

Literatür:

[1] Lehmann H.: Dampferzeugerpraxis, Resch-Media Mail Verlag GmbH, Grafelfing 1994

[2] VdTUV, FDBR, VGB: Vereinbarung 1985 / 1 über Richtlinien für die Beurteilung von Grosswasserraumkesselkonstruktionen, VdTUV, Essen 1985

[3] Rosmaier W.: Verbesserte Wasserdruckprüfungen bei Flammrohr-Rauchrohr und Wasserrohrkesseln, Technische Überwachung Bd. 38 (1997), Nr. 6 - Juni

[4] Diwok, H.-J., Mattern, J., Hulmann, G.: Explosion in einem 150 MW-Schmelzkammerkessel, Technische Überwachung Bd. 37(1996), Nr. 3 - Marz

[5] N. N.: Vier Arbeiter starben im heissen Dampf, Bonner Generalanzeiger, 20.10.1994

[6] Dolezal, R., Dampferzeugung, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo etc., 1990

[7] N. N., TRD 403: Aufstellung von Dampfkesselanlagen mit Dampfkesseln der Gruppe IV, Ausgabe Juni 1984

[8] Franz, E.: Kaltstart von Grosswasserraumkesselanlagen Criteri

Bosch Termoteknik Isıtma ve Klima
Sanayi Ticaret Anonim Şirketi
Aydınevler Mahallesi İnönü Caddesi
No: 20 Küçükalyalı Ofis Park A Blok
34854 Maltepe/İstanbul
Türkiye

Tel: (0216) 432 08 00
Faks: (0216) 432 09 86

www.bosch-industrial.com
bosch.industrial@tr.bosch.com

© Bosch Industriekessel GmbH |
Resimler, sadece örnek niteliğindedir |
Teknik değişikliklere tabidir | 12 / 2014 |



Teknik Bülten

Dr.-Ing. Eberhard Franz
Dipl.-Wirtschaftsing. (FH), Dipl.-Informationswirt (FH)
Markus Tuffner, Bosch Industriekessel GmbH



Alev-Duman borulu silindirik kazanlar ile su borulu kazanların karşılaştırılması

Endüstriyel buhar üretimi, 200 yıldan uzun bir geçmişe sahiptir. İlk yüzyılda, günümüzdeki silindirik kazanlarla karşılaştırılabilir kazanlar ağırlıklı olarak kullanılmaktaydı. 1875 yılında [1], yani James Watt buhar kazanını ve buhar makinesini icat ettikten 106 yıl sonra, Steinmuller firması ilk su borulu kazanı tasarladı.

O zamandan beri, su borulu kazanlardaki gelişmeler kapasite ve basınç bakımından dramatik bir yol izlemiştir. 1927'de, ilk Benson kazanı 180 bar basınçta ve 450 °C sıcaklıkta 30 t/h kapasiteyle işleme alındı. Altmışlı yıllarda, 350 bar üzerinde basınçlara ve 600 °C üzerinde sıcaklıklara sahip süperkritik kazanlar tasarlandı. 1970'te, kapasite sınırı 1000 t/h seviyesine ulaştı. Bundan sadece 5 yıl sonra, 2000 t/h üzerinde buhar kapasitelerine sahip su borulu kazanların üretilmesi mümkün hale geldi.

Böylesine muazzam kapasiteler ve ekstrem buhar parametreleri, tasarım ilkeleri nedeniyle silindirik kazanlardan elde edilemez. Ancak, silindirik kazanlar günümüzde hala gelişmeye devam etmektedir. Bu gerçeğe ilk önce Bosch Industriekessel GmbH tarafından uygulanan bazı örnekler, 1953'te geliştirilen su soğutmalı entegre arka duman sandığına sahip üç geçişli kazan, 1956'da geliştirilen çift külhanlı kazan ve 1977'de geliştirilen arıza emniyetli su seviyesi problemleri. Böylece, 55 t/h kapasiteye kadar buhar çıkışları günümüzde hemen hemen sadece tek bir silindirik buhar kazanı tarafından emniyetli ve ekonomik bir şekilde sağlanabilmektedir. Boyuta bağlı olarak, 30 bar seviyesine kadar basınç ve 300 °C'ye kadar kızgın buhar sıcaklığı elde edilebilir. Şekil 1'de, çift yanma

odalı tasarımı modern bir silindirik kazan gösterilmektedir. Yukarıda bahsedilenlerin tümü, tasarım ilkelerinin kendi gerekliliklerini gösterir. Genel olarak, belirli durumlarda bir tasarımın yenisiyle değiştirilmesi pek mantıklı değildir veya imkansızdır.

Bazen, bu kurala istisnalar bulunur. Bu rapordaki amaç, her iki tasarım ilkesinin uygulanabileceği durumlarda bazı kriterleri öne sürebilmektir: Güvenlik ve çalışma ile ilgili hususlar, fiziksel özellikler ve maliyetler.

Güvenlik

Bazı gelişmekte olan ülkelerde, yani Asya ülkelerinde ve ayrıca Güney Amerika'da, silindirik kazanların kullanımı yaygın değildir. Yerel silindirik kazan üreticilerinin ürünleri, Alman standartlarını karşılayamaz. Aynı durum, aşırı basınç ve su eksikliği ile ilgili güvenlik donanımı için de geçerlidir. Bu nedenle emniyet standardı da düşüktür. Bir kazan patlamasının yıkıcı sonuçlarından duyulan korku ve alev-duman borulu silindirik kazanların daha yüksek su içeriğine sahip olmaları nedeniyle, su borulu tasarım tercih edilir. Bazen bazı tasarımcıların/ mühendislik firmalarının tutucu yaklaşımı da buna bir etkendir. Güvenlik konusunun dışında, yerel olarak üretilen silindirik kazanların çalışma ömrünün kısa olması da belirleyici bir etkendir.

Almanya'da silindirik kazanlarla ilgili olarak son 20 yılda meydana geldiği bilinen herhangi bir ciddi kaza yoktur. Bu olumlu gelişme için kritik olan bir husus, su seviyesinin kontrol edilmesi ve sınırlanması için arıza emniyetli prob sisteminin

geliştirilmesi (1977) ve 1985 yılında [2] silindirik kazanlar için “Buhar kazanlarında tasarım emniyeti kuralları”nın uygulamaya geçirilmesiydi. Tasarım emniyetinin anlamı, 19Mn6 gibi belirli malzemelerden feragat edilmesi, belirli tasarım ilkelerinden vazgeçilmesi (set-on kazan uçları, uçların takviye edilmesi için kiriş destekleri gibi), kazan içinin gözetlenmesi için sınırsız olanaklar ve farklı sıcaklıklardaki kazan bileşenlerinin aralarında büyük boşlukların bırakılmasının zorunlu olmasıdır.

Önemli olan bir başka husus da, artırılmış test basıncı ile hidrostatik testlerin uygulanmasıydı. Bu, silindirik kazanın durumunu ve emniyetini çok basit fakat çok güvenilir bir şekilde değerlendirme yöntemidir [3]. Yukarıda belirtilen kurallar ve donanımlar, silindirik kazanların yirmi yıldan uzun süredir büyük kazalar yaşanmadan Almanya’da güvenle işletilmesini olanaklı hale getirmiştir. Bu, diğer kazan tasarımı için tamamen geçerli değildir [4, 5]. İmalat ve tasarımda kalite ele alındığında, silindirik kazanlar daha yüksek güvenilirliğe ve sağlamlığa sahiptir. Dolayısıyla, mühendislik firmaları ve kullanıcılar, yalnızca güvenli şekilde çalışmakta olan ve yıllar boyunca hasar görmemiş çok sayıda referans tesis gösterebilecek durumda olan imalatçıları tercih etmelidir.

İşletim ile ilgili hususlar

Raporun bu kısmında, su kalitesi, bakım ve tekrar edilen güvenlik kontrolleri ile ilgili gerekliliklere değinilmektedir.

Kazan suyunun ve besleme suyunun kalitesi, tüm buhar kazanı tasarımlarında çok önemlidir. Ancak, su kalitesindeki gereklilik ile ilgili önemli, yani ekonomik farklılıklar vardır.

Su borulu kazanlarda, çoğu konstrüksiyon türünde tuzlu su kullanılması önerilmez [6]. Su borulu kazanlar için tuzluluk, kazan suyunda 2000 µS /cm altında bir iletkenlik demektir. Genellikle, 250 kW/m² seviyesinden büyük olan lokal ısı akılarında, boruların tıkanmasını önlemek ve ısı transferinin engellenmemesini sağlamak için tatlı su gereklidir. Bu gereklilikler yalnızca karmaşık ve yüksek maliyetli su işleme sistemlerinin kurulmasıyla karşılanabilir.

Prensip olarak, silindirik kazanlar tuzlu su ile çalıştırılabilir (iletkenlik ≤ 6 000 µS/cm). Kazan ısıtma yüzeylerinin tuz birikmesi nedeniyle olumsuz etkilenmesi görülmez. Suyun işlenmesi için basit su yumuşatma tesisleri kullanılabilir. Su işleme şeklinin belirlenmesinde, mevcut olan suyun kalitesi kadar ekonomik hususlar da etkilidir. Belirleyici etken, yüksek kaliteli su işleme sistemlerinin ne kadar sürede amorti edilebileceğidir; bu süre, tuzdan arındırma oranının düşürülmesiyle kısaltılabilir. Bir başka fark ise, ısı kapasite ile ilgili boyuttur. Tipik olarak, benzer kapasiteler için silindirik kazanlar daha küçük alana ihtiyaç duyar.

Bakım işlemleri, su borulu kazanlarda olduğu gibi silindirik kazanlarda da çok basit bir şekilde gerçekleştirilebilir. Bunun sebebi genellikle çalıştırma ve kapatma işleminin daha az zahmetli olması ve ısıtma yüzeylerine erişimin kolay olmasıdır.

Aynı durum, tekrarlı kontroller için de geçerlidir. Tasarım emniyeti ile ilgili düzenlemelere uygun şekilde üretilen silindirik kazanlarda, çok basit, net ve ekonomik bir sistem kendini kanıtlamıştır: artırılmış test basıncında gerçekleştirilen bir hidrostatik testten sonra ilgili kazan bileşenlerinin gözle kontrol edilmesi. Ayrıca bkz: [3]. Bu, ultrason gibi tahribatsız test yöntemlerine neredeyse tamamen geçilebilmesine olanak sağlar. Su borulu kazanlarda, artırılmış test basıncıyla gerçekleştirilen hidrostatik test, bu raporda tartışılmayacak olan birçok nedenle popüler hale gelebilmiştir. Ayrıca, tipik bir su borulu kazanın birçok bölgesi, görsel kontrol amacıyla erişime açık değildir (yalıtılmış bölgeler). Dolayısıyla, ultrason vb. testlerinin yoğun bir şekilde kullanılması gereklidir.

Fiziksel Özellikler

Aşağıda, doğrudan ilgili tasarım ilkesinden kaynaklanan bazı hususlar ele alınacaktır: su hacmi, akümülyasyon özelliği, kısmi yük performansı.

Üretilen ısı kapasitesiyle ilişkili olarak, silindirik tipte bir kazan, su borulu bir kazana göre çok daha yüksek su içeriğine sahiptir.

Dolayısıyla silindirik kazan, geçici olarak kazanın anma kapasitesini aşan yük dalgalanmalarına veya yük taleplerine karşı daha dirençlidir. Buhar nem oranının kısa süreli artışı dışında, diğer hiçbir etki beklenmez; özellikle ısı transferinin olumsuz etkilenmesi beklenmez. Bu “işletme dostu”, tasarımı gereğince su borulu kazanlarda var olan bir özellik değildir. Basınç dalgalanmaları, kaçınılmaz bir şekilde buhar yoğunluğunu da etkileyecektir.

Belirtilen avantajların dışında, bir silindirik kazanın yüksek su hacmi de soğuk çalıştırma davranışı açısından bazı olumsuz yönleri sahiptir. Buharın kazandan alınabilir hale gelmesine kadar geçen zaman, benzer basınç ve kapasitede su borulu kazanlara göre açıkça daha uzundur. Ayrıca, silindirik kazanın her soğuk çalıştırılması, sabit düzenli çalışmaya göre yüksek mekanik gerilmelere neden olur [referans notu soğuk çalıştırma]. Bunun sonucunda silindirik kazanlarda, soğuk çalıştırma işleminde çok dikkatli olunmalıdır.

Düşük su içeriği nedeniyle, su borulu kazanlar birçok ülkede “ürün kazanı” olarak adlandırılmaktadır, yani kurulum işlemleri çok daha kolay bir şekilde gerçekleştirilebilir [7].

Buhar kazanlarının sağlamlığında önemli bir etken, brülör şalt sayısıdır. Kazanın/sistemin uygun şekilde ayarlanmasının dışında, kazan tarafından üretilebilecek olan düşük yük seviyesi de bu konuda belirleyici bir gerçektir. Kızgın buhar üreten belirli tasarımlara sahip su borulu kazanlarda, brülör tarafından verilen bu yük en küçük ısı kapasitesine karşılık gelir. Su borulu kazanlarda, brülörün düşük yükü genellikle kazana yansıtlamaz, çünkü su tarafındaki kütle akışındaki düşüş ısı transferini olumsuz etkiler ve yüksek ısı akılarında istenmeyen yanık ısılarla neden olur.

Maliyet ve Zaman

Belirli gereklilikler birçok silindirik kazan tipi tarafından karşılanabildiği sürece ve imalat maliyetleri ve kalite uyguna, silindirik kazanların tercih edilmesi daha ekonomik bir alternatiftir. Ayrıca bir kural olarak, teslimat süreleri ve tesisin kurulumu için gerekli olan süreler daha kısadır.

Genellikle, ısıma yoluyla ve hat üzerinde ısı kaybının düşük olması nedeniyle, silindirik kazanlar benzer atık gaz sıcaklığına ve atık gaz bileşimine sahip su borulu kazanlara göre daha yüksek verim sağlar. Bu, işletim sırasında kolay bakım sayesinde de korunabilir. Yani, çalışma sırasında silindirik kazan ekonomik avantaj sağlar.

Özet

Silindirik kazanların ve su borulu kazanların uygulama aralıkları genellikle farklıdır. Bir silindirik kazanın 180 bar basınçta ve 450 °C’de 1000 t/h buhar üretmesi imkansızdır. 30 bar basınçta ve 300 °C sıcaklıkta yaklaşık 200 t/h kapasiteye kadar, bir veya daha fazla silindirik kazan, satın almada ve işletimde daha ucuz olduklarından genellikle daha iyi bir seçimdir. Modern imalat işlemleri ve tasarım emniyeti ile ilgili düzenlemeler, yüksek güvenliğin ve sağlamlığın sağlanabilmesini olanaklı hale getirmektedir. Yukarıda belirtilen hususlar, aşağıdaki tabloda kısaca özetlenmiştir.

Kriterler	Silindirik Kazanlar	Su Borulu Kazanlar
Su kalitesi	düşük gereklilik, tuzlu su kullanılabilir	yüksek gereklilik, düşük tuz seviyesi gerekli
Bakım	kolay temizlik	daha maliyetli
Tekrar edilen test	basit, hidrostatik test ardından inceleme, kapsamlı	hidrostatik teste ek olarak ultrasonik test gereklidir,
	ultrason gibi tahribatsız testler nadiren ve dar bir kapsamda gereklidir	zaman alıcı ve maliyetli
İmalat maliyetinin ve kalitenin karşılaştırılabilir seviyesinde maliyetler	düşük	yüksek
Verim	yüksek, korunması kolay	düşük, işletim sırasında korunması daha zor
Kısmi yük özellikleri	minimum yük elde edilemediğinde brülör kontrol esnekliğinden faydalanılabilir, brülör sorunsuz şekilde kapatılabilir	belirli tasarımlarda, kısmi yük sınırlı olmalıdır, brülör manuel olarak kapatılamaz
Su içeriği	tasarım ilkesi nedeniyle daha yüksek	düşük
Depolama kapasitesi	yüksek su hacmi sayesinde, basınç ve yük dalgalanmalarından fazla etkilenmez	prosten kaynaklanan yük ve basınç dalgalanmalarına duyarlı
Teslimat süresi	daha kısa	daha uzun
Gerekli alan	düşük	yüksek
Kurulum ve ilk çalıştırma için gerekli süre	kısa	daha uzun



Şekil 1: Yüksek basınçlı silindirik kazan, çift yanma odalı tasarım, 35 t/h, 16 bar



Şekil 2: 100 MW kızgın su - su borulu kazan nakledilirken