir buhar türbini kondenserine ve açık çevrim soğutma suyuna ihtiyaç olmamaktadır.

KOMBİNE ÇEVİRİMLİ SANTRALLER (KOJENERE SANTRALLER)

D. Mekanik Sistemi Oluşturan Diğer Ekipmanlar: Bir kombine çevrim doğalgaz santralinde yukarıda listelediğimiz ekipmanların dışında birçok yardımcı ekipman yer almaktadır. Bu ekipmanlardan bazıları pompalar, vanalar, borular ve boru bağlantı parçalarıdır.

- **Pompalar:** Prosesin birçok aşamasında, çevrimde kullanılan herhangi bir sıvının (su, yağ, kimyasal madde vb...) basınçlandırılarak ilgili yere gönderilmesi işlevini görürler. Özellikle kazana su basan besi suyu pompaları ve kondenserdeki buharı soğutmak için soğutma kulesinden kondensere su basan soğutma pompaları kombine çevrimdeki göze çarpan en büyük güçlü pompalardır.
- **Vanalar:** Prosesteeki akışı tamamen kesmek veya belirli bir yüzde oranında açıp kapamak için kullanılan mekanik ekipmanlardır. Hidrolik, havalı, motorlu tipte birçok çeşitleri mevcuttur.
- **Borulama:** Yukarıda anlatılan mekanik ekipmanların proses çevrimi açısından anlam kazanmasına sebep olan, kombine çevrim doğal gaz santrallerinin en önemli işlerinden birisidir. Akışkanın içinden geçtiği yolu oluştururlar. Özellikle kazana ve buhar türbinine giden hatlarda basınç kayıpları ve stres analizi hesaplarıyla daha yüksek verim elde edilmeye çalışılır.

KOMBİNE ÇEVİRİMLİ SANTRALLER (KOJENERE SANTRALLER)

E. Genel Proses Akışı: Kombine çevrim doğal gaz santrallerinde su-buhar çevrimi ideal bir Rankine Çevrimine benzetilir. Prosese gaz türbinini de dahil ederek, su-buhar çevriminin kombine çevrim bir doğal gaz santralinde nasıl olduğunu kısaca özetlemeye çalışırsak;

- **Basit Çevrim Tarafı:** Gaz türbini giriş havası ortam koşullarına göre belirli derecede soğutulmuş kompresör tarafından sıkıştırılır. Yanma odasında yakıt ile birlikte yakılan sıkışmış hava genişleyerek türbin kanatlarına çarpar ve gaz türbini generatörü için gerekli döndürme momenti elde edilir.
- **Kombine Çevrim Tarafı:** Türbin tarafında genişleyerek atmosfere atılacak olan yüksek sıcaklıktaki egzoz gazı atmosfere verilmeyerek içinden borular yardımıyla su geçirilen kazana doğru yönlendirilir. Besi suyu pompaları yardımıyla basınçlandırılan su kazana gönderilir. Kazanda gerekli evrelerden geçen su, kızgın buhar haline getirilerek buhar türbinine doğru vanalar yardımıyla debisi ayarlanarak gönderilir. Buhar türbini kanatlarına çarparak döndürme momenti yaratır ve buhar türbini generatörünü tahrik eder. Daha sonra enerjisini yitiren kızgın buhar kondens halini alır ve kondenserde toplanır. Kondenser bir tür eşanjör olarak hayal edilebilir. Soğutma kulesinden pompalar yardımıyla kondensere soğuk su basılır. Basılan soğuk su kondensin ısısını alarak soğutma kulesine geri döner. Isı veren kondens buhar yoğunlaşarak su haline gelir ve besi suyu pompaları yardımıyla tekrar kazana gönderilmeye hazır konuma gelir. Bu çevrim süresince sistemde eksilen su miktarı takviye su pompaları yardımıyla sisteme eklenir. Ayrıca kazan ve soğutma kulesi suyu kimyasal açıdan belirli değerlerde olması gerektiğinden bir dizi kimyasal dozajlama işlemi de çevrim süresince uygulanmaktadır.

KOMBİNE ÇEVİRİMLİ SANTRALLER (KOJENERE SANTRALLER)

2. ENSTRÜMANTASYON VE KONTROL

- Prosesin doğru ve belirli şartlar altında kontrollü olarak çalışması, gerekli değerlerin tek bir merkezden takibi ve prosese anlık olarak müdahale edebilmek için gerekli kontrol sistemleri santrallerde kurulmaktadır.
- Genellikle DCS (Distributed Control System) olarak adlandırılan kontrol sistemi kullanılarak sahadan gerekli veriler alınmakta ve işlenerek gerekli kontrol yapılmaktadır. Sahadan okunan değerler; sıcaklık, basınç, debi, iletkenlik gibi analog değerlerin dışında dijital olarak alınan bilgileri de içermektedir.
- Örnek olarak; bir akış ölçer yardımıyla ilgili boru hattında akış olması gereken değerden az ölçülüyorsa, hat üzerinde bulunan vanaya gerekli sinyal (4-20 mA) gönderilerek debinin istenilen oranda tutulması sağlanır. Prosesin ihtiyacına göre gerekli şekilde ve sayıda CPU (central processing unit), RIO (remote input output) panoları, kontrol bilgisayarları, haberleşme sistemleri tasarlanarak sisteme ait bir kontrol mimarisi oluşturulur. Prosesin ihtiyacına göre gerekli şekilde ve sayıda CPU (central processing unit), RIO (remote input output) panoları, kontrol bilgisayarları, haberleşme sistemleri tasarlanarak sisteme ait bir kontrol mimarisi oluşturulur.

KOMBİNE ÇEVİRİMLİ SANTRALLER (KOJENERE SANTRALLER)

ELEKTRİK EKİPMANLARI: Elektrik sistemine ait ekipmanlar ve genel elektrik filozofisi aşağıda sırasıyla açıklanmaktadır;

A. Gaz Türbini ve Buhar Türbini Generatörleri: Kombine çevrim enerji santrallerinde kullanılan generatörler yüksek devirde (3000 rpm) tahrik edildiklerinden dolayı yapıları itibariyle yuvarlak kutuplu senkron generatörlerdir. Gaz ve Buhar türbini generatörleri genellikle orta gerilim seviyelerinde üretilirler(11 kV , 20 kV vb...) .2MW'dan 300MW'a kadar geniş bir aralıkta tasarlanmaktadır. Günümüzde genellikle hava soğutmalı tip generatörler kullanılmasına karşın hidrojen soğutmalı generatörler de bulunmaktadır. Kombine çevrim santrallerde senkron generatörler genellikle şebeke ile paralel çalıştırılır. Senkron şartlarının sağlanması kombine çevrim santraller için önem teşkil etmektedir. Tahrik sisteminin ve uyartım ekipmanlarının kontrolü ile istenilen ve güvenilir çalışma koşulları sağlanır.

KOMBİNE ÇEVİRİMLİ SANTRALLER (KOJENERE SANTRALLER)

B. Yükseltici Güç Transformatörleri (Step-Up Transformer): Generatörlerin çıkışına bağlanan yükseltici transformatörler, generatör tarafında üretilen elektrik enerjisinin gerilim sınıfını değiştirerek şebekeye aktarılması için kullanılır. Yükseltici tip transformatörler kombine çevrim enerji santrallerinde ilgili generatörlerin gücüne göre seçilir.

Bağlantı sınıfı, yüzde kısa devre gerilimi, kademe değiştirici tipi, sargı sıcaklık artışı, sargı izolasyon gerilim dayanımı ve daha birçok faktör bu tip transformatörlerin seçiminde önemli birer kriterdir. Genellikle yağlı tipte olan bu transformatörler üzerinden kontrol sistemine yağ seviyesi, yağ sıcaklığı, sargı sıcaklığı gibi bilgiler alınarak emniyetli çalışma koşulları takip altında tutulur.

Patlamaya karşı yangın duvarları ve yağ drenajı için gerekli çalışmalar yapılır. Yüksek güçlerde generatör çıkışından transformatöre olan bağlantı, kabloların çok yüksek akım taşıma kapasitesine sahip olamamasından dolayı bus-duct olarak adlandırılan dışı izoleli bakır baralar ile yapılır.

C. Şalt Tesisi: Yükseltici trafonun çıkışından sonra üretilen elektriğin şebekeye ait iletim hatlarına uygun koşullar altında bağlanabilmesi için kombine çevrim santralleri için bir şalt sahası tesis edilmektedir. Tesiste yer alması gereken giriş ve çıkış fiderleri göz önünde bulundurularak gerekli tasarım yapılır. Şalt sahası yüksek gerilim ekipmanlarını içerdiğinden dolayı özel tasarım esasları ve yönetmelikler uygulanmaktadır.

KAYNAKLAR

- <http://www.enerjimag.com/dogal-gaz-kombine-cevrim-enerji-santralleri/>