الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

خصائص البخار المشبع والبخار المحمص

Properties of saturated and superheated steam

البخار يستخدم كوسط لنقل الحرارة في تصنيع الأغذية.
والبخار هو حلة رئيسية للمنتجات الغذائية. توصف جداول البخار بخصائص البخار وهي حصرية جدًا.

~~* إذا انخفض الضغط لكل فوق السائل يزيد~~

السائل المشبع saturated liquid:

وفيه البخار السائل في حالة توازن مع بخاره. والضغط الكلي فوق السائل يجب أن يكون مساويًا أو أكبر من ضغط البخار.

* إذا كان الضغط الكلي فوق السائل يزيد عن ضغط البخار، تبقى الغازات الأولى في الضغط الجوي فوق السائل.

* إذا كان الضغط الكلي فوق السائل يساوي ضغط البخار يكون السائل عند نقطة الغليان

البخار المشبع saturated vapor:

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

وهذا يسمى بالبخار المشبع ويكون البخار عند درجة حرارة الغليان للسائل.

عند تخفيف درجة حرارة البخار المشبع عند ضغط ثابت يصل لنقطة يتكثف condense ويتحول إلى سائل. يفيد العلم يرافق تحرير حرارة.

إذا استمرت إزالة الحرارة من المنظومة خلال كل من الضغط ودرجة الحرارة تبقى ثابتة حتى يتكون كل البخار قد تحول إلى سائل. وإذا أضيفت حرارة إلى النظام فإنها تفيد درجة الحرارة أو الضغط أو كليهما.

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

(٤)

خليط بخار-سائل Vapor-liquid mixtures

البخار مع أقل من ١٠٠٪ نوعية.

درجة الحرارة والضغط تماثل نقطة الغليان، لذلك فإن الحار يتبخر او يخرج إما سائل مشبع أو بخار مشبع فإن اضافة الحرارة سوف لا تغير درجة الحرارة والضغط حتى يتحول السائل المشبع كله إلى بخار.

إزالة الحرارة من النظام أيضاً لا يغير درجة الحرارة والضغط حتى يتحول البخار المشبع إلى سائل.

نوعية البخار steam quality

نسبة خليط بخار-حار هي صورة للبخار المشبع.

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

البخار المحمص superheated steam

هو بخار حار عند درجة حرارة اعلى من نقطة الغليان.

اضافة حرارة الى البخار المحمص تؤدي الى زيادة التحميص عند ضغط ثابت او تقليل الضغط ودرجة الحرارة عند حجم ثابت

إزالة الحرارة يسبب لدرجة الحرارة بالانخفاض الى درجة حرارة الغليان، بينما عند حافة درجة الحرارة تبقى ثابتة حتى كل البخار يصل تكثيف.

(٢)

جداول البخار the steam tables

هي عبارة مجدولة لخواص البخار المشبع والمحمص.

~~جداول~~

مثال / ما هو مقدار التفاوت لجهاز يقيس عند 80 °F ؟
in Hg 30 والضغط الجوي in $Hg_{Vacuume}$ ① عبر عن ذلك بـ
② الضغط المطلق بـ pascals .

من جداول البخار ، ضغط الغليان للماء عند 80 °F هو
psia 0.50683

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

② الضغط المطلق بـ in Hg :

$$= 0.5068 \frac{lb}{in^2}\left[\frac{2.035\ in.Hg}{lb/in^2}\right] = 1.03\ in\ Hg_{abs.}$$

$$Vacuum = 30\ in.Hg - 1.03\ in\ Hg = 28.97\ in.Hg_{Vac.}$$

③ الضغط

$$= \frac{0.50683\ lbf}{in^2}\left[\frac{6894.757\ Pa}{lb/in^2}\right]$$

$$= 3.494\ kPa\ \text{absolute pressure}$$

٢

مثال = اذا كان 1lb ماء عند 100 psig و 252 °f
مع له بالعدد كل 14.7 psiq اجب: ① درجة الحرارة
بعد التمدد ② كمية البخار المنتج.

الضغط المطلق = 100 + 14.7 = 114.7 psia عند
252 °f ١ lb ماء لن يغلي حتى ينخفض الضغط الى 30.9 psia
لذلك الماء عند درجة الحرارة تبدأ حتى تنخفض الضغط عند
114.7 psia وتقوم فقاقيع الماء السائل عند 252 °f.

① بعد التمدد الى 14.7 psiq / 14.7 psia هي
212 °f. درجة حرارة البخار سوف تكون الماء عند 212 °f
وسيبقى سائل ايضا عند 212 °f.

② انثالبي الماء عند 252 °f هو 220.62 Btu/lb ("من جدول البخار").
(hf عند 252f)

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

كل 1 lb H_2O محتوى حراري 220.62 Btu/lb
عند ما الضغط ينخفض الى 14.7 psia سيولد
لكنه المحتوى الحراري للبخار والسائل عند 212 °f و 14.7 psia
سوف يبقى 220.62 Btu/lb.

If x = wt البخار المنتج، 1 − x = wt الماء
عند 212 °f و 14.7 psia.

$$x(h_g) + (1-x)h_f = 220.62$$

$h_g = 1150.5$ Btu/lb ; $h_f = 180.17$ Btu/lb

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

$$X(1115.5) + (1-X)(180.17) = 220.62$$

$$X = 0.04717 \text{ lb } H_2O$$

مثال/ ماهي كمية الطاقة الحرارية لتحويل 1lb من الماء عند 70°f الى بخار عند 14.69 psig ؟ 250°f

في البداية نحدد حالة البخار عند 14.69 psig ، 250°f .

البخار عند 14.69 psig تقطر الماء عند 212°f ، البخار عند 14.69 psig هو بخار محمص / مشبع

البخار المحمص h عند 250°f هو 1168.8 Btu/lb.

Heat required = h_g at 250°f and 14.69 psig
$- h_f$ at 70°f

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

$= 1168.8 - 38.05 = 1130.75$ Btu/lb

مثال/ ماهي كمية الحرارة المنبعثة لتبريد البخار المحمص عند 14.69 psig و 500°f الى 250°f عند نفس الضغط.

تقدر الكمية 1lb من البخار.

Heat given off = q = h at 14.69 psia and 500°f − h at 14.69 psia and 250°f

$= 1287.4 - 1168.8 = 118.6$ Btu/lb.

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

مثال/١ احسب انثالبي البخار عند 252 °f لـ 80% نوعية؟

من جداول البخار،

$h_f = 220.62$ Btu/lb

$h_g = 1164.78$ Btu/lb

$h = x h_g + (1-x) h_f$

x / النوعية %

$h = 1164.78\,(0.8) + 220.62\,(0.2) = 975.93$ Btu/lb

$$v = x v_g + (1-x) v_f$$

حواشي المثال ١: تطبق عندما تكون النوعية اقل من 100% أي عندما يكون السيّال كله البخار.

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي