«التهوية»

★ أنواع التهوية حسب طريقة إرسال الهواء:

1- التهوية المستمرة: يُرسل الهواء النقي بشكل مستمر إلى المكان المطلوب ولكن استخدامها قليل وذلك بسبب كلفتها العالية ولأنها لا تحقق المطلوب

2- التهوية المتقطعة: تُرسل الكمية المطلوبة من الهواء بشكل متقطع، وهي تهوية ميكانيكية تكون من التحكم بالزمن ونوعية التهوية

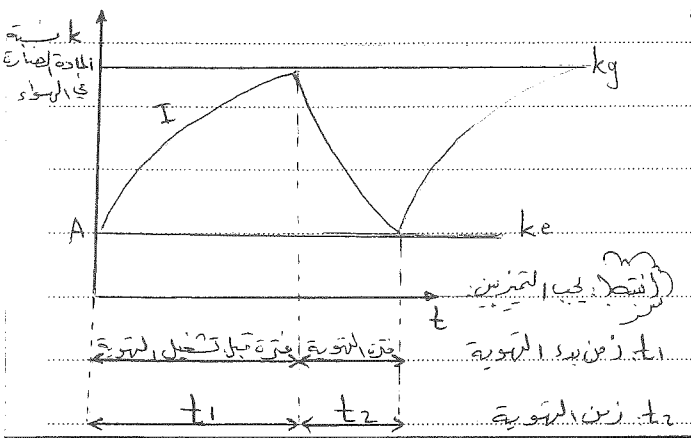
★ يوجد في الهواء كمية من المادة الفاسدة لا يمكن التخلص منها حتى في الشوارع وتسمى k_e وهي أدنى حد مسموح به للمادة الضارة

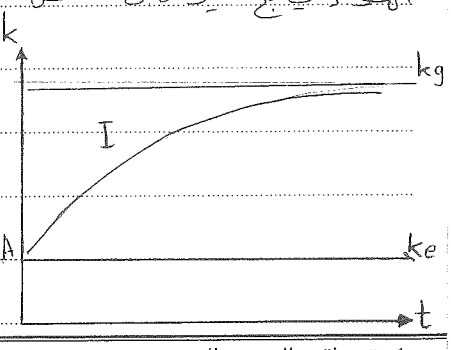
مع مرور الوقت تزداد نسبة المادة الضارة في الهواء بشكل مرحلة لا يجوز تجاوزها وهنا يبدأ عمل التهوية حيث انخفاض نسبة المواد الضارة

حيث يظهر في الرسم البياني الموضح لتغيرات المواد الضارة في الهواء مع مرور الزمن عند استخدام كل التهويتين البيانيتين: k_g: هو المقدار الأعلى من المادة الضارة

ويمثل الخط (I) تغير نسبة المواد الضارة في الهواء ابتداء من الحالة البدئية A

ملاحظة: يجب أن نصل إلى الأعلى لأن الهواء يصبح غير قابل للتنفس





9 990000 036554

t_1: معامل التهوية اللازم لهذه الغرفة :

$$t_1 = \frac{\nu}{L} \quad [h]$$

ν: حجم المكان المراد تهويته

L: كمية الهواء اللازمة للتهوية

عامل التهوية (n): «هام» سؤال دورة

يعرّف بأنّه عدد مرات تجديد الهواء في القاعة خلال ساعة واحدة

ويؤخذ من الجدول (3-6)

$$n = \frac{L}{\nu} \quad \left[\frac{1}{h}\right]$$

L: كمية الهواء اللازمة للتهوية $\left[\frac{m^3}{h}\right]$

ν: حجم القاعة $[m^3]$

تعطي الجداول قيم عامل التهوية (n) لبعض الأماكن ، فإذا كانت قيمة العامل (n) أكبر من الموجودة في الجدول ، عندها يجب إعادة تصميم القاعة وتكبير حجمها

كمية الهواء اللازمة للتهوية :

* إنّ كمية الهواء "L" اللازمة لتهوية قاعة ما يجب أن تكون خاضعة للشروط الصحية ، وأن تكون قادرة على امتصاص الفائض الحراري ، وفائض بخار الماء ، وفائض غاز الفحم من داخل القاعة

* علمنا أن كمية الهواء يجب أن تتغلب على الفائض الحراري وذلك بسبب حدوث تسرب حراري من داخل الغرفة إلى الخارج أو قد تمتص بعض السطوح والمواد الحارة مع مرور الوقت وبالتالي تنقص كمية الحرارة المكتسبة وبالتالي فهي تحاول التغلب على الفرق بين الحرارة المكتسبة والحرارة المفقودة وهما سيؤديان إلى الفائض الحراري

الفائض الحراري المحسوس : $Q_s = C\,G\,\Delta t = 0.24 * \gamma\, L\, Q_s\, \Delta t \; ; \; \gamma = 1.25$

الفائض الحراري الكامن : $Q_l = G\,\Delta i = 1.25\, L_{Ql}\, \Delta i_{(1-2)}$

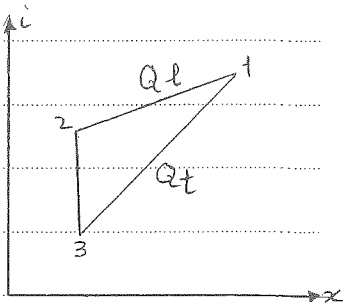
الفائض الحراري الكلي : $Q_t = G\,\Delta i = 1.25\, L_{Qt}\, \Delta i_{(1-3)}$

فائض بخار الماء : $W = G\,\Delta x = 1.25 * L_w * \Delta x$

$$L_{Qs} = \frac{Q_s}{0.3 * \Delta t} \quad [m^3/h]$$

$$L_{Q\ell} = \frac{Q_\ell}{1.25 * \Delta i\,(1-2)} \quad [m^3/h]$$

$$L_{Qt} = \frac{Q_t}{1.25 * \Delta i\,(1-3)} \quad [m^3/h]$$



$$L = \frac{W}{1.25 * \Delta x} \quad [m^3/h]$$

$$L_k = \frac{m \cdot k}{kg - kc} \quad \left[\frac{m^3}{h}\right]$$ كمية الهواء اللازمة للتخلص من فائض غاز الفحم.

- k : كمية غاز الفحم التي يطرحها الشخص الواحد «توجد من الجداول» [lit/h]
- kg : كمية غاز الفحم العظمى المسموح بها في الهواء الداخلي «توجد من الجداول» [lit/m³]
- kc : كمية غاز الفحم الموجودة في الهواء النقي المرسل «توجد من الجداول» [lit/m³]
- m : عدد الأشخاص في المكان

س: كيف نعلم إذا كانت التهوية الطبيعية محققة أم لا ؟؟

يجب أن تحقق ثلاثة شروط مانعاء أحدهم يفي الثلاثة:

1. أن يكون الحجم المخصص من القاعة لكل شخص لا يقل عن $15m^2$ وفي حال كان الشخص يتواجد أقل من (3 ساعات) في المكان تنخفض هذه النسبة لا تقل عن $7.5m^2$
2. أن تكون مساحة الشخص من مساحة القاعة الأرضية $5m^2$ على الأقل أما في أماكن المكث المؤقت فيجب ألا تقل عن $2.5m^2$
3. يجب أن تكون مساحة النوافذ الموجودة في المكان تشكل 10% أو أكثر من مساحة الجدران أو 5% أو أكثر من مساحة الأرضية

ملاحظة: يجب أن يورد هذه الشروط ضمن الحل في حال ورود سؤال عن مدى تحقق السلامة

* بعض الأفكار الخاصة بالجداول:

- الجدول (1-3) يعطي كمية بخار الماء التي يطرحها الإنسان بقدرة بـ [gf/h] وذلك تبعاً لنوع العمل وكذلك درجة الحرارة الداخلية مقدرة بالدرجات

(ملاحظة) عندما تكون درجة الحرارة الداخلية المفروضة لدينا في المسألة غير مذكورة ضمن الجدول وتقع بين قيمتين من جهة لدينا احتمالان:

أ- إما أن نأخذ درجة الحرارة الأقرب إلى الدرجة المفروضة لدينا ومباشرة في كمية بخار الماء المقابلة لها في الجدول فمثلاً: في حال كانت الدرجة المفروضة $t=12°$ مثلاً أقرب لـ $10°$ من $15°$ حينها نأخذ كمية بخار الماء المقابلة للدرجة الحرارة $10°$ من الجدول أي 30 في حالة الراحة

ب- أو أن نأخذ اعتماداً على السنة والتناسب مثلاً: إذا كان $t=12°$

$10° < t < 15°$ نقوم اعتماداً على الجدول (1-3):

لدينا بين $10°$ و $15°$ ← 5 درجات مئوية

لدينا بين 30 kgf/h و 40 kgf/h ← 10 kgf/h

ك 10 kgf/h تقابل $5°$

ك x kgf/h تقابل $2°$ ← $x = \frac{2*10}{5} = 4$ kgf/h

ومنه كمية بخار الماء المقابلة للدرجة $12°$ هي: $W = 30 + 4 = 34$ kgf/h

- الجدول (2-3) تركيب هواء الشهيق والزفير «غير مطلوب»

- الجدول (4-3) k كمية غاز الفحم التي يطرحها الإنسان «هام جداً»

k مقدرة بـ gf/h غير مطلوب أما k مقدرة [lit/h] مطلوبة

- الجدول (3-3) kg، kc كمية غاز الفحم CO_2 في الهواء «هام جداً»

تصنيف هذه الأماكن على الجدول: أماكن سكنية (غرفة معيشة)

أماكن عامة (قاعة مطالعة، مكتب)

أماكن مغلقة (سينما، مسرح، قاعة اجتماعات)

- الجدول (5.3) آلة الهواء اللازمة للشخص الواحد $[m^3/h]$

وفيه نأخذ معرفة نوع التهوية أو في معرفة إذا طبيعة التهوية طاقية أم لا

** ميل شعاع المعالجة:

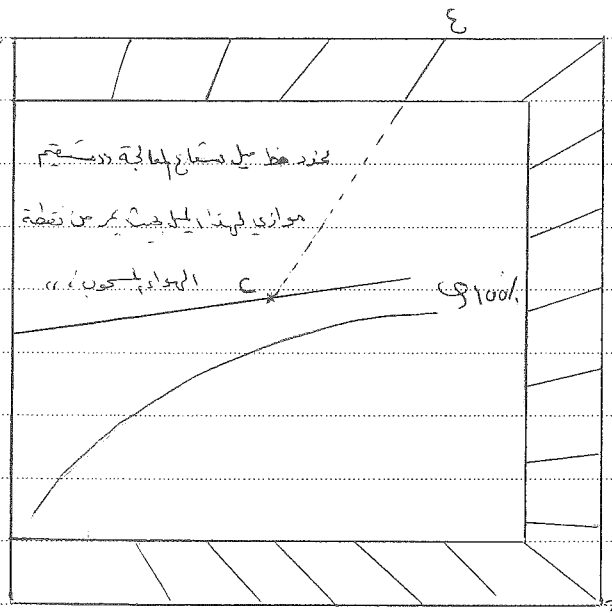
ثابت من الملاءمة: $\varepsilon = \frac{Q_t}{W} \left[\frac{kcal}{kg}\right]$ ويسمى بـ

حيث Q_t: الفائض الحراري الكلي $[kcal/h]$

W: فائض بخار الماء مقدراً بـ $[kg/h]$

(انتبه) عندما نأخذ قيمة w من القانون: $w = G.\Delta x$ يكون مقدراً بـ $[g/h]$

ولذلك يجب أن نقوم بتحويل شعاع المعالجة أثناء الحل إلى $[kg/h]$



نستفيد من ميل شعاع المعالجة في تحديد موقع النقطة c على الخط ما بين الهواء الداخل والتالي معرفة كامل مميزات

* أخيراً يرد في السؤال لدينا النقطة (c) نقطة الهواء المحبوب نطلي صفتين من مميزاتها ونحددها على مخطط الهواء الرطب ثم نقال درجة حرارة الهواء الداخل t_i أو t وهنا لكي نرسم شعاع المعالجة نأخذ

مستقيماً موازياً لميل الشعاع حيث يمر من نقطة الهواء المحبوب c ويقاطع مستقيم درجة الحرارة t_c مفعول على موقع النقطة c.

* تنويه ... حيث الدكتورة سرى أثناء المحاضرة على مجموعة من المسائل المحلولة والتي تباع في المكتبات حيث قالت أنها غير مسؤولة عن هذه المسائل حيث أنها محلولة من قبل طالب منذ ثلاث سنوات وتحوي على أخطاء وذكرت بأنها في إحدى السنوات كانت مسألة الامتحان من ضمن ما تسبب بالهم للكثير من الطلاب

مسائل :

المسألة الأولى : p.95

لدينا قاعة مطالعة أبعادها $(25 * 15 * 4)\,m$ ، احسب عدد الأشخاص الذين يمكن أن تستوعبهم هذه القاعة على أن تحقق الشروط الصحية علماً بأن التهوية مع مجموع معامل التهوية $n = 3\ [1/h]$

الحل :

مكان مجموع فيه الشخص ⇐ من الجدول (5-3) ⇐ كمية الهواء اللازمة للشخص الواحد في الشروط العادية : $l_m = (20-30)\ [m^3/h]$ نفرضها $l_m = 25$

$$t = \frac{v}{L} = \frac{1}{n} \Rightarrow L = n * v = 3 * 15 * 25 * 4 = 4500\ [m^3/h]$$

وهي كمية الهواء اللازمة لجميع الأشخاص الموجودين في القاعة

$$\Rightarrow m = \frac{L}{l_m} = \frac{4500}{25} = 180\ [person]$$

(انتبه !) هيا * في حالة فرضنا $l_m = 22$ ⇐ يكون $m = 204.54$ بالطبع لا يمكن هذا الرقم لأن عدد الأشخاص بالطبع عدد صحيح نقوم بالتقريب للعدد الأصغر منه * وعند فرض قيمة لـ l_m يفضل ألا تكون قيمة هي $l_m = 20$ لأنه هنا سيعرض لشاكل أثناء الرسم فتابعه.

المسألة التاسعة : p.97

احسب حجم الهواء اللازم لتهوية صالة مسرح تتسع لـ (800) شخص وتقع في مدينة كبيرة وذلك حسب الحالتين التاليتين :

1) للتخلص من الفائض الحراري إلى الوسط داخل الصالة نفرض أن كمية الحرارة التي تنشر من التجهزات الموجودة داخل الصالة تساوي $6000\ [kcal/h]$ وكمية الحرارة المتسربة من الصالة إلى الخارج عبر حوائطها تساوي $15000\ [kcal/h]$ ودرجة الحرارة الداخلية $t_i = 25°$ ودرجة حرارة الهواء الخارجي $t_e = 20°$

وزنه النوعي $\gamma = 1.25 \ [kgf/m^2]$

2) للتخلص من فائض غاز الفحم، وصل الهواء المرسل تحت الشروط الصحية داخل الصالة بفرضيات التدفين صنوع، وما هو مقدار غاز الفحم في الهواء المسحوب؟

الحل:

* من المعطيات: صالة مسرح $\Leftarrow kg = 175 \ lit/m^3$

تقع في مدينة كبيرة $\Leftarrow$ المكان مفتوح أي موجود في الهواء النقي $\Leftarrow k_c = 0.5 \ lit/m^3$

Q_s الفائض في آلية الحرارة المحسوسة حيث من خلال العلاقة الجاهزة «هام جداً»

$$Q_s = Q_{s1} + Q_{s2} - Q_{s3}$$

حيث: Q_{s1} آلية الحرارة المنتشرة في القاعة وتقسم إلى:

Q_{s1}': آلية الحرارة الناتجة عن الجهازات عن القاعة «غالباً تكون من معطيات المسألة»

Q_{s1}'': آلية الحرارة الناتجة عن الأشخاص عن القاعة وتحسب كالتالي:

نعمل على q_s آلية الحرارة الناتجة عن شخص واحد وذلك من الجدول (2-1)

حيث يجب أن نعرف بأنه عبارة عن آلية الحرارة المحسوسة ومقابله آلية الحرارة الكلية (المحسوسة + الكامنة)

مثلاً: في هذه المسألة $\frac{q_s}{q_t} = \frac{50}{80}$ وذلك في درجة الحرارة 25 وحالة الراحة

$$\Rightarrow Q_{s1}'' = q_s * m = 50 * 800 = 40000 \ [kcal/h]$$

Q_{s2}: هي آلية الحرارة المفقودة إلى القاعة «أنبوب مثقب ولا يطبع» (أنبوب)

Q_{s3}: هي آلية الحرارة المسترجعة من القاعة.

$$\Rightarrow Q_s = 6000 + 40000 - 15000 = 31000 \ [kcal/h]$$

$$\Delta t = t_i - t_c = 25° - 20° = 5°$$

$$\Rightarrow L_{Qs} = \frac{Q_s}{0.3 * \Delta t} = \frac{31000}{0.3 * 5} = 20666 \ [m^3/h]$$

$$L_k = \frac{m * k}{kg - kc}$$

k : كمية غاز الفحم التي يمكن إضافتها للخليط الهوائي في حالة الراحة

من الجدول (4-3) $k = 20\ [lit/h]$

$$\Rightarrow L_k = \frac{800 * 20}{1.75 - 0.5} = 12800\ [m^3/h]$$

(نسبة الهواء)

عندما نريد حساب كمية الهواء اللازمة لقاعة ما ← نختار القيمة العظمى من كل الحوادث « لا نأخذ مجموع » حفاظاً على سلامة الركاب

ومنا يبان: $L_k < L_{Qs}$ ← $L' = L_{Qs} = 20666\ [m^3/h]$

والآن نريد حساب نسبة غاز الفحم في الهواء المسحوب من القاعدة ← نظن دوماً أنها أكبر بسبب الهواء الصادر في العوادم ناتجة عن غاز الفحم

$$\Rightarrow L' = \frac{m * k}{kg' - kc} \Rightarrow kg' = \frac{m.k}{L'} + kc$$

$$kg' = \frac{800 * 20}{20666} + 0.5 = 1.3\ [lit/m^3]$$

* لمعرفة إذا كانت التهوية محققة أم لا : لدينا معطيات المسألة أن التهوية ميكانيكية ← كمية الهواء المحققة للشخص الواحد $l_m = (20-30)\ [m^3/h]$ وذلك في الشروط العادية

$$l_m = \frac{L}{m} = \frac{20666}{800} = 26\ m^3/h$$ تنتمي إلى المجال $[20-30]$

← الشروط الصحية محققة في القاعة

ملاحظة: في المسألة السابقة ↑ لا يمكننا إهمال حل شعاع الحاجة لأن المسألة تتحدث عن كمية الحرارة المحسوسة Q_s وشعاع الحاجة تعلق بـ Q_t (كمية الحرارة الكلية (المحسوسة + الكامنة))

مسألة خارجية: «هامة»

تتسع قاعة اجتماعات لـ 600 شخص وتقع في مدينة كبرة، حيث سرعة الريح في الشتاء 1 م/ث، فإذا كانت كمية الحرارة الكلية المفقودة (بالشتاء) من القاعة 15000 kcal/h ودرجة حرارة الهواء الداخلي $t_i = 20°$ والرطوبة النسبية له $\varphi = 60\%$، ودرجة حرارة الهواء الخارجي $t_e = 16°$ والرطوبة:

1) ـ المبرد الرئيسي لستاع المعالجة.

2) ـ صفات الهواء المسحوب والمرسل

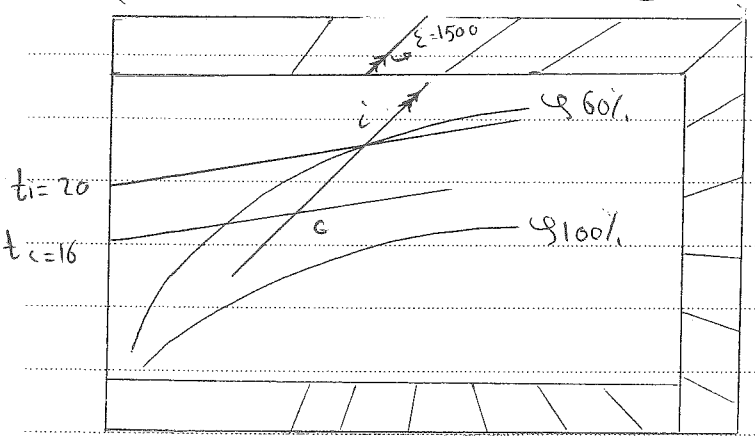
3) ـ كمية الهواء اللازم للتغلب على الفاقد الحراري الكلي وعلى تأثير الغاز الغير والنسبة غاز الغم في الهواء المسحوب من القاعة.

الحل:

* من المعطيات لدينا: قاعة اجتماعات ⇐ $k_g = 1.75$ lit/m³

قع في مدينة كبرة ⇐ $k_c = 0.5$ lit/m³

نأخذ على مخطط الهواء الرطب موقع النقطة i (التي تمثل الهواء الداخلي)



* نحسب أولاً: مبرد ستاع المعالجة ε:

$$\varepsilon = \frac{Q_t}{W}$$

$Q_t = Q_{t1} + Q_{t2} + Q_{t3}$

$Q_{t1} = 0$ «تجهيزات» ، $Q_{t2} = 0$ «لا تجهيزات حرارة متعلقة بالقاعة»

$Q_{t3} = 15000$ «كمية الحرارة المتبقية من الفقرة»

Q_t هي كمية الحرارة الكلية حيث أخذناها من جدول (1-2) كمية الحرارة التي يطرحها الإنسان في درجة حرارة 20° حالة راحة.

$$\frac{q_s}{q_t} = \frac{75}{100}$$

$$\Rightarrow q_t = 100 \Rightarrow Q_{t_{ii}} = q_t * m = 60000 \text{ kcal/h}$$

* لإيجاد كمية بخار الماء المطروحة من الأشخاص W نأخذ من جدول (1-3) كمية بخار الماء التي يطرحها الإنسان في درجة حرارة 20° حالة راحة $w = 50 \text{ [kgf/h]}$

$$\Rightarrow W = 50 * 600 = 30000 \text{ gr/h} = 30 \text{ kg/h}$$

يجب تحويل كمية الحرارة الكلية إلى الحرارة الظاهرية.

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{60000 - 15000}{30} = \frac{45000}{30} = 1500 \text{ kcal/kg}$$

* بالتالي وصلنا على اتساع الطاقة نرسم على مخطط الحواء الرطب مع مواءمة لقيمة $\varepsilon = 1500$ حيث تمر النقطة (i) ونتقاطع خط $\varepsilon = 1500$ مع خط درجة الحرارة t_c نحصل على موقع النقطة c وبالتالي نستخرج قيم حالات الهواء المرسل والتابع إلى القسم السابق.

النقطة	$t[^\circ c]$	$x[g/kg_{da}]$	$\varphi[\%]$	$i[kcal/kg_{da}]$
i	20	9	60	10.3
c	16	7.8	67	8.5

* الآن ننتقل لحساب كمية الهواء اللازمة للتغلب على الفائض الحراري الكلي:

$$L_{Qt} = \frac{Qt}{1.25 * \Delta i_{(i-c)}} = \frac{45000}{1.25(10.3 - 8.5)} = 20000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$L_w = \frac{W}{1.25 * \Delta x_{(i-c)}} = \frac{30000}{1.25(9 - 7.8)} = 20000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$L_k = \frac{600 * 20}{1.75 - 0.5} = 9600 \ m^3/h$$

* إن نسبة أكثر مادة ضارة في الهواء ناتجة عن غاز الفحم ← لذلك نأخذ كمية الهواء اللازمة للقضاء على غاز الفحم

$$L_k' = \frac{m * k}{kg' - kc} \Rightarrow kg' = \frac{m * k}{L_k'} + k_c$$

$$\Rightarrow kg' = \frac{600 * 20}{20000} + 0.5 = 1.1 \ lit/m^3$$

* من حالات كمية الهواء المضافة للشخص لدينا حالتين:

$$l_m = \frac{L}{m} = \frac{20000}{600} = 33.3$$

لدينا من الجدول (5-3) كمية الهواء اللازمة للشخص الواحد من الشوط العادية في حال التدخين في جميع أنحاء المكان هي: $l_m = (30 - 45) \ [m^3/h]$

الشوط العادية $\Rightarrow$ $l_m = 33.3 \ m^3/h$ $\Rightarrow$

« انتهت المحاضرة الثالثة »

Sally Assaf