www.noavarpub.com

بسم الله الرحمن الرحیم

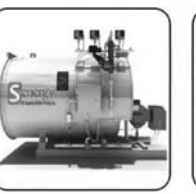
مرجع کامل طرح و اجرای

تأسیسات مکانیکی

(صنعت و ساختمان)

(۲)

قابل استفاده مهندسین طراح، ناظر و مجریان، متقاضیان آزمون‌های نظام مهندسی و کارشناسی رسمی، دانشجویان و کلیه علاقمندان و دست‌اندرکاران تأسیسات مکانیکی



مؤلف: مهندس داریوش هادی‌زاده

سرشناسه	: هادی‌زاده، داریوش، ۱۳۴۶ -
عنوان و نام پدیدآور	: مرجع کامل طرح و اجرای تأسیسات مکانیکی (صنعت و ساختمان) (۲)؛ قابل استفاده دانشجویان مهندسین طراح-/ مولف داریوش هادی‌زاده.
مشخصات نشر	: تهران : نوآور.
مشخصات ظاهری	: ۲۶۰ ص.: مصور، جدول.؛ ۲۹×۲۲ س‌م.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۲۱۲-۴
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: تأسیسات -- طرح و محاسبه
موضوع	: تأسیسات -- طرح و ساختمان
رده بندی کنگره	: TH ۶۰۲۱/۵۲م۴ ۱۳۹۲
رده بندی دیویی	: ۶۹۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۲۸۵۲۳۹

مرجع کامل طرح و اجرای تأسیسات مکانیکی (صنعت و ساختمان) - (۲)

مؤلف: مهندس داریوش هادی‌زاده

ناشر: نوآور

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

مدیر تولید: محمدرضا نصیرنیا

نوبت چاپ:

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۲۱۲-۴

نشر نوآور

مرکز فروش:

نوآور: تهران - خ انقلاب، خ فخررازی، خ شهدای ژاندارمری نرسیده به خ دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸، طبقه دوم، واحد ۶

تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست مطالب

بخش اول / سایکرومتری

۱ـ سایکرومتری
۲ـ منحنی سایکرومتریک
۳ـ دمای خشک
۴ـ دمای تر یا مرطوب
۵ـ دمای نقطه شبنم
۶ـ رطوبت نسبی
۷ـ رطوبت مخصوص
۸ـ آنتالپی
۹ـ انحراف آنتالپی
۱۰ـ حجم مخصوص
۱۱ـ دایره مبنا
۱۲ـ ضریب کنار گذر
۱۳ـ حرارت محسوس
۱۳ـ ۱ـ حرارت محسوس اتاق
۱۳ـ ۲ـ حرارت محسوس هوای تازه وورودی به فضا
۱۳ـ ۳ـ حرارت محسوس موثر اتاق
۱۳ـ ۴ـ حرارت محسوس کل
۱۴ـ حرارت نهان
۱۴ـ ۱ـ حرارت نهان اتاق
۱۴ـ ۲ـ حرارت نهان هوای تازه ورودی به فضا
۱۴ـ ۳ـ حرارت نهان موثر اتاق
۱۴ـ ۴ـ حرارت نهان کل
۱۵ـ حرارت کل
۱۵ـ ۱ـ حرارت کل هوای تازه به فضا
۱۵ـ ۲ـ حرارت کل موثر
۱۵ـ ۳ـ مجموع کل حرارت مورد نیاز
۱۶ـ ضرایب حرارت
۱۶ـ ۱ـ ضریب حرارت محسوس
۱۶ـ ۲ـ ضریب حرارت محسوس اتاق
۱۶ـ ۳ـ ضریب حرارت محسوس موثر
۱۶ـ ۴ـ ضریب حرارت محسوس موثر کل
۱۷ـ نقطه شبنم کویل
۱۸ـ رسم فرایند سرمایش
۱۹ـ فرایندها و تحولات هوا
۱۹ـ ۱ـ فرایند گرم کردن محسوس
۱۹ـ ۲ـ فرایند سرد کردن محسوس
۱۹ـ ۳ـ فرایند سرد کردن و رطوبت گیری
۱۹ـ ۴ـ فرایند اشباع آدیاباتیک
۱۹ـ ۵ـ فرایند رطوبت زنی
۱۹ـ ۶ـ فرایند رطوبت گیری
۱۹ـ ۷ـ فرایند رطوبت زنی و گرمایش
۱۹ـ ۸ـ فرایند گرم کردن و رطوبت‌گیری
۲۰ـ شرایط آسایش

بخش دوم / تبرید

۱ـ محاسبه بارهای سرمایی
۱ـ ۱ـ کسب حرارت از خورشید توسط پنجره‌ها بصورت تشعشع
۱ـ ۲ـ محاسبه بار برودتی جدارها
۱ـ ۳ـ محاسبه بار برودتی روشنایی
۱ـ ۴ـ محاسبه بار برودتی افراد
۱ـ ۵ـ محاسبه بار برودتی منابع داخلی
۱ـ ۶ـ محاسبه بار برودتی هوای خارج
۱ـ ۷ـ نمونه برگه محاسباتی بار برودتی ساختمان
۲ـ انتخاب سیستم خنک کاری مناسب
۲ـ ۱ـ سیستم‌های خنک‌کاری
۳ـ فلودیاگرام تبرید
۴ـ موتورخانه تبرید
۵ـ چیلرها
۵ـ ۱ـ محاسبه، انتخاب و انواع آن
۵ـ ۲ـ محاسبه ظرفیت چیلرها
۵ـ ۳ـ چیلرهای تراکمی
۵ـ ۴ـ چیلرهای تراکمی با محرک موتور احتراق داخلی
۵ـ ۵ـ چیلرهای تراکمی با محرک الکتریکی
۵ـ ۶ـ شرح ساختمان دستگاههای تبرید تراکمی (چیلر، کولر و...)
۵ـ ۷ـ اجزاء اصلی چیلر تراکمی

۵ـ ۸ـ سیستم‌های کنترل ایمن استپ استارت کمپرسور چیلر
۵ـ ۹ـ روش‌های نشت‌یابی سیستم تبرید تراکمی
۵ـ ۱۰ـ چیلرهای جذبی
۵ـ ۱۱ـ مقایسه چیلرهای جذبی و تراکمی
۶ـ برج‌های خنک کن
۶ـ ۱ـ انتخاب برج خنک کن
۶ـ ۲ـ برج خنک کن آبی اتمسفریک
۶ـ ۳ـ برج خنک‌کن آبی با مکش مکانیکی
۶ـ ۴ـ تصحیحات جوی برج‌های خنک کن آبی
۶ـ ۵ـ نکات اجرایی
۶ـ ۶ـ چک لیست برج خنک‌کن آبی
۷ـ پمپ سیرکولاتور
۷ـ ۱ـ دبی پمپ سیرکولاتور
۷ـ ۲ـ هد پمپ
۸ـ پمپ برج خنک کن
۸ـ ۱ـ دبی پمپ برج خنک‌کن برای چیلرهای تراکمی
۸ـ ۲ـ دبی پمپ برج برای چیلرهای جذبی
۸ـ ۳ـ هد پمپ برج خنک‌کن
۹ـ لوله‌کشی آب مسیر چیلر و آب مسیر برج
۹ـ ۱ـ لوله‌های فولادی
۹ـ ۲ـ لوله‌های مسی
۹ـ ۳ـ لوله‌های چدنی
۹ـ ۴ـ لوله‌های PVC یا CPVC
۹ـ۵ـ عایق کاری لوله‌ها
۹ـ ۶ـ تعیین قطر لوله‌ها
۱۰ـ منبع انبساط
۱۱ـ محاسبه و انتخاب فن کویل
۱۲ـ محاسبه بار برودتی ساختمان‌ها به روش نیمه سریع

بخش سوم / دستگاه‌های گرمایشی و سرمایشی مستقل

۱ـ دستگاههای گرم کننده
۱ـ ۱ـ یکپچ حرارتی
۱ـ ۲ـ شوفینه
۱ـ ۳ـ کوره هوای گرم
۱ـ ۴ـ بخاری
۱ـ ۵ـ پمپ حرارتی
۱ـ ۶ـ آب گرم کن‌ها
۲ـ دستگاههای خنک کننده
۲ـ ۱ـ ایرواشر
۲ـ ۲ـ کولرهای آبی (تبخیری)
۲ـ ۳ـ کولر گازی
۲ـ ۴ـ یخچال‌های جذبی

بخش چهارم / هوای فشرده

۱ـ هوای فشرده و کاربردهای آن
۱ـ ۱ـ مشخصات هوا
۱ـ ۲ـ کدها و استانداردها
۱ـ ۳ـ کیفیت هوای فشرده
۱ـ ۴ـ کلاس‌های کیفیت هوا
۱ـ ۵ـ هوای فشرده انباع و خشک
۱ـ ۶ـ کیفیت و مشخصات هوای فشرده مورد نیاز تجهیزات گوناگون
۱ـ ۷ـ محاسبه کنندگی حاصل از فشردن هوا
۲ـ تولید و توزیع هوای فشرده و تجهیزات آن
۲ـ ۱ـ فلودیاگرام نمونه تولید هوای فشرده
۲ـ ۲ـ کمپرسورخانه
۲ـ ۳ـ کمپرسورها
۲ـ ۴ـ افتر کولر
۲ـ ۵ـ لوله‌کشی
۲ـ ۶ـ مخازن ذخیره هوا
۲ـ ۷ـ تله‌ها(TRAPS)
۲ـ ۸ـ فیلترها
۲ـ ۹ـ سیرکولاتورها
۲ـ ۱۰ـ رطوبت‌گیری هوا
۲ـ ۱۱ـ نکات اجرایی سیستم هوای فشرده

بخش پنجم / اطفاء حریق

۱ـ کلاس‌بندی آتش‌سوزی براساس نوع مواد آتش‌زا
۱ـ ۱ـ کلاس A
۱ـ ۲ـ کلاس B
۱ـ ۳ـ کلاس C
۱ـ ۴ـ کلاس D
۲ـ انواع فضاها از نظر خطرپذیری
۲ـ ۱ـ فضاهای کم خطر
۲ـ ۲ـ فضاهایی با خطر متوسط
۲ـ ۳ـ فضاهای پرخطر
۳ـ سیستم اعلام حریق و اجزاء

۶۶۴۸۹۲۰۰

۳ـ۱ـ اهمیت اعلام حریق
۳ـ۲ـ سیستمهای اعلام حریق
۳ـ۳ـ اجزاء سیستم اعلام حریق معمولی
۴ـ روش‌های عمومی اطفاء حریق
۴ـ۱ـ روشهای کنترل و اطفاء حریق
۴ـ۲ـ تجهیزات خاموش کننده
۴ـ۳ـ تجهیزات متحرک
۴ـ۴ـ سیستمهای قابل حمل و یا دستی
۴ـ۵ـ سیستم اطفاء حریق با کف (فوم) توسط پمپ
۴ـ۶ـ سیستم کف (فوم) پیش مخلوط
۴ـ۷ـ آتش خاموش‌کن‌های قابل حمل اسید و باز
۴ـ۸ـ آتش خاموش کن‌های کف (فوم) شیمیایی
۴ـ۹ـ سیستم شیلنگ و قرقره
۴ـ۱۰ـ سیستم رایزر خشک
۴ـ۱۱ـ سیستم رایزر تر
۴ـ۱۲ـ سیستم اتوماتیک اطفاء حریق توسط گاز
۴ـ۱۳ـ سیستم اطفاء حریق اسپرینک

بخش ششم / گازرسانی

۱- آشنایی با گاز طبیعی
۲ـ تقسیم‌بندی ساختمانها
۲ـ۱ـ ساختمانهای مسکونی
۲ـ۲ـ ساختمانهای عمومی
۲ـ۳ـ ساختمانهای خاص
۳ـ لوله‌کشی گاز
۳ـ۱ـ ماتریال لوله‌های فولادی
۳ـ۲ـ لوله‌های مسی
۳ـ۳ـ لوله‌های قابل انعطاف (شیلنگ)
۳ـ۴ـ اتصالات فولادی
۳ـ۵ـ تعیین قطر لوله‌های گاز
۳ـ۶ـ الزامات و نکات اجرایی لوله‌کشی
۳ـ۷ـ عایق کاری لوله‌های روکار
۳ـ۸ـ عایق کاری لوله‌های توکار
۴ـ تجهیزات گازرسانی و وسایل گازسوز و مقررات مربوطه
۴ـ۱ـ کلکتور
۴ـ۲ـ کنتور
۴ـ۳ـ ویگ
۴ـ۴ـ پکیج
۴ـ۵ـ آبگرمکن دیواری
۴ـ۶ـ آبگرمکن زمینی
۴ـ۷ـ بخاری خانگی
۴ـ۸ـ اجاق گاز خانگی (۵ شعله فردار)
۴ـ۹ـ چراغ روشنایی
۴ـ۱۰ـ شومینه
۴ـ۱۱ـ یلویز وکباب پز
۴ـ۱۲ـ دودکش وسایل گازسوز
۴ـ۱۳ـ شیرها
۴ـ۱۴ـ ممنوعیت نصب وسایل گازسوز گرمایشی
۵ـ آزمایش سیستم لوله‌کشی
۵ـ۱ـ آزمایش مقاومت
۵ـ۲ـ آزمایش نشتی
۵ـ۳ـ آزمایش نشت گاز بعد از باز کردن جریان گاز
۶- طراحی و نقشه‌کشی و تعیین قطر لوله‌های گاز
۶-۱- انتخاب مسیر لوله کشی گاز
۶-۲- تهیه نقشه‌های سیستم لوله‌کشی گاز
۶-۳- تعیین قطر لوله‌ها
۷- نقد و بررسی نصب دستگاه‌های گازسوز در فضاهای با درزبندی معمولی و هوابند مطابق مباحث مقررات ملی
۷-۱- حداقل مساحت فضای با درزبندی معمولی برای نصب بخاری خانگی
۸ـ چک لیست گازرسانی $\frac{1}{2}$ پوند بر اینچ مربع

بخش هفتم / عایقکاری

۱ـ هدف از عایقکاری
۲ـ انواع عایق‌ها
۱ـ ۱ـ مشخصات عایق‌ها
۳ـ عایق‌کاری در تأسیسات
۴ـ ضخامت عایق با فرمول
۵ـ انتخاب ضخامت عایق‌ها با استفاده از جداول
۶ـ ضخامت بحرانی عایق لوله‌ها
۷ـ عایق‌کاری کانال‌ها
۷ـ ۱ـ تأسیسات داخل ساختمان، در آب و هوای گرم و مرطوب
منابع

بخش اول

سایکرومتری

۱ـ سایکرومتری (Psychrometry)

به شاخه‌ای از علم که به مطالعه رطوبت هوا و تحولات هوا می‌پردازد سایکرومتری گویند. هوای موجود در جو و محیط اطراف، مخلوطی از هوای خشک و بخار آب است. منحنی سایکرومتریک، منحنی است که غلظت‌هایی مختلف بخار آب در هوا و همچنین دماهایی مربوط به آن، چگالی و محتوای انرژی را نشان می‌دهد. وظیفه‌ی سیستم تهویه مطبوع، کنترل دما و مقدار رطوبت هوا توسط یک یا چند فرایند از فرایندهای زیر می‌باشد:

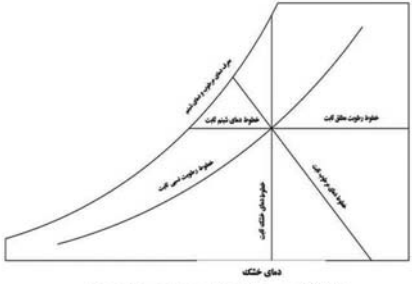
گرمایش، سرمایش، رطوبت‌زنی و رطوبت‌زدایی

این فرایندها می‌توانند در منحنی سایکرومتریک نشان داده شوند. هر یک از فرایندها می‌توانند توسط تعدادی از روش‌های مختلف به دست آیند. به عنوان مثال، گرمایش هوا می‌تواند توسط یک کویل آب گرم کانال‌کشی شده، المنت‌های برقی کانال‌کشی شده، مشعل‌های گاز سوز کانال‌کشی شده و... انجام شود.

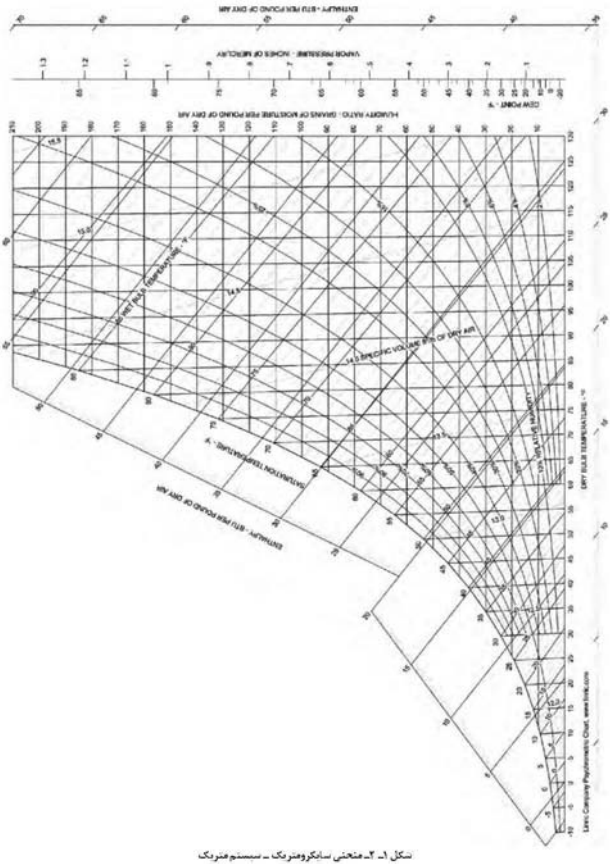
۲ـ منحنی سایکرومتریک (Psychrometric chart)

نموداری که خصوصیات هوا و رطوبت آن بر روی آن بررسی می‌شود را منحنی سایکرومتریک گویند.

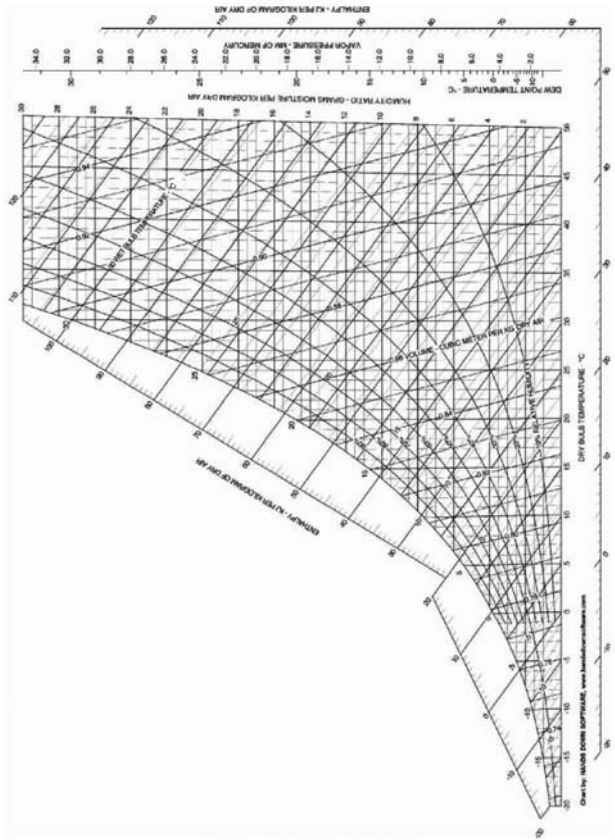
همانطوری که می‌دانیم هوای محیط دارای یکسری مشخصات است که مهمترین آنها دمای خشک، دمای مرطوب، دمای شبنم، رطوبت نسبی، نسبت رطوبت (رطوبت مطلق)، آنتالپی، گرمای ویژه، چگالی، ضریب هدایت حرارتی و... می‌باشد بخشی از این مشخصات مانند دماها، رطوبت و آنتالپی را می‌توان از منحنی سایکرومتریک بدست آورد و با داشتن تنها دو پارامتر از مشخصات هوا می‌توان سایر پارامترها را بدست آورد. مثلاً با دماسنج معمولی دمای خشک محیط را قرائت می‌کنیم، سپس یک پنبه یا پارچه خیس را دور مخزن جیوه یا الکل آن می‌پیچانیم و به آرامی تکان می‌دهیم، طبیعتاً به دلیل تبخیر آب پارچه، دمای آن کاهش می‌یابد و شروع به پایین آمدن می‌کند تا جایی که ثابت می‌ماند به این دما، دمای مرطوب گوییم حال با مراجعه به منحنی سایکرومتریک و با داشتن این دو پارامتر می‌توان سایر مشخصات هوا را بدست آوریم.



شکل ۱ـ ۱ـ بررسی مشخصات هوا بر روی منحنی سایکرومتریک



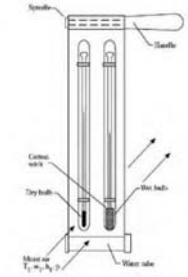
شکل ۱ـ ۴ـ منحنی سایکرومتریک ـ سیستم متریک



شکل ۱ـ ۳ـ منحنی سایکرومتریک ـ سیستم انگلیسی

۳ـ دمای خشک

دمایی که توسط بدن انسان احساس می‌شود و با دماسنج معمولی قابل اندازه‌گیری است را دمای خشک (Dry Bulb Temperature) گویند و واحدهای معمول آن درجه سانتیگراد و درجه فارنهایت می‌باشد. خطوط دمای خشک ثابت بر روی نمودار در شکل ۱ـ ۵ـ b نمایش داده شده است برای نشان دادن دمای خشک روی منحنی سایکرومتریک کافیست دمای قرائت شده توسط دماسنج را بر روی قاعده (محور افقی) منحنی معین کنیم.



شکل ۱ـ ۴ـ وسیله اندازه‌گیر

۴ـ دمای تر یا مرطوب

دمای خشک هوا وقتی که هوا از بخار آب اشباع شده باشد را دمای تر (Wet Bulb Temperature) گویند. برای اندازه‌گیری آن کافیست که مخزن دماسنج بوسیله پارچه و یا پنبه‌ای خیس پوشانیده شود و به آرامی تکان (با سرعت ۳ متر بر ثانیه) داده شود تا جریان باد بوجود آمده و تبخیر آب صورت گرفته و به دمای پایداری برسد. برای نشان دادن دمای مرطوب روی منحنی سایکرومتریک، بر روی قسمت چپ منحنی (رطوبت نسبی ۱۰۰٪) دما را معین می‌کنیم. (شکل ۱ـ ۵ـ c)

۵ـ دمای نقطه شبنم

اگر هوای غیر اشباعی (هوایی که رطوبت نسبی آن کمتر از ۱۰۰٪ است) را آنقدر سرد کنیم تا رطوبت موجود در هوا شروع به تقطیر نماید دمای متناظر با شروع تقطیر را دمای نقطه شبنم (Dew Point Temperature) گویند. در رطوبت نسبی ۱۰۰٪ دمای خشک و تر (مرطوب) و شبنم با هم برابرند. در غیر اینصورت همیشه دمای خشک بیشتر از دمای تر و دمای تر بیش تر از دمای شبنم است این دما بر روی قسمت چپ منحنی مانند شکل ۱ـ ۵ـ b نمایش داده می‌شود.

۶ـ رطوبت نسبی

نسبت جرم بخار موجود دریک هوای غیر اشباع (در یک حجم و دمای معین) نسبت به جرم بخار آن هوا در شرایط اشباع را رطوبت نسبی (Relative Humidity) گویند. در واقع می‌توان گفت که مقدار رطوبتی که در هواست نسبت به مقدار ماکزیمم رطوبتی که همان هوا (در همان حجم و دما) می‌تواند داشته باشد و واحد آن با درصد بیان می‌شود مثلاً:

$$RH = \frac{m_V}{m_S} = \frac{\text{kg of water}}{\text{kg of water at saturation point}} \qquad (1)$$

با توجه به اینکه رفتار گازها در فشارهای کم به سمت گاز کامل میل می‌کنند از طرفی فشار جزیی بخار آب در هوا بسیار کم است بنابراین می‌توانیم فرمول گازهای کامل را برای بخار آب هم بنویسیم: