

Buhar Türleri:

Doymuş, Islak ve Kızgın Buhar

Endüstriyel tesislerde “buhar” tek bir termodinamik durumu ifade etmez. Basınç, sıcaklık ve sıvı su miktarı değiştikçe buharın taşıdığı enerji, ısı transfer davranışı ve ekipman üzerindeki etkileri de değişir.

Basınç - sıcaklık ilişkisi

Kuruluk derecesi

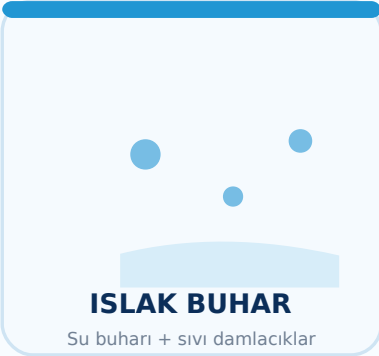
Isı transfer davranışı

Saha ve ekipman etkisi

1. Doyma Noktası Nedir?

Su, bulunduğu basınca karşılık gelen kaynama sıcaklığına ulaştığında sıvı fazdan buhar fazına geçmeye başlar. Bu sıcaklığa **doyma sıcaklığı** denir. Doymuş buharda basınç arttıkça doyma sıcaklığı da artar.

Üç temel buhar durumu



Şekil 1 · Islak, kuru doymuş ve kızgın buharın kavramsal karşılaştırması.

SENCRONE NOTU

Doymuş buharda basınç ile sıcaklık birbirinden bağımsız değildir. Bu ilişki serinin bir sonraki teknik yazısında ayrıntılı ele alınacaktır.

2. Kuru Doymuş Buhar Nedir?

Belirli bir basınçta, o basınca karşılık gelen doyma sıcaklığında bulunan ve ideal tanımda sıvı su damlacıkları içermeyen buhara **kuru doymuş buhar** denir. Kuruluk derecesi $x = 1$ olarak ifade edilir.

Kuru doymuş buhar, yoğunlaşırken önemli miktarda buharlaşma entalpisini proses yüzeyine aktarır. Bu nedenle eşanjör, serpantin, proses tankı, kurutma ve sterilizasyon gibi birçok ısıtma uygulamasında güçlü bir ısı taşıyıcısıdır.

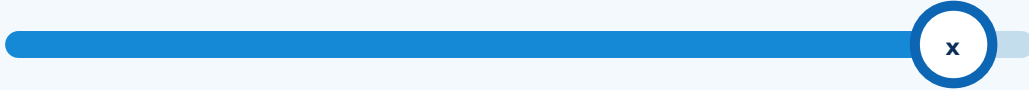
3. Islak Buhar Nedir?

Buhar akışı içinde sıvı su damlacıkları bulunuyorsa bu karışım **ıslak buhar** olarak adlandırılır. Islak buhar iki fazlıdır: su buharı + sıvı su. Karışımın kütesel olarak ne kadarının buhar fazında olduğunu **kuruluk derecesi** gösterir.

Kuruluk derecesi neyi anlatır?

Islak buhar

Kuru doymuş



Daha fazla sıvı su

Sıvı damlacık yok (ideal)

$x = 0.95 \rightarrow 95\% \text{ buhar} / 5\% \text{ sıvı su}$

Şekil 2 · Kuruluk derecesinin kavramsal gösterimi. $x = 1$ ideal kuru doymuş sınırı ifade eder.

$x = 1,00$

İdeal kuru doymuş buhar. Sıvı damlacık bulunmadığı kabul edilir.

$x = 0,95$

Kütlenin yaklaşık %95'i buhar, %5'i sıvı sudur.

Kuruluk düştükçe

Birim küttelede proses için kullanılabilir enerji de azalır.

TERİM NOTU

Kuruluk derecesi, ıslak buhar bölgesi için kullanılır. Kızgın buhar “%100 kurudur” diye tarif edilmek yerine basınç ve sıcaklıkla tanımlanır.

4. Buhar Neden Islanır?

Islaklık yalnızca kazan çıkışındaki su sürüklenmesinden kaynaklanmaz. Buhar dağıtım hattı çevreye ısı kaybettiğinde buharın bir bölümü yoğunlaşır ve **kondens** oluşur. Uygun eğim ve drenaj yoksa bu kondens boru tabanında birikir ve yüksek hızlı buharla birlikte taşınabilir.

Buhar ana hattında kondens davranışı



Şekil 3 · Buhar ana hattında kondens oluşumu, taşınması ve drenajın prensip gösterimi.

5. Islak Buhar Neden İstenmez?

Isı transferi

Kuruluk azaldığında birim kütlede taşınan kullanılabilir enerji düşebilir.

Erozyon

Yüksek hızlı sıvı damlacıkları vana, dirsek ve ekipman yüzeylerinde aşınmayı artırabilir.

Su darbesi

Biriken kondensin kontrolsüz hareketi ciddi mekanik darbelere yol açabilir.

Kondensin buhar ana hattı boyunca düzenli olarak uzaklaştırılması ve ekipman önlerinde uygun drenaj düzeninin kurulması, güvenilir buhar dağıtımının temel saha prensiplerindendir.

SENCRONE SAHA YAKLAŞIMI

Doğru buhar kalitesi yalnızca kazan konusu değildir; boru eğimi, izolasyon, kondens cepleri, buhar kapıları ve gerektiğinde separatör birlikte değerlendirilmelidir.

6. Kızgın Buhar Nedir?

Doymuş buhara aynı basınç seviyesinde ilave ısı verildiğinde ve sıcaklık doyma sıcaklığının üzerine çıktığında **kızgın buhar** oluşur. Doymuş buhardan farklı olarak kızgın buharın durumunu tanımlamak için yalnızca basıncı bilmek yetmez; **basınç ve sıcaklık birlikte** alınmalıdır.

Aynı basınçta: doymuş buhar ve kızgın buhar



Şekil 4 · 10 bar(g) için doymuş ve kızgın buharın kavramsal karşılaştırması.

7. Kızgın Buhar Nerelerde Kullanılır?

Kızgın buhar özellikle buhar türbinleri ve güç üretimi gibi mekanik iş üretiminin öne çıktığı uygulamalarda önemlidir. Buna karşılık klasik proses ısıtmasında kuru doymuş buhar çoğu zaman daha uygun bir ısı taşıyıcısıdır; çünkü yoğunlaşma sırasında yüksek miktarda gizli ısıyı yaklaşık sabit sıcaklıkta aktarır.

SENCRONE SAHA NOTU

Kızgın buhar hattında kararlı işletmede boru cidarı doyma sıcaklığının üzerinde kalırsa kondens oluşmayabilir. Ancak soğuk ilk devreye almada hat ısınana kadar kondens oluşur; drenaj ihtiyacı ortadan kalkmaz.

8. Kısa Karşılaştırma

Özellik	Islak buhar	Kuru doymuş	Kızgın
Sıvı su	Var	Yok (ideal)	Yok
Kuruluk	$x < 1$	$x = 1$	Uygulanmaz
Sıcaklık	Doyma koşulu	Doyma sıcaklığı	Doymanın üstü
Tipik kullanım	Genellikle istenmez	Proses ısıtma	Türbin / güç

9. Sahada Üç Durumu Nasıl Ayırırız?

Basınç göstergesi tek başına her zaman yeterli değildir. Doymuş buharda basınç, doyma sıcaklığını belirler; kızgın buharda ise gerçek sıcaklığın ayrıca ölçülmesi gerekir. Islak buharın değerlendirilmesinde kuruluk derecesi, kondens davranışı ve sistem tasarımı önem kazanır.

10 bar(g)**Doymuş buhar**

Doyma sıcaklığı yaklaşık
184 °C Proses ısıtmasında
tipik referans durum.

 $x = 0,95$ **Islak buhar**

Aynı basınçta akış içinde sıvı
su damlacıkları bulunur.

220 °C**Kızgın buhar**

10 bar(g)'da sıcaklık doyma
sıcaklığının üzerindedir.

10. Görülen Beyaz Bulut Buharın Kendisi midir?

Saf su buharı görünmezdir. Atmosfere boşalan buharın çevresinde gördüğümüz beyaz bulutun önemli bölümü, buharın soğumasıyla oluşan çok küçük sıvı su damlacıklarıdır. Bu nedenle yalnızca gözle bakarak kaçak miktarını veya bir kondenstopun durumunu güvenilir biçimde belirlemek mümkün değildir.

Sonuç

Endüstriyel buhar sistemlerinde yalnızca “kaç bar?” sorusu yeterli değildir. Buharın termodinamik durumu ve kalitesi; ekipman seçimi, ısı transferi, enerji verimliliği ve sistem güvenilirliği açısından doğrudan önem taşır.

SONRAKİ TEKNİK BİLGİ**Buharda Basınç - Sıcaklık İlişkisi: Basınç Arttığında Buhar Sıcaklığı Neden Artar?**

Types of Steam:

Saturated, Wet and Superheated Steam

In industrial plants, “steam” does not describe a single thermodynamic state. As pressure, temperature and liquid-water content change, so do the energy carried by the steam, its heat-transfer behaviour and its effects on equipment.

Pressure -
temperature relation

Dryness fraction

Heat-transfer
behaviour

Field and equipment
effects

1. What Is the Saturation Point?

At a given pressure, water begins to change from liquid to vapour when it reaches the corresponding boiling temperature. This is the **saturation temperature**. For saturated steam, saturation temperature increases as pressure increases.

Three principal steam states

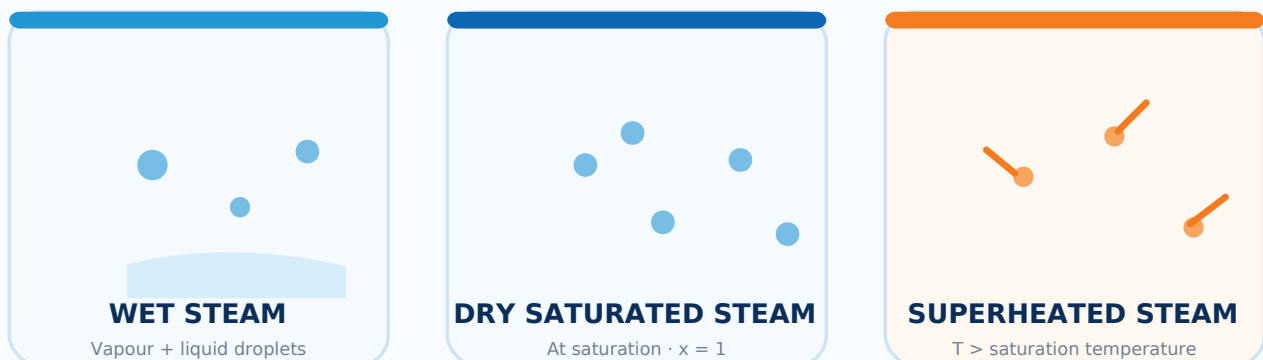


Figure 1 · Conceptual comparison of wet, dry saturated and superheated steam.

SENCRONE NOTE

For saturated steam, pressure and temperature are not independent. The next technical guide will examine this relationship in detail.

2. What Is Dry Saturated Steam?

Dry saturated steam is steam at the saturation temperature corresponding to its pressure and, in the ideal definition, contains no entrained liquid-water droplets. Its dryness fraction is expressed as $x = 1$

As dry saturated steam condenses, it releases a large amount of latent heat to the process surface. This is why it is widely used in heat exchangers, coils, process vessels, dryers and sterilisation duties.

3. What Is Wet Steam?

If liquid-water droplets are entrained in the vapour flow, the mixture is called **wet steam**. It is a two-phase mixture of water vapour and liquid water. The mass fraction existing as vapour is described by the **dryness fraction**

What does dryness fraction describe?

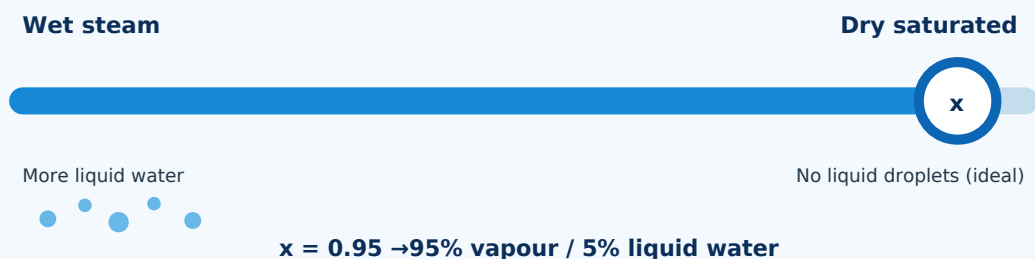


Figure 2 · Conceptual representation of dryness fraction. $x = 1$ is the ideal dry-saturated boundary.

$x = 1.00$

Ideal dry saturated steam; no liquid droplets are assumed.

$x = 0.95$

Approximately 95% of the mixture mass is vapour and 5% is liquid water.

As dryness falls

The useful energy available per unit mass also decreases.

TERMINOLOGY NOTE

Dryness fraction applies to the wet-steam region. Superheated steam is defined by pressure and temperature rather than by assigning a dryness percentage.

4. Why Does Steam Become Wet?

Wetness is not caused only by boiler carryover. As steam loses heat to its surroundings, part of the vapour condenses. Without suitable pipe gradient and drainage, condensate can accumulate along the bottom of the main and be carried by high-velocity steam.

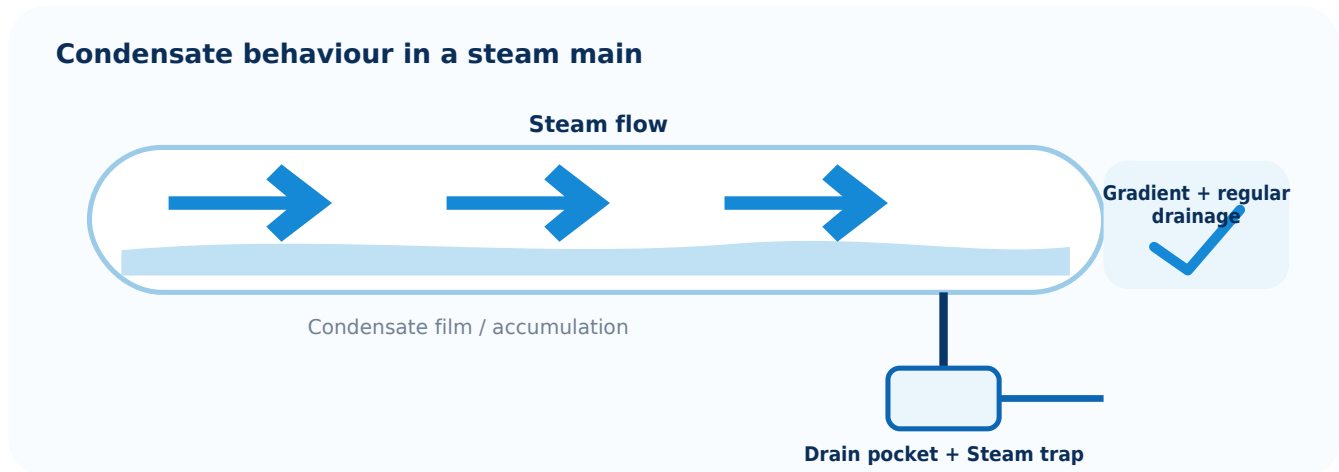


Figure 3 · Principle view of condensate formation, transport and drainage in a steam main.

5. Why Is Wet Steam Undesirable?

Heat transfer

As dryness falls, useful energy carried per unit mass can decrease.

Erosion

High-velocity droplets may increase wear on valves, bends and equipment surfaces.

Waterhammer

Uncontrolled movement of accumulated condensate can create severe mechanical shock.

Regular condensate removal from steam mains and correct drainage arrangements upstream of equipment are fundamental field principles for reliable steam distribution.

SENCRONE FIELD APPROACH

Steam quality is not only a boiler issue. Pipe gradient, insulation, drain pockets, steam traps and separators where required should be considered as one system.

6. What Is Superheated Steam?

Superheated steam is produced when additional heat is supplied to saturated steam and its temperature rises above the saturation temperature at the same pressure. Unlike saturated steam, pressure alone does not define its state; **pressure and temperature must both be known**

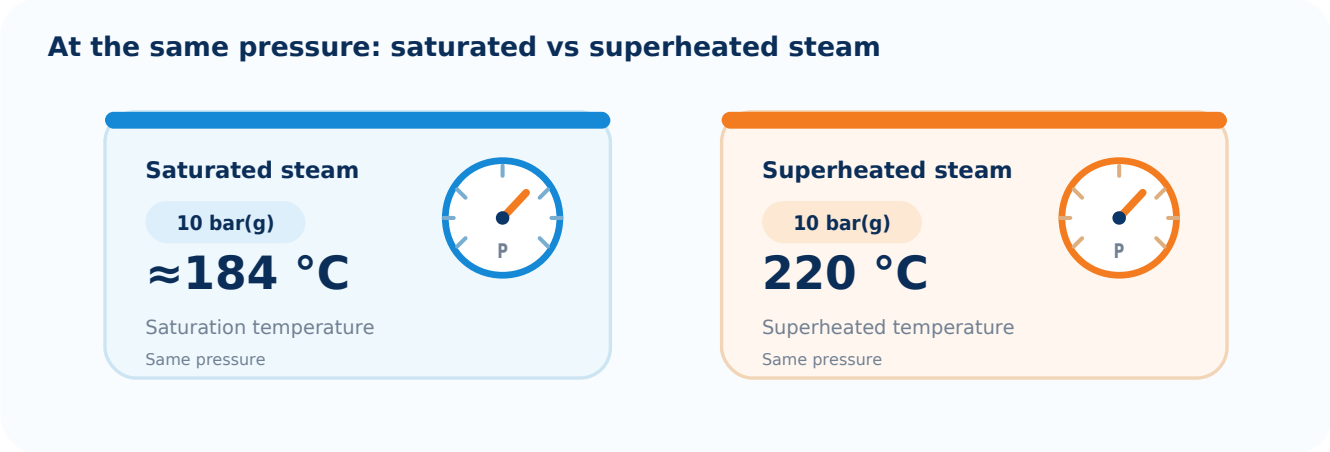


Figure 4 · Conceptual comparison of saturated and superheated steam at 10 bar(g).

7. Where Is Superheated Steam Used?

Superheated steam is particularly important in steam turbines and power-generation duties, where mechanical work is the primary objective. For conventional process heating, dry saturated steam is often a more suitable heating medium because it releases large amounts of latent heat at approximately constant saturation temperature as it condenses.

SENCRONE FIELD NOTE

During steady superheated operation, condensate may not form if the pipe wall remains above saturation temperature. During cold start-up, however, condensate forms until the line warms up, so drainage remains necessary.

8. Quick Comparison

Property	Wet steam	Dry saturated	Superheated
Liquid water	Present	Absent (ideal)	Absent
Dryness fraction	$x < 1$	$x = 1$	Not applied
Temperature	Saturation condition	Saturation temperature	Above saturation
Typical use	Generally undesirable	Process heating	Turbines / power

9. How Do We Distinguish the Three States in the Field?

A pressure gauge alone is not always sufficient. For saturated steam, pressure establishes the saturation temperature; for superheated steam, the actual temperature must also be measured. For wet steam, dryness fraction, condensate behaviour and system design become important.

10 bar(g)

Saturated steam

Saturation temperature is approximately **184 °C**. A typical reference state for process heating.

$x = 0.95$

Wet steam

Liquid-water droplets are present in the flow at the same pressure.

220 °C

Superheated steam

At 10 bar(g), the temperature is above saturation.

10. Is the White Cloud We See Actually Steam?

Pure water vapour is invisible. Much of the visible white cloud around an atmospheric steam discharge consists of tiny liquid-water droplets formed as the vapour cools and condenses. Visual observation alone therefore cannot reliably quantify a steam loss or determine the condition of a steam trap.

Conclusion

In an industrial steam system, asking only “how many bar?” is not enough. Steam quality and thermodynamic state directly influence equipment selection, heat transfer, energy efficiency and system reliability.

NEXT TECHNICAL GUIDE

Pressure - Temperature Relationship of Steam: Why Does Steam Temperature Increase with Pressure?