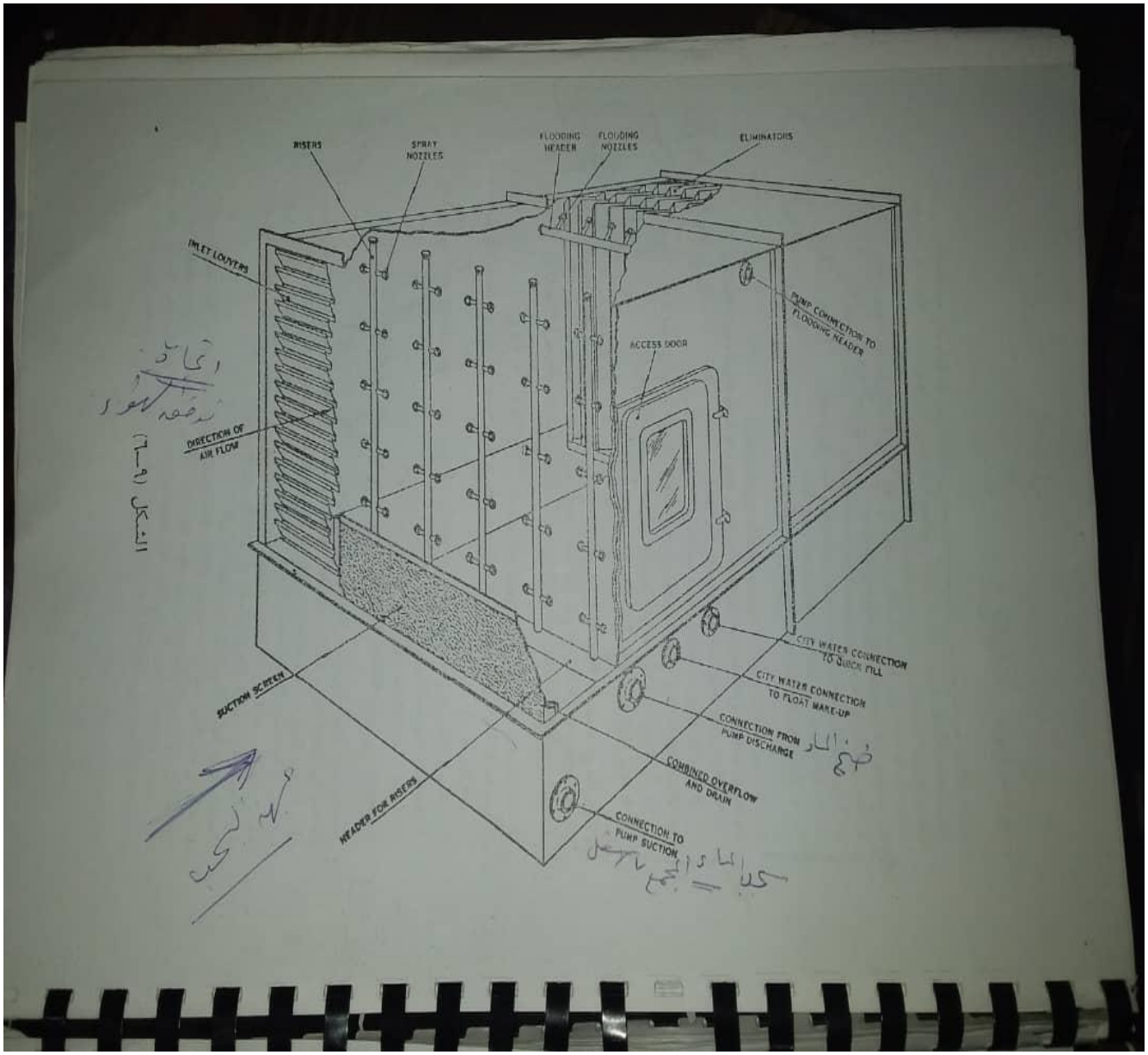
تجارب حضير التهوية والتكييف المطلوبة
من طلاب السنة الثانية أقسام - ميكا
الفصل الثاني:

١- التسخين الجاف
- الكمش بالبخار / التسخين بالبخار
- التسخين الرطب ولصناعة المروحة.


RISERS
SPRAY NOZZLES
FLOODING HEADER
FLOODING NOZZLES
ELIMINATORS
INLET LOUVERS
PUMP CONNECTION TO FLOODING HEADER
ACCESS DOOR
DIRECTION OF AIR FLOW
CITY WATER CONNECTION TO QUICK FILL
CITY WATER CONNECTION TO FLOAT MAKE-UP
CONNECTION FROM PUMP DISCHARGE
SUCTION SCREEN
COMBINED OVERFLOW AND DRAIN
HEADER FOR RISERS
CONNECTION TO PUMP SUCTION

الشكل (٩-٦)

10-الإنارة:

يمكن حساب الربح الحراري من الأضواء المتوهجة من المعادلات التالية:

Q=watts.3,4 Btu/h

حيث:

Q الربح الحراري المحسوس مقدر بـ Btu/h

3,4 المعادل الحراري للطاقة الكهربائية Btu/watts

ملاحظة:

1HP=2550[Btu/h]

1HP=0,75[KW](Kj/s)

1kw=2550/0.75=3400[Btu/h]

1Btu/h=0,252kcal/h

1HP=0,75/4,18 [Kcal/sec]

1HP=(0.75/4,18).3600 [Kcal/h]

أما الربح الحراري من مصابيح الفلورسانت فيحسب من العلاقة التالية:

Q=watts . 3,4 . F	[Btu/h]
Q=waats.3,4.o,252.F	[Kcal/h]
Q=watts.0,86.F	[Kcal/h]
Q=watts.0,86.1,2	[kcal/h]

حيث F=1,2 بسبب وجود محولات تيار داخل المصباح و هذا يعطي حرارة بحدود 20% زيادة عن الحرارة المحسوسة التي يعطيها المصباح.

11-الربح الحراري من البشر:

توجد ثلاث طرق للتخلص من الروائح:

١-استخدام طارد مركزي.

٢-استخدام أجهزة امتصاص للروائح.

٣-استخدام المزج مع الهواء الخارجي.

حيث يمتزج الهواء الخارجي لوحدة التكييف مع الهواء العائد من الغرفة المكيفة فتنخفض درجة حرارته وتزداد رطوبته وتعطى كمية الهواء الخارجي الواجب استخدامها من جداول خاصة وذلك لحالات مختلفة حسب استخدام المكان و الأشخاص المتواجدين في المكان و كمية الدخان المتواجدة فيه.

عندما يدخل هواء إلى الغرفة فإنه يضيف حرارة محسوسة وكامنة إلى حمل الغرفة وبالتالي فإن الربح الحراري المحسوس يحسب من العلاقة التالية:

Qs=1,08.ma.(to-ti)

حيث:

Qs الحرارة المحسوسة

ma تدفق الهواء

to درجة حرارة الهواء الخارجي.

ti درجة حرارة الغرفة.

أما الربح الحراري الكامن فيعطى من العلاقة:

QL=0,7.ma.(wo-wi)

تبريد مع ترطيب (مبدأ عمل)

يوضح الشكل المخطط السايكومتري للهواء في المبرد التبخيري حيث تمثل النقطة 1 حالة الهواء الداخل والنقطة 2 تمثل درجة حرارة الماء والنقطة 3 تمثل حالة الهواء الخارج من الوحدة. مردود الترطيب يؤخذ كنسبة للانخفاض الفعلي في درجة الحرارة الجافة للهواء المار عبر الوحدة إلى الانخفاض النظري لدرجة الحرارة الجافة.

يدخل الهواء إلى مبرد تبخيري بدرجة حرارة جافة 35 درجة مئوية و درجة حرارة رطبة 17 درجة مئوية و يغادر المبرد بدرجة حرارة جافة مقدارها 22 درجة مئوية .
تقوم المضخة الطاردة المركزية بتدوير الماء من الحوض إلى سطح المبرد . ماهو مردود الترطيب لهذه الوحدة.

مردود الترطيب =(35 - 22)/(35-17)= 0,72

في معظم التطبيقات يعطي الجهاز مردود يصل إلى 80 % تحت ظروف العمل العادية ومن المفيد عمليا" أن تزود مروحة المبرد بمحرك كهربائي بسرعتين وهذا سوف يسمح باختيار كميتين من الهواء لنظام التوزيع وبالتالي نستخدم السرعة العالية خلال القسم الحار من النهار والسرعة الدنيا في المساء أو عند العمل الليلي.

يستخدم المبرد التبخيري في المناطق الجافة حيث تمتلك هذه المناطق حرارة محسوسة عالية وحرارة كامنة قليلة.

c - غسالات الهواء :

هي عبارة عن وعاء يحوي مجموعة من النخاخات ومجمع يؤمن تجميع الماء المنجرف عبر النخاخات عند سقوطه ومضخة لتدوير الماء ، تؤمن غسالة الهواء التلامس المباشر بين الماء و الهواء مما يؤدي إلى تبريد الهواء وترطيبه و ذلك بسبب التبادل الحراري بين الماء والهواء و ذلك في حجرة البخ الموجودة ضمن جهاز غسالة الهواء ،حيث تقوم مروحة بتزويد الهواء إلى جهاز غسالة الهواء وفي حجرة البخ يتم تلامس الهواء مع الماء الذي يتم سحبه من خلال مضخة وبخه عبر ثقوب في حجرة البخ

الأجزاء الرئيسية لجهاز غسالة الهواء :

1 - غرفة البخ التي يوجد فيها عدد من فوهات البخ وفي بعض الأحيان يوجد صفان أو أكثر حيث يمكن التحكم بكمية الماء التي يتم بخها عن طريق زيادة أو نقصان عدد الفوهات.

2 - المصفاة المزيلة عند مخرج الغسالة لمنع قطرات الماء الساقطة من أن تحمل بواسطة الهواء وتعمل أيضا" على التقاط حزيئات الغبار.

إن سرعة الهواء التي تمر عبر جهاز غسالة الهواء تقدر بحوالي 2,5 [m/s] وإذا استخدم هواء بسرعة عالية قد يحدث اضطرابات في حركة الهواء المار عبر الغسالة .

غالبا" ما يعاد تدوير الماء المار عبر الغسالة عندما تكون وظيفة الغسالة ترطيب الهواء أما إذا كانت وظيفة الغسالة التبريد وإزالة الرطوبة بواسطة الغسالة فيجب أن يبرد الماء قبل دخوله إلى الغسالة.

يجب أن يغير الماء باستمرار وذلك لأن الأتربة وبعض المركبات التي تكون في الهواء سوف تنحل بالماء و بالتالي يكتسب الماء رائحة و يصبح أقل قدرة على إزالة الروائح من الهواء.

تصمم الغسالة لتوضع على جانب السحب للهواء و ليس على جانب الطرد و بالتالي فإنه من الصعب على الماء أن يتسرب عبر وصلات الغسالة أما إذا تم تركيب الغسالة على جانب الطرد فإن الضغط الذي يتولد عبر المروحة يمكن أن يؤدي إلى جعل الماء يتسرب عبر الوصلات بالرغم من الربط الجيد المستخدم عادة.

وتعطى من جداول خاصة وإذا لم يكن هنالك غرف فوق السقف يؤخذ الفرق بحدود 11C° واذا كان هناك غرفة مراجل فوق السقف يؤخذ الفرق حوالي 13-16C°.

٦ -الحرارة الكامنة:

ريح الحرارة الكامنة هو كمية الرطوبة التي تضاف إلى هواء الغرفة حيث أن هذه الرطوبة هي عبارة عن بخار محمص و يعبر عن الحرارة الكامنة للغرفة بوزن بخار الماء الموجود في الهواء .

ملاحظة:

إذا كان وزن بخار الماء المضاف للغرفة معلوم فانه يمكن الحصول على الحرارة الكامنة بضرب وزن بخار الماء بالحرارة الكامنة لتبخر الماء والمساوية 2454[kj/kg.water] وبالتالي نحصل على الحرارة الكامنة

٧ -حرارة الجسم:

يطلق الجسم حرارة محسوسة وكامنة وهي تختلف من شخص لآخر وتتغير أيضا" تبعا" للنشاط الشخص وتعطى قيمها من جداول خاصة وعند زيادة النشاط تزداد الحرارة الكامنة بشكل أكبر من الحرارة المحسوسة .

ويعطى الربح الحراري الناتج عن الأشخاص من العلاقة التالية:

الربح الحراري المحسوس:

$$Qs=N.SHG.C_{LF}$$

حيث:

- N عدد الأشخاص المتواجدين ضمن المكان.
- SHG كمية الحرارة المحسوسة الناتجة عن الشخص الواحد وتعطى من جداول خاصة.
- CLF تؤخذ من الجداول وتتعلق بمدة الجلوس.

وتعطى كمية الحرارة الكامنة من العلاقة التالية:

$$QL=N.Lathg$$

٨ -الربح الحراري في المجاري وغرف الاجهزة:

ترتفع درجة حرارة الهواء المار عبر مجرى الهواء سواء عند مغادرته لوشيعة التبريد او عند عودته اليها عبر مجرى الهواء و بالتالي فانه يجب على وشيعة التبريد تبريد الهواء إلى درجة الحرارة المطلوبة أي أن الحرارة التي تضاف إلى الهواء عبر وحدة التكييف يجب ان تزال بواسطة أجهزة التبريد الموجودة في وحدة التكييف لذلك يجب عزل المجاري المارة عبر الأماكن الدافئة، بشكل عام يهمل هذا الربح الا اذا كانت درجة حرارة المكان الذي يمر فيه المجرى مرتفعة جدا" فانه يؤخذ بعين الاعتبار.

ويتم حساب الربح الحراري من مجاري الهواء كما يلي:

يتم أولا" توزيع مجاري الهواء المطلوبة ثم حساب الربح الحراري المحتمل عبر المجاري ثم حساب الربح الحراري الكلي ثم تحديد كميات الهواء وتصميم مجاري الهواء ثم مقارنة الربح الحراري بالربح التمهيدي.

٩ -المعدات و المحركات الكهربائية:

تطلق المحركات الكهربائية الحرارة أثناء دورانها و يجب أن تزال هذه الحرارة بواسطة وشائع التبريد ان مردود المحرك ليس 100% دوما" و تكون إستطاعة الخرج للمحرك أقل من إستطاعة الدخل و الطاقة الواصلة للمحرك هي عبارة عن طاقة كهربائية تتحول كلها" الى طاقة حرارية تعد جزء من حمل الغرفة

$$Q = HP \cdot 105$$

$$1HP = 750W$$

الفصل الثالث: حسابات التكييف

حساب الأرباح الحرارية:

١ -الربح الحراري بالتوصيل عبر الجدران الخارجية:

عند حساب الربح الحراري عبر الجدران الخارجية نؤخذ المساحة الصافية للجدران حيث تطرح مساحة النوافذ والأبواب من المساحة الكلية للجدار وتحسب كمية الحرارة المنتقلة عبر الجدار من العلاقة التالية:

$$Q=A.U.\Delta t$$

حيث :

U معامل النفوذية الحرارية للجدار $W/m^2.c^\circ$

Δt تؤخذ غالبا" $11C^\circ$.

A المساحة الصافية للجدار و تقدر بـ m^2.

٢ -الربح الحراري عبر الزجاج الخارجي:

يكون الربح الحراري عبر الزجاج المفرد أكبر بكثير من الزجاج المضاعف أو الثلاثي وعند حساب مساحة الزجاج تستخدم أبعاد فتحة النافذة وهذا ما يدعى بالفتحة المستطيلة وغالبا" نختار ΔT تساوي $11C^\circ$أي فرق درجات الحرارة بين الغرفة والوسط الخارجي .

والربح الحراري الناتج من الزجاج هو حاصل جمع الربح بالحمل و الاشعاع.

حيث تعطى علاقة الربح الحراري بالحمل من العلاقة التالية:

$$Q=A.U.C_{LTD}$$

حيث :

U عامل النفوذ الحراري للزجاج $w/m^2.c^\circ$

C_{LTD} فرق درجات الحرارة المعدلة و تؤخذ من جداول ASHRAE

٣ -الربح الحراري عبر الجدران الداخلية:

يجب الأخذ بعين الاعتبار الربح الحراري عبر الجدران الداخلية لأن هناك تدفق ثابت للحرارة من الغرف الغير مكيفة المجاورة للغرف المكيفة بسبب ارتفاع الحرارة في هذه الغرف وتؤخذ قيم U للجدران الداخلية من جداول خاصة وتؤخذ عادة فرق درجات الحرارة للغرف الداخلية بحدود $3-5C^\circ$ أقل من الفرق بين درجة الحرارة الداخلية والخارجية وبالتالي إذا أخذنا الفرق بين درجة الحرارة الداخلية والخارجية بحدود $11C^\circ$يكون في هذه الحالة الفرق بين درجات الحرارة الداخلية حوالي $8C^\circ$ أما إذا كانت الغرفة المجاورة هي غرفة مراجل أو محركات أو مطابخ فتؤخذ الفرق بزيادة $3C^\circ$ عن $11C^\circ$وإذا كان عدد الأبواب الموجودة ضمن الجدار الداخلي قليل فإنها تحسب على أنها جزء من الجدار الداخلي والخطأ هنا مسموح به أما إذا كان عدد الأبواب والنوافذ كبير فإن الجدار الداخلي يحسب مستقلا" عن الأبواب حيث الربح الحراري عبر النوافذ والأبواب منفصل عن الجدار

٤ -الربح الحراري عبر الأرضية:

عندما تقع الغرف المكيفة فوق الغرف الغير مكيفة فإننا نأخذ بالحسبان الربح الحراري عبر الأرضية و يكون الفرق بحدود $3-4C^\circ$ أقل من الفرق بين درجة الحرارة الداخلية والخارجية أما إذا كانت الأرضية مجاورة لغرفة مراجل أو مطابخ فيكون الفرق من 13 إلى 16 درجة مئوية أما إذا كانت الأرض على التربة مباشرة أو مجاورة لتربة فلا يؤخذ الربح الحراري بعين الاعتبار لأن الأرض أو التربة أبرد من الهواء الخارجي

٥ -الربح الحراري عبر السقوف والسطوح:

إذا كان هناك غرف مكيفة فوق الغرف المراد تكييفها يؤخذ الفرق في درجات الحرارة أقل من $3-5C^\circ$ عن الفرق بين درجة الحرارة الداخلية والخارجية وتختلف قيم U للسقف حسب بنية السقف وتركيبه

حسابات غسالة الهواء :

تعطى كمية الماء الواجب تدويرها خلال الغسالة من أجل حمل حراري معطى بالعلاقة التالية:

$$m=Q/c.\Delta t$$

حيث:

m معدل التدفق

Q الحمل الحراري المنقول من الماء إلى الهواء.

C السعة الحرارية للماء

Δt فرق درجات الحرارة بين الماء الداخل و الخارج

كما يمكن حساب كمية الحرارة التي يمكن أن تزال من الهواء بواسطة الغسالة وذلك عندما تكون كمية الماء المار عبر الغسالة محددة ومعروفة وذلك من خلال العلاقة التالية :

$$Q=m.c.\Delta t$$

كما يوجد مخطط خاص بجهاز غسالة الهواء يوضح الحالة النهائية للماء والهواء في الغسالة وقد تم وضع هذا المخطط بالاعتماد على الحقيقة التي تنص على أن كمية الحرارة التي يفقدها الهواء تساوي تماما" الحرارة المزودة للماء وذلك عندما يكون الماء والهواء على تماس مع بعضهما في جهاز غسالة الهواء، كما أن درجة الحرارة النهائية للماء تساوي درجة الحرارة الرطبة النهائية التي يبرد إليها الهواء المار عبر الغسالة ولكن في الحالة العملية فإن درجة الحرارة النهائية للماء تكون أخفض من درجة الحرارة الرطبة التي يبرد إليها الهواء المار عبر الغسالة وبالتالي فإن هذا المخطط يمكننا من حل الكثير من المشكلات التي تقع في غسالات الهواء اولا" بواسطة الحل النظري ثم باستخدام عامل التصحيح

مخطط غسالة الهواء

1 أونصة = 3700 cm^3 = 3,7 L

1 أونصة إنكليزي = 4545 cm^3 = 4,545 L

1 lb = 2,5 kg

1 m^3 = 1000 L

1000 cm^3 = 1 L

الفصل الرابع : وحدات التكييف المركزية

وحدة تكييف هواء مركزي

تتألف وحدة التكييف من الأقسام التالية:

١ -مدخل الهواء الخارجي والمعاد.
٢ -صندوق المزج.
٣ -مصفاة الهواء.
٤ -وشيعة التبريد أو التسخين المسبق.
٥ -المرطبة أو غسالة الهواء.
٦ -وشيعة التبريد أو التسخين اللاحق.
٧ -المروحة المركزية.
٨ -مجاري التغذية
٩ -الأجهزة المتممة للوحدة (مرجل- مبرد ماء – برج تبريد – مضخات).

مبدأ عمل الدارة:

١ -يتم سحب الهواء من المجرى الرئيسي المرتبط بالمجاري الفرعية والموزعة على الأمكنة ويتم مزج الهواء الخارجي معه بنسبة معينة و يتم هذا العمل ضمن صندوق المزج.
٢ -يتم تنظيف الهواء من الجزيئات العالقة فيه عند مروره عبر مصفاة الهواء.
٣ -يسخن الهواء أو يبرد بواسطة التبريد أو التسخين المسبق.
٤ -يتم تبريد الهواء بتمريره على مبخر دارة تبريد أو على وشيعة تعمل على الماء البارد حيث تنخفض درجة حرارته.
٥ -يتم تسخين الهواء بتمريره على مشعات ماء ساخن لدارة التدفئة أو جعل الهواء يلامس أنابيب تحتوي على غازات احتراق ساخنة أو بواسطة مشعات كهربائية للوحدات ذات الاستطاعات الصغيرة.
٦ -يتم ترطيب الهواء بواسطة بخ الماء في المرطبة وجعل الهواء يتلامس مع الماء عبر فلتر مرطب بشكل مستمر.
٧ -يتم التحكم برطوبة الهواء من خلال المرطبة أو غسالة الهواء حيث يتوضع جهاز تحكم يتحكم بدوران مضخة الترطيب حسب الرطوبة النسبية المطلوبة.
٨ -يتم التحكم بدرجة حرارة الهواء النهائية بواسطة ترموستات يتحكم بصمام ثلاثي متوضع على جانب وشيعة التسخين أو التبريد النهائية.

أقسام دارة التكييف المركزية:

١ -صندوق المزج:

يتم فيه مزج الهواء الجديد مع الهواء المعاد حيث يوجد شفرات على مداخل صندوق المزج مركبة بصورة متعاكسة وموصولة مع بعضها بحيث أن زيادة فتحة أحد المدخلين تؤدي إلى إنقاص فتحة المدخل الثاني وذلك لتحديد نسبة المزج.

٢ -مصافي الهواء:

تركب مصافي الهواء قبل أو بعد صندوق المزج حسب الحاجة وهي على أنواع مختلفة بحسب طبيعة التصفية المطلوبة وتركب بحيث يكون سطح تلامسها مع الهواء أكبر ما يمكن.

٣ -وشيعة التسخين الأولية:
تستعمل لتسخين الهواء في فصل الشتاء قبل ترطيبه وهي من نوع مجموعة الأنابيب ذات الشفرات الرفيقة في الوحدات الكبيرة وهي عبارة عن مشعلات كهربائية في الوحدات الصغيرة.

٤ -وشيعة التبريد:
تستعمل وشيعة التبريد في فصل الصيف وهي على نوعين:

- وشيعة التبريد المحسوس:
تعمل على تبريد الهواء تبريد محسوس فقط وبالتالي لا يحدث أي تكاثف لبخار الماء المحمول مع الهواء أي أنه توجد درجة حرارة معينة مسموح بها لماء التبريد أو وسيط التبريد داخل الوشيعة للحصول على التبريد المحسوس (درجة حرارة سطح وشيعة التبريد أعلى من درجة حرارة نقطة الندى للهواء الداخل) وهي مجموعة أنابيب مزودة بز عانف وشفرات لزيادة سطح التبادل الحراري.

- وشيعة التبريد المباشرة :
وهي ميخر دارة تبريد تعمل على الفريون وتستخدم غالبا" في الوحدات الصغيرة.

٥ -المرطبة:
مهمتها بخ الماء بشكل جيد ليمتزج مع الهواء لترطيبه ولغاية إقتصادية يعاد استعمال الماء المتساقط وذلك من حوض المرطبة وتعمل مضخة على تدوير الماء من الحوض إلى بخاخات المرطبة وهناك جهاز تحكم عبارة عن فواشة تحافظ على منسوب ماء محدد في حوض المرطبة ، يمكن استخدام المرطبة أيضا" كغسالة للهواء حيث يتم فيها تسخين أو تبريد الهواء بالإضافة إلى الترطيب وإزالة الرطوبة.

٦ -مانعة مرور قطرات الماء:
وهي جزء من غسالة الهواء مهمتها منع مرور قطرات الماء العالقة بالهواء وتصنع على شكل صفائح أو تتوضع بشكل مائل بحيث يتساقط الماء عليها أثناء مرور الهواء عبرها.

٧ -وشيعة التسخين النهائية:
تقوم بتسخين الهواء إلى درجة الحرارة المطلوبة وعلى هذه الوشيعة يتم التحكم بدرجة حرارة هواء التغذية S

٨ -المروحة:
مهمتها التغلب على المقاومات الناتجة عن جريان الهواء ضمن مجاري الهواء وتحريك الهواء ضمن مجاري الهواء وإرساله عبر شبكة توزيع إلى فتحات التغذية.

٩ -المحرك الكهربائي:
مهمته تدوير المروحة مباشرة أو عن طريق وصلات ميكانيكية خاصة كالسيور مثلا".

10- المرجل والحراق:
مهمته تزويد دارة التكييف بالماء الساخن ويقوم الحراق بإنتاج الحرارة داخل غرفة الإحتراق في المرجل حيث يمكن أن يستخدم الوقود الغازي أو السائل.

متطلبات التهوية (Ventilation requirements) لحجوم الهواء الداخلي .

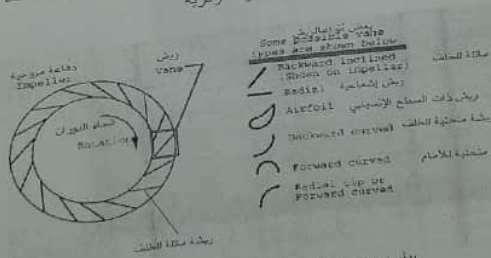
من أجل تحقيق متطلبات التهوية لكل مكان يجب تحديد الهواء للمحافظة على النسب المسموح بها للغازات الضارة وكذلك توفير الهواء النقي اللازم للتنفس حيث يحتاج الشخص في حدود 5L/S من الهواء النقي ويتم ذلك عن طريق تحديد الهواء لعدد من المرات.

المراوح

المراوح هي أجهزة لتحريك الهواء ورفع ضغطه ليستطيع الوصول إلى كافة الأماكن في المبنى مارا" بالمجموعة كاملة (فلاتر ، وشائع ، مرطبة) وهناك نوعين رئيسيين من المراوح :

١- مراوح نابذية يمر فيها الهواء بشكل قطري . وهي شائعة الاستخدام في مجال التكييف حيث يمكن بواسطتها تحريك كميات متفاوتة من الهواء وينتج عن ذلك فرق في الضغط له مدى جيد وبكفاءة مناسبة حسب المكان المراد تغذيته بكمية الهواء. وتكون هذه المراوح على شكل عجلة تدور داخل غلاف حلزوني ويختلف أداء هذه المراوح باختلاف شكل و زاوية الريش المثبتة على الدافع.

مروحة طاردة مركزية



الأنواع المختلفة لريش المراوح الطاردة المركزية

٢- مراوح محورية يمر فيها الهواء بشكل يوازي محور المروحة.

طريقة تغيير الهواء(Air changed method)

في هذه الطريقة يتم تجديد الهواء داخل الأماكن المكيفة لعدد من المرات كل ساعة وهو عبارة عن ناتج قسمة معدل التهوية في الساعة على حجم الحيز المراد تهويته حيث تتوقف معدلات التهوية على نوعية الاستخدام ومساحة وحجم الحيز المخصص لكل شخص.

تلوث الهواء(Air contamination)

يعتقد الكثيرون أن تلوث الهواء الخارجي هو الذي يؤثر على صحة الإنسان ولكنهم لا يعلمون ان الهواء الداخلي يمكن أن يؤثر بصورة كبيرة على صحتهم.
من المعلوم أن الهواء الداخلي يحتوي على نسبة ثابتة تقريبا" من النتروجين وهي حوالي 78% والأوكسجين 21% والأرغون 0.9 % ونسب متغيرة من ثاني أوكسيد الكربون 0.03 % وبخار الماء 3.5 % بالإضافة إلى الغازات الخاملة مثل الهليوم والكريبتون وملوثات الهواء هي أي ملوثات أخرى غير هذه الغازات وبالرغم من أن تركيزها يكون صغير إلا أن لها تأثير خطير على الأشخاص ومواد البناء وبالتالي يصبح التخلص منها ضروريا".

مرشحات الهواء:

يمكن تصنيف مرشحات الهواء المستخدمة في مجال تكييف الهواء إلى أربعة أنواع:

1- مرشحات جافة
2- مرشحات لزجة
3- مرشحات إلكترونية

1- المرشحات الجافة Dry filters

تتكون المرشحات الجافة من مواد مثل السللوز ، الإسبستوس ، الورق المسامي المعالج ، القماش ، الورق الزجاجي أو خيوط القطن مجمعة في إطار معدني ، عند مرور الهواء خلال وسائط الترشيح تتعلق ذرات الأتربة بمادة الترشيح وبالتالي يصبح الهواء الخارج من المرشح خاليا" من الأتربة وذرات الرمال ، يؤثر على أداء المرشح أقطار الألياف وسمك المرشح ونسبة مساحة أسطح الترشيح إلى مساحة واجهة المرشح.

يمكن تصنيف هذه المرشحات إلى :

- مرشحات ثابتة يتم تغييرها عند اتساخها.
- مرشحات متحركة على هيئة شريط يتحرك ببطء بواسطة بكرتين ، عند اتساخ الشريط يتم استبداله بشريط اخر جديد .

يمكن تصنيف المرشحات الجافة إلى ثلاث درجات حسب أنواع المواد المستخدمة في الترشيح :

1- مرشحات تستخدم مادة السللوز لترشيح الأتربة الكبيرة ذات الأقطار الأكبر من 7 ميكرون.
2- مرشحات تستخدم الألياف الصناعية لترشيح الأتربة المتوسطة ذات الأقطار الأقل من 7 ميكرون والأكبر من 0.7 ميكرون.
3- مرشحات تستخدم الألياف الزجاجية لترشيح الأتربة الدقيقة ذات الأقطار الأقل من 0.7 ميكرون.

تتراوح كفاءة المرشحات مابين 84% حتى 95% وتنتج الشركات الصانعة المرشحات الجافة بأبعاد قياسية

2- المرشحات الدقيقة (Fine filters) :

المرشح الدقيق عبارة عن نوع من المرشحات الجافة التي لها المسافة بين الألياف دقيقة جدا" مما يساعد على تنقية الهواء المار خلال المرشح من الأتربة والغازات والكائنات الدقيقة والبكتريا بكفاءة تصل إلى حوالي 99.9 % وذلك عند مرور هواء يحوي ذرات أقطارها 0.3 ميكرون وفيروسات أقطارها 0.05 ميكرون ويطلق عليها مرشحات الهيبا (High Efficiency Particulate Air) .

يستخدم هذا المرشح لتنقية الهواء قبل دخوله غرفة العمليات ومخابر الأبحاث ومصانع الأدوية وغرف الأجهزة الدقيقة التي تتطلب هواء عالي النقاوة ، تركيب هذه المرشحات بعد المروحة أي بعد معالجة الهواء خلال المرشح الأولي الذي يمكن أن يكون من النوع المعدني القابل للغسيل أو من النوع اللزج المتحرك حيث يعمل هذا المرشح الأولي على المحافظة على المرشح الدقيق من الاتساخ وبالتالي زيادة فترة تشغيله وعمره الافتراضي .

2- المرشحات ذات الأنطاق اللزج: اللزجة .

تعمل هذه المرشحات على استخدام مادة لزجة لحجز الأتربة والميكروبات، حيث يتكون المرشح اللزج من ألياف الصوف الزجاجي وألياف اصطناعية وألياف الألمنيوم أو شعر الحيوانات على هيئة تجاويف متعاقبة وراء بعضها ومشبعة بمادة لزجة (زيت أو شحم) تقوم باستخلاص الأتربة من الهواء المار خلالها نتيجة تغيير اتجاه حركة الهواء وسرعته خلال سمك المرشح ، المرشحات اللزجة يمكنها التخلص من حوالي 90 % من الأتربة العالقة بالهواء بكفاءة تتراوح مابين 65% إلى 80% .

تصنف المرشحات اللزجة إلى ثلاثة أنواع:

1- **مرشحات قابلة للغسيل :**
هذا النوع من المرشحات يمكن غسله بمحلول منظف بعد انسداده بالأتربة ثم يجفف ويعاد ملؤه بالمادة اللزجة لإعادة استخدامه

2- **مرشحات قابلة للتغيير:**
هذا النوع من المرشحات يتطلب تغيير المادة المرشحة بمادة جديدة بعد انسداده بالأتربة

3- **مرشحات ذاتية التنظيف:**
تعتمد على استخدام ستارة دائرية من الريش المحملة بمادة لزجة حيث يتم إدارة هذه الستارة بواسطة ترسين وموتور حيث يغمر جزء من الريش بصورة دائمة في حوض مملوء بمادة لزجة مثل الزيت تعمل على غسل الريش المتحركة من الأتربة العالقة بالمادة اللزجة بالإضافة إلى تحميل الريش بمادة لزجة جديدة ، مرور تيار الهواء خلال الستائر يعمل على تنقية الهواء من الأتربة التي تتجمع على أسطح الريش ، يجب تجديد المادة اللزجة المتجمعة خلال الحوض عندما تصبح على هيئة طينية .

3- المرشحات الإلكتروستاتيكية .

تعرف المرشحات الإلكترونية بالمرسبات وتصنف إلى نوعين : النوع المثلين والنوع ذو الأوساط المشحونة .

يعتمد مبدأ عملها على شحن حزيئات المواد العالقة بشحنة كهروستاتيكية ثم جذبها إلى الواح ذات شحنة كهربائية مخالفة لجزيئات المواد العالقة

يتكون المرشح الإلكتروني من شكلين مشحونتين بشحنة كهروستاتيكية ومن جهد عالي يتراوح ما بين 11000-13000 فولط وهي كافية لجذب أي ذرة من الأتربة أو الميكروبات ، تتراوح كفاءة المرشحات الإلكترونية مابين 70% - 90% وعادة يستخدم مرشح جاف مع المرشحات الإلكترونية وذلك للتخلص من الجسيمات الكبيرة .

- من مزايا المرشحات الإلكترونية العمل على تعقيم الهواء عن طريق قتل الميكروبات والجراثيم التي يحملها الهواء بالإضافة إلى التنقية

الأجزاء الرئيسية للمروحة :

1- الهيكل :
و هو الجزء الثابت من المروحة والمغلف للجزء الدوار والذي يوجه الهواء ويكون متباعد بالنسبة للمراوح المحورية وعلى شكل حلزوني في المراوح الطاردة المركزية .

2- الجزء الدوار :
و هو الذي يقوم بدفع الهواء وتحريكه ويتصل مع محرك كهربائي إما مباشرة أو عن طريق وصلات.

3- شفرات التوجيه :
و هي شفرات مثبتة على الدافع عند مدخل ومخرج المروحة والغاية منها توجيه الهواء للحصول على أعلى مردود.

حساب الضياع الضغطي الناتج عن الإحتكاك في المجرى الأنبوبي :
يجب على المروحة أن تتغلب على ضياعات الضغط في مجاري العودة ومجاري الإرسال وتصمم على الدارة الأسوء أي على أطول طريق وبالتحديد من فتحة السحب وحتى أبعد فتحة إرسال ويتم الحساب وفق الخطوات التالية :

1- تحديد فقد الضغط الناتج عن الأطوال :
نفرض أن انخفاض الضغط ثابت على طول المجرى وبالتالي يعطى الضياع الضغطي بالعلاقة :

$$\Delta P1 = \Delta p.L$$

حيث :
Δp انخاض الضغط لكل 1 م من طول المجرى .
L طول المجرى.

2- حساب الضياع الضغطي الناتج عن المقاومات المكانية :
يختلف هذا الضياع حسب نوع المقاومة المكانية فعند وجود كوع مثلا" نجد العلاقة :

$$\Delta p2 = 0.5\ C.\rho.v^2$$

حيث :
C عامل المقاومة المكانية ويؤخذ من جداول خاصة حسب نوع المقاومة المكانية .
v سرعة تدفق الهواء .
ρ كثافة الهواء

وتعتبر عادة مقاومة التقاصعات معادلة لمقاومة نصف كوع أما مقاومة التفرع (تيه) فهي معادلة لمقاومة كوع واحد . أي أنه لإيجاد المقاومات المكانية نحول كل المقاومات المكانية إلى ما يعادلها من أكواع ثم نحول الأكواع إلى طول معادل من الأنبوب ، أي نحسب طول الكوع ما يعادل مرة ونصف من طول الأنبوب لكل متر طولي .

3- حساب ضياعات الضغط في كل عنصر من عناصر جهاز التكييف ويذكر عادة مقدار المقاومة لكل عنصر من عناصر الجهاز على لوحة بيانات الصنع أو يؤخذ من النشرات الفنية وفي حال عدم توفر النشرات يمكن تقدير المقاومة كما يلي :

- فتحات سحب الهواء الخارجي 5 مم عمود ماء .
- مصافي الهواء (فلاتر) 6 مم عمود ماء.
- الصف الواحد من ملفات التسخين الأولي 2 مم عمود ماء.
- الصف الواحد من ملفات التسخين اللاحق 3 مم عمود ماء.
- جهاز الترطيب مع فاصل قطرات 9 مم عمود ماء.

المنحنيات المميزة للشبكة و تحديد نقطة عمل المروحة :

عند حساب الشبكة على غرارات مختلفة يمكن إيجاد علاقة بين الضغط والتدفق ويمكن رسم منحني مميز لذلك وهو المنحنى الذي يبين تغيرات الضياع الضغطي بدلالة التدفق عبر الشبكة وغالبا" تأخذ معادلة المنحني المميز الشكل العام التالي:

$$Pt=KQ^2$$

أي أن المنحني المميز لشبكات التهوي هو قطع مكافئ ينطلق من مبدأ الإحداثيات .

لتحديد نقطة عمل المروحة نحمل المنحني المميز للشبكة على الإحداثيات ،نحدد نقطة تقاطع هذين المنحنيين قيمة ضغط المروحة وتدفقها عند عملها على هذه الشبكة وتسمى هذه النقطة نقطة عمل المروحة .

وبذلك فإن مواصفات نقطة العمل هي أن يكون تدفق المروحة مساويا" لتدفق الهواء ضمن الشبكة والضغط الذي تولده المروحة مساويا" الضياع الضغطي في الشبكة حسب التدفق المعتبر.

وصل المراوح :

1- وصل المراوح على التفرع :

نقوم بتوصيل المراوح على التفرع من أجل الحصول على تدفق أكبر مساوي إلى مجموع تدفق المروحتين.

و لإنشاء المنحني الإجمالي لمروحتين متشابهتين نتبع مايلي:

من النقطة A على المنحني المميز للمروحة نأخذ الطول AA' يساوي "AA و نحدد "A

وبطريقة مشابهة نحدد "B و "C و نصل بين النقاط الثلاث فنحصل على المنحني المنحني المميز للمروحتين .

2- وصل المراوح على التسلسل :

يستعمل من أجل زيادة الضغط الذي تولده المجموعة و لإنشاء المنحني الإجمالي لمروحتين متشابهتين نتبع مايلي:

من النقطة A على المنحني المميز للمروحة نأخذ الطول AA' يساوي "AA و نحدد "A وتحدد بالطريقة نفسها "B و و بتوصيل هذه النقاط نحصل على المنحني المميز الإجمالي.

الضغط الكلي للمروحة :

هو الفرق بين الضغط الكلي عند مخرج المروحة والضغط الكلي عند مدخل المروحة وهو مقياس للطاقة الميكانيكية الكلية المضافة للهواء بواسطة المروحة .

الضغط الستاتيكي للمروحة :

هو الفرق بين الضغط الكلي للمروحة والضغط التحريكي لها.

العلاقة التي تربط بين الضغوط هي :

$$Ps = Pto - Pti - Pvo$$

حيث :

o يعبر عن مخرج المروحة .

i يعبر عن مدخل المروحة .

$$Pto = Pso + Pvo$$

$$Pti = Psi + Pvi$$

Psi,Pso الضغط الستاتيكي عند المدخل والمخرج .

Pvi,Pvo الضغط التحريكي عند المدخل والمخرج .

Pti,Pto الضغط الكلي عند المدخل والمخرج .

استطاعة المروحة :

إن الإستطاعة النظرية المطلوبة لتدوير المروحة هي القدرة المصروفة إذا لم تكن هناك ضياعات في المروحة أي إذا كان المردود 100% و تحدد بالعلاقة التالية :

$$HP = Q.Pt \ [W] \ [N.M/S]$$

Q تدفق الهواء ويقدر بـ متر مكعب/ثانية .

Pt الضغط الكلي للمروحة ويقدر بالباسكال .

الإستطاعة المستفادة : هي الإستطاعة الفعلية المطلوبة لتدوير المروحة وهي عادة أصغر من الإستطاعة النظرية لأن قسما" من الطاقة يضيع في المروحة .

مردود المروحة يساوي الإستطاعة المستفادة على الإستطاعة المقدمة .

المردود الستاتيكي يحدد بطريقة مشابهة للمردود الكلي ولكن نستخدم الضغط الستاتيكي.

أي أن مردود المروحة الكلي هو حاصل قسمة الإستطاعة الكلية المفيدة على القدرة المقدمة والمردود الستاتيكي هو حاصل قسمة الطاقة الستاتيكية المأخوذة على الطاقة المقدمة .

قوانين المراوح :

1- التدفق الحجمي للمروحة يتناسب طردا" مع عدد دورات المروحة .

$$Q2/Q1 = n2/n1$$

2- الضغط الكلي للمروحة يتناسب طردا" مع مربع عدد الدورات.

$$Pt2/Pt1 = (n2/n1)^2$$

3- إستطاعة المروحة تتناسب طردا" مع مكعب عدد الدورات.

$$hp_2/hp_3 = (n2/n1)^3$$

هناك مجموعة من القوانين تتعلق بدرجة حرارة الهواء المطلقة .

$$p2/p1 = t1/t2$$

$$Q2/Q1 = t2/t1$$

$$hp2/hp1 = p2/p1 = t2/t1$$

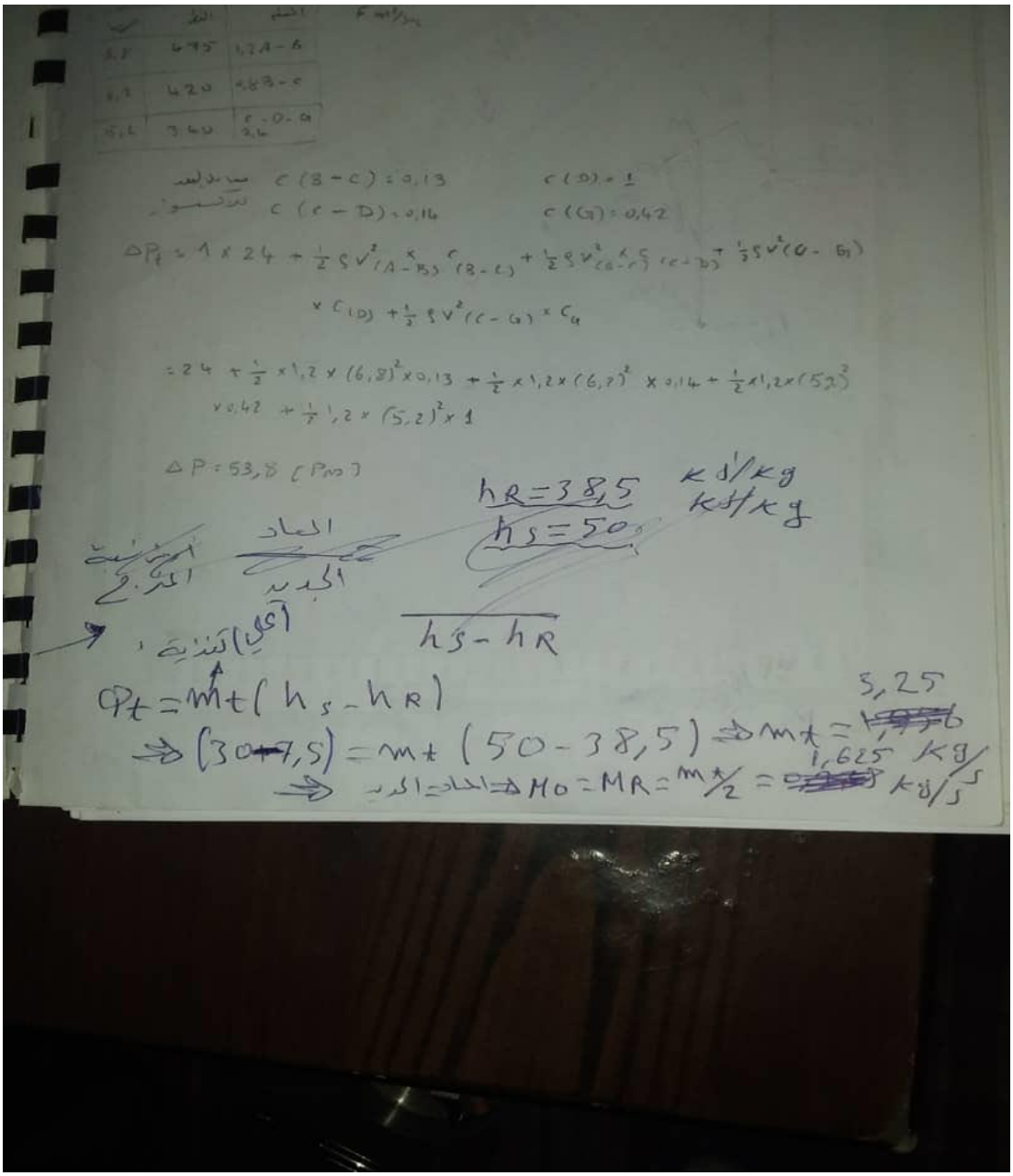
لأنه عند تسخين مجرى الهواء تقل كثافة الهواء وبالتالي يزداد حجم الهواء وبالتالي يزداد التدفق الحجمي مما يؤدي إلى زيادة عدد الدورات وبالتالي يزداد الضغط والإستطاعة.

أداء المراوح:

يتم تمثيل أداء المراوح عن طريق رسم عدة منحنيات توضح تأثير تغير معدل التدفق على الضغط الفعلي المتولد والقدرة اللازمة لإدارة المروحة ومردود المروحة عند عدد دورات محددة للمروحة.
حيث يعبر المنحني المميز للمروحة عن العلاقة بين بارامترين من بارامترات المروحة فمثلا" العلاقة بين الغزارة والضغط الذي تولده المروحة عند عملها بعدد دورات ثابت أو العلاقة بين الغزارة والإستطاعة أو العلاقة بين التدفق والمردود و يمكن أن تكون العلاقات الثلاث على منحني واحد فيسمى عندها المنحني المميز الكامل للمروحة.
إن معرفة أداء المراوح مهم جدا" في عملية اختيارها وكذلك عند تحليل أسباب المشاكل التي من الممكن أن تحصل بعد توصيلها في المجاري الهوائية.

يمكن من منحنيات أداء المراوح ملاحظة مايلي :

1- يختلف أداء المراوح تبعا" لاختلاف شكل الريش.
2- يتزايد الضغط الكلي المتولد مع زيادة التدفق حتى تصل قيمته إلى قيمة عظمى ثم يتناقص مع زيادة التدفق.
3- القدرة اللازمة لإدارة المروحة تتزايد مع زيادة التدفق حتى تصل إلى قيمة عظمى ثم تتناقص وذلك بالنسبة للمراوح ذات الريش المنحنية للخلف ، أما بالنسبة للمراوح ذات الريش المنحنية للأمام فإن القدرة اللازمة لإدارة المروحة تتزايد باستمرار مع زيادة التدفق ومن الممكن أن يحصل زيادة تحميل للمحرك ويؤدي ذلك إلى احتراقه وبالتالي فإن هذه المراوح شائعة الاستخدام في وحدات التكييف التي يكون فيها التدفق محدد مسبقا" طبقا" لتصميم الوحدة.
4- يتزايد المردود حتى يصل إلى قيمة عظمى ثم يتناقص بعد ذلك وتتميز المراوح ذات الريش المنحنية للخلف بارتفاع مردودها وذلك بسبب قدرتها على تحويل غالبية الطاقة المضافة إلى طاقة ضغط ويلاحظ أنه عند النقطة التي تمثل أعلى مردود يكون الضجيج المتولد أقل ما يمكن لذلك يفضل أن يكون التشغيل عند هذه النقطة أو قريبا" منها.
5- تتميز المراوح ذات الريش المنحنية للخلف بأنها خفيفة الوزن وصغيرة الحجم وتدور بعدد دورات أقل عند تساوي التدفق.
6- تتميز المراوح المحورية بارتفاع معدلات التدفق عند قيم متوسطة للضغط المتولد والنقطة التي تمثل أعلى مردود توافق تدفقات عالية ولهذا فإن هذه المراوح شائعة الاستخدام في حالة التدفقات عالية عند فرق ضغط منخفض.



5,2	695	1,2A - B
6,2	420	4,8B - C
5,2	360	C - D - G 2,6

سبائك: $C(B-C) = 0,13$ $\quad C(D) = \frac{1}{2}$

للنسوج: $C(C-D) = 0,16$ $\quad C(G) = 0,42$

$$\Delta P_t = 1 \times 24 + \frac{1}{2} S V^2 (A-B) \times C_{(B-C)} + \frac{1}{2} S V^2_{(B-C)} \times C_{(C-D)} + \frac{1}{2} S V^2 (D-G)$$

$$\times C_{(D)} + \frac{1}{2} S V^2 (C-G) \times C_G$$

$$= 24 + \frac{1}{2} \times 1,2 \times (6,8)^2 \times 0,13 + \frac{1}{2} \times 1,2 \times (6,7)^2 \times 0,14 + \frac{1}{2} \times 1,2 \times (5,2)^2$$
$$\times 0,42 + \frac{1}{2} 1,2 \times (5,2)^2 \times 1$$

$\Delta P = 53,8$ [Pa]

$h_R = 38,5$ kJ/kg

$h_S = 50$ kJ/kg

الصاد — الخارجة — الداخلة

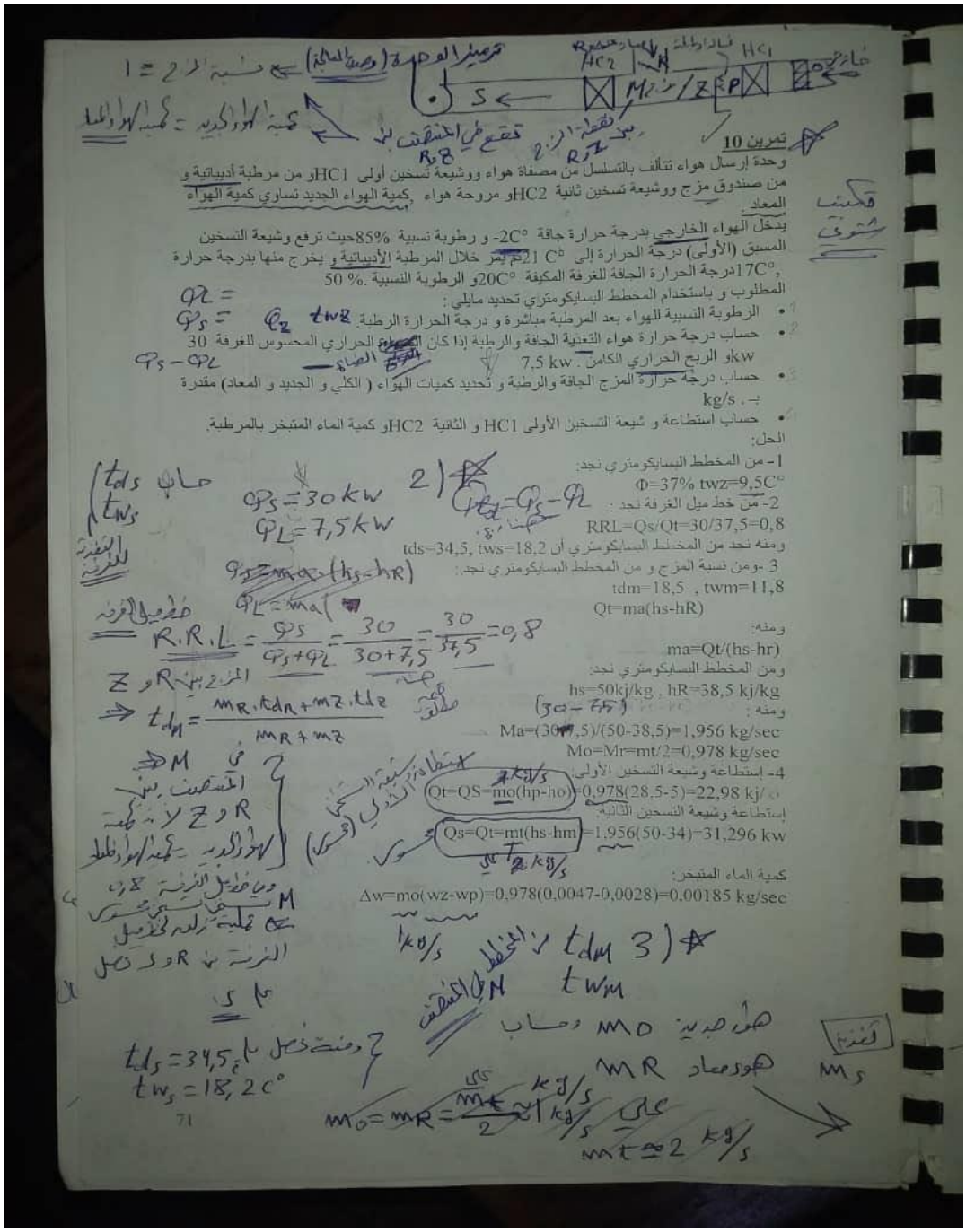
$h_S - h_R$

أقل كتلة:

$$Q_t = \dot{m}_t (h_s - h_R)$$

$$\Rightarrow (30 \text{ ~~7,5~~}) = \dot{m}_t (50 - 38,5) \Rightarrow \dot{m}_t = \frac{5,25}{1,625} \text{ kg/s}$$

$\Rightarrow$ الداخلة = الخارجة $\Rightarrow M_0 = M_R = \dot{m}_t / 2 =$ ~~2,625~~ kg/s



تمرين 10

وحدة إرسال هواء تتألف بالتسلسل من مصفاة هواء ووشيعة تسخين أولى HC1و من مرطبة أديباتية و من صندوق مزج ووشيعة تسخين ثانية HC2و مروحة هواء ,كمية الهواء الجديد تساوي كمية الهواء المعاد.

يدخل الهواء الخارجي بدرجة حرارة جافة °2C- و رطوبة نسبية 85%حيث ترفع وشيعة التسخين المسبق (الأولى) درجة الحرارة إلى °C 21ثم يمر خلال المرطبة الأديباتية و يخرج منها بدرجة حرارة °17C, درجة الحرارة الجافة للغرفة المكيفة °20Cو الرطوبة النسبية .% 50 المطلوب و باستخدام المخطط البسايكومتري تحديد مايلي :

- الرطوبة النسبية للهواء بعد المرطبة مباشرة و درجة الحرارة الرطبة.
- حساب درجة حرارة هواء التغذية الجافة والرطبة إذا كان الحمل الحراري المحسوس للغرفة 30 kwو الربح الحراري الكامن 7,5 kw .
- حساب درجة حرارة المزج الجافة والرطبة و تحديد كميات الهواء (الكلي و الجديد و المعاد) مقدرة بـ kg/s .
- حساب استطاعة و شيعة التسخين الأولى HC1 و الثانية HC2و كمية الماء المتبخر بالمرطبة.

الحل:

1- من المخطط البسايكومتري نجد:

Φ=37% twz=9,5C°

2- من خط ميل الغرفة نجد :

RRL=Qs/Qt=30/37,5=0,8

ومنه نجد من المخطط البسايكومتري أن tds=34,5, tws=18,2

3 -ومن نسبة المزج و من المخطط البسايكومتري نجد:

tdm=18,5 , twm=11,8

Qt=ma(hs-hR)

ومنه:

ma=Qt/(hs-hr)

ومن المخطط البسايكومتري نجد:

hs=50kj/kg , hR=38,5 kj/kg

ومنه :

Ma=(30+7,5)/(50-38,5)=1,956 kg/sec

Mo=Mr=mt/2=0,978 kg/sec

4- إستطاعة وشيعة التسخين الأولى:

Qt=QS=mo(hp-ho)=0,978(28,5-5)=22,98 kj/s

إستطاعة وشيعة التسخين الثانية:

Qs=Qt=mt(hs-hm)=1,956(50-34)=31,296 kw

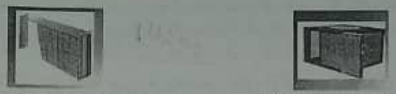
كمية الماء المتبخر:

Δw=mo(wz-wp)=0,978(0,0047-0,0028)=0.00185 kg/sec

(أ): كفاءة عالية (ب): كفاءة متوسطة (ج): متحرك أتوماتيكياً

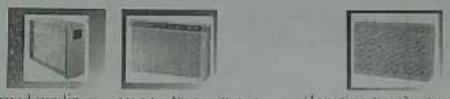
الشكل (٢ - ٦٠): مرشحات جافة (Dry filters)

الشكل (٢ - ٦١) لمرشحات دقيقة من النوع الهيبا [Fine filters (HEPA)]



(أ): قابل للتنظيف (Washable) (ب): ذاتي التنظيف (Self-cleaning)

الشكل (٢ -٦٢): مرشحات ذات ارتطام لزج (Viscous impingement filters)



(أ): النوع المتاين (Ionizing type) (ب): النوع ذو الأوساط المشحونة (Charged media type)

الشكل (٢ -٦٣): مرشحات إلكترونية (Electronic filters)

★ التبريد والتجميد والتبريد:

أكثر ما تقرنه بالمبرد والتبريد (المكيف الصحراوي)

1 المبرد التبخيري و المكيف الصحراوي :

تحتوي الجوانب الثلاثة للمبرد التبخيري على مواد ماصة للماء حيث تحتفظ مبللة بالماء وتعمل المضخة على رفع الماء من الحوض في أسفل الوحدة وتدفعه عبر ثقوب في أعلى الوحدة وتعمل المروحة على سحب الهواء الخارجي عبر المواد المبللة وتدفعه مباشرة إلى المكان المكيف أو إلى المجرى لتوزيعه إلى مختلف الغرف.

المواد المسامية المستخدمة هي عادة من إسفنج العبير غلاس أو من صوف القنب و مواد أخرى مشابهة. خط الطرد للمضخة عبارة عن أنبوب بلاستيكي ويستخدم صمام فواشة عادة لتأمين الماء المتبخر عبر الوحدة و يوضع هذا الصمام لتأمين كمية ثابتة من الماء طوال الوقت.

صمام العوامة !

عندما يمر الهواء عبر سطح المبرد فإن درجة حرارته الجافة سوف تنخفض وترتفع نسبة رطوبته ، الانخفاض في درجة الحرارة الجافة للهواء ناتج عن تحول الحرارة المحسوسة إلى حرارة كامنة وبالتالي فإن الهواء يفقد كمية حرارة محسوسة ويؤدي ذلك إلى انخفاض درجة حرارته الجافة ويكتسب حرارة كامنة تؤدي إلى زيادة نسبة رطوبته.

في المبرد التبخيري ذو السطح الكبير المبلل وسرعة الهواء المنخفضة فإن الهواء يترك المبرد في حالة إشباع

بالإضافة إلى الذي
أُخذ سابقاً.

يوجد في غرفة مكيفة 3 مراوح بقدرة $\frac{1}{4}$ HP
و مراوح بقدرة 5HP ، تدار المروحة التي
تغذي الغرفة بمولد بقدرة 3HP ، تدار المراوح ذات القدرة
$\frac{1}{4}$ HP باستمرار بينما يدور المراوح 5HP لمدة 80٪ من الوقت فقط
الطاقة الحرارية التي تغذي المكان الغرفة.

$$\Phi_s = 0,25 \times 3 + 0,8 \times 5 + 3 \times 1$$

$$= 0,75 + 4 + 3 = 7,75 \text{ HP}$$

$$\Rightarrow \Phi_s = 7,75 \times 750 = 5812,5 \text{ W}$$

تمرين 14 : احسب قدرة تبريد الأجهزة التالية.

- 5 ثريات كل واحدة تحتوي 4 مصابيح كل مصباح 108 بقدرة 10W
- ثلاثة مصابيح كبيرة بقدرة 250W
- 17 مصباح و 2 مكيف بقدرة 2HP لكل مكيف و 150W لكل مصباح
- 7 مصابيح فلورسانت كل واحد تحتوي 3 مصابيح صغيرة بقدرة 40W لكل مصباح

الحمولة الناتجة عن الجهاز

$$5 \times 10 \times 108 + 250 \times 3 + 17 \times 150$$

$$= 8700 \text{ W}$$

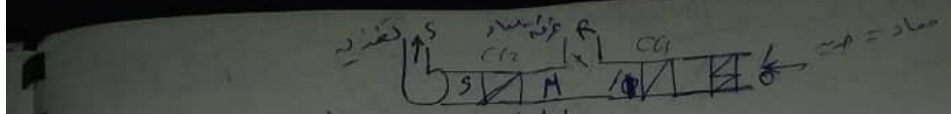
مصابيح فلورسانت $= 1,2 \times 7 \times 3 \times 40 = 1008$ W

$$\Rightarrow \Phi_s = 8700 + 1008 = 9708 \text{ W}$$

$$= 9708 \times 3,4$$

$$3,4 \text{ W} \rightarrow \Phi_s = 8700 + 1008 = 9708 \text{ W}$$

$$\Phi_s = 33007 \text{ BTU/h}$$



تمرين: 11

وحدة إرسال هواء تتألف من مصفاة هواء ووشيعة تبريد أولى و صندوق مزج ووشيعة تبريد ثانية و مروحة هواء.كمية الهواء الجديد تساوي كمية الهواء المعاد .يدخل الهواء الخارجي بدرجة حرارة جافة 40C° و درجة حرارة رطبة 22C°ويخرج من وشيعة التبريد الأولى بدرجة حرارة 25C°مع ثبات نسبةالرطوبة حيث تزيل الوشيعة الأولى حرارة محسوسة فقط و يعد المزج يدخل الهواء إلى وشيعة التبريد الثانية حيث تزيل حرارة محسوسة فقط و يخرج من الوشيعة الثانية بشروط التغذية ,المطلوب و باستخدام المخطط البسايكومتري تحديد مايلي:

- درجة حرارة التغذية إذا كان الربح المحسوس للمكان المكيف 40KW و الربح الكامن 10KW و درجة حرارة المكان المكيف 25C° و الرطوبة النسبية 50% .
- احسب كمية هواء التغذية و كمية الهواء الجديد مقدرة بـ kg/s .
- حساب استطاعة وشيعة التبريد (1)و درجة حرارة سطح الوشيعة .(1)
- حساب استطاعة وشيعة التبريد (2)ودرجة حرارة سطح الوشيعة .(2)

الحل:

من المخطط البسايكومتري وبعد تحديد خط ميل الغرفة نجد:

$RRL=Qs/Qt=40/50=0,8$

وبالتالي نجد من المخطط :

$tds=19C°$, $tws=16\ C°$

كمية هواء التغذية

$Qt=mt(hR-hs)$

ومنه $mt=Qt/(hR-hs)=50/(51-44,5)=7,692\ kg/sec$

كمية الهواء الجديد:

$Mo=MR=Mt/2=3,846\ kg/sec$

إستطاعة وشيعة التبريد الأولى:

$Qs=Qt=mo(ho-h1)=3,846(63,5-47,5)=61,536\ kw$

من المخطط البسايكومتري يمكن إيجاد درجة حرارة سطح وشيعة التبريد الأولى و نجد أنها تساوي

$t\alpha1=12,5C°$

إستطاعة وشيعة التبريد الثانية

$Qs=Qt=mt(hrm-hs)=7,692(49-44,5)=34,614\ kw$

ومن المخطط البسايكومتري يمكن إيجاد درجة حرارة سطح وشيعة التبريد الثانية و نجدها تساوي

$t\alpha2=13,5C°$

$25C° = tdR \leftarrow R \leftarrow$ للتغذية tws , tds

$50\% = \varphi R$

$\varphi s = 40\ kw$

$\varphi L = 10\ kw$

$R.R.L = \frac{\varphi s}{\varphi s+\varphi L} = \frac{40}{50} = \frac{4}{5} = 0,8$

$tds=19°,\ tws=16°$ ← من المخطط البسايكومتري

$\varphi t = mt(hR-hs) \Rightarrow mt = \frac{\varphi t}{hR-hs} = \frac{40+10}{51-44,5}$

$mt=7,692\ kg/s$ ← كمية هواء التغذية

$mo=mR=\frac{mt}{2}=3,846\ kg/s$ ← كمية الهواء الجديد

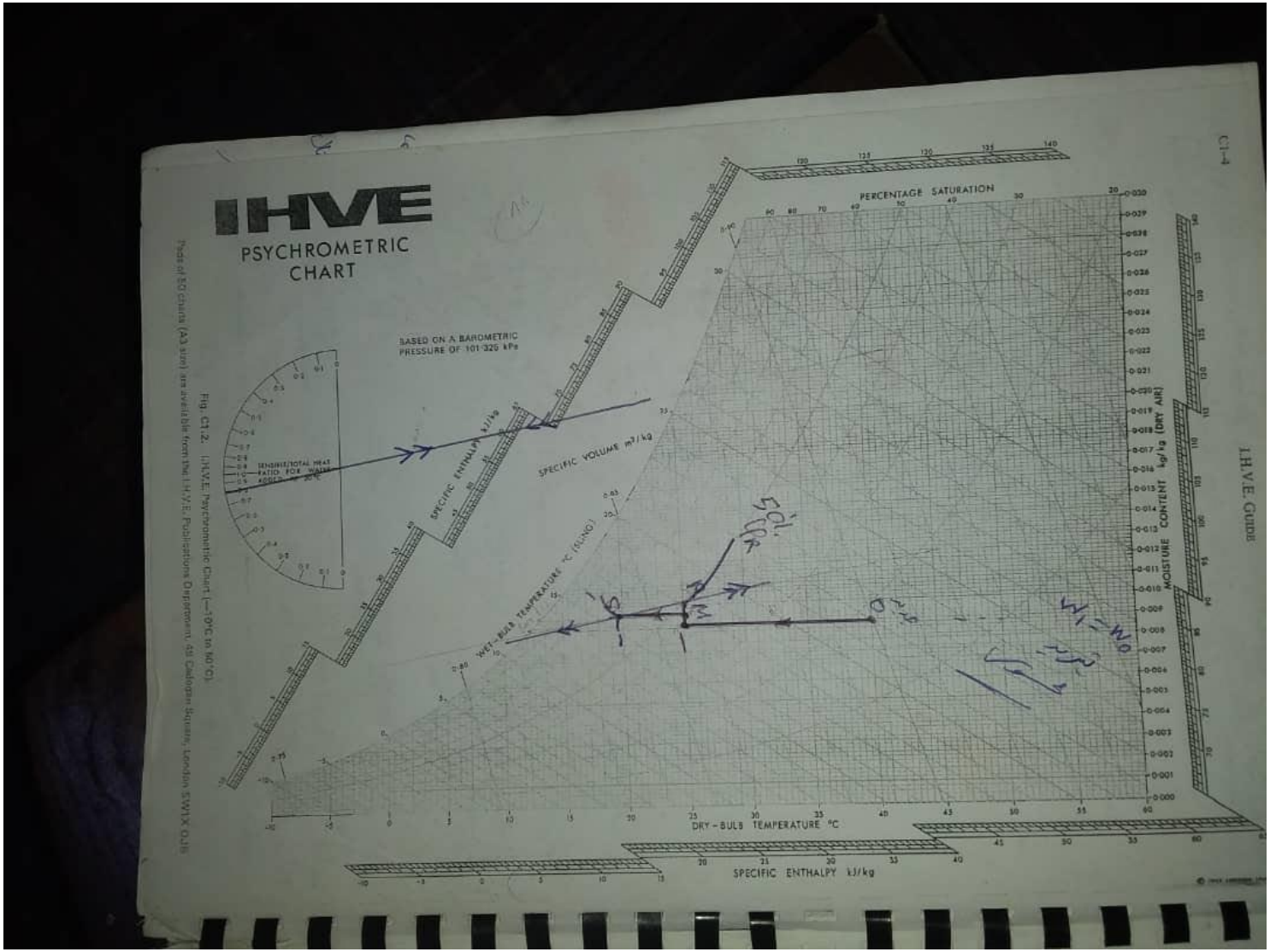
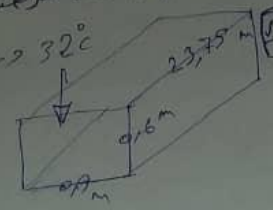


Fig. C1.2. I.H.V.E. Psychrometric Chart 1—10°C to 60°C.

Packs of 50 charts (A3 size) are available from the I.H.V.E. Publications Department, 49 Cadogan Square, London SW1X 0JS

تمرين 12



$= 2 \times (0,9 + 0,6)$

$= 3 \text{ m}$

$3 \times 23,75 = 71,25 \text{ m}^2$

$\Phi_1 = A \cdot U \cdot \Delta t$

$= 71,25 \times 1,18 \times (32 - 15,5)$

$\Rightarrow \Phi_1 = 1387 \text{ kcal/h}$

$\Phi_2 = A \cdot U \cdot \Delta t$

$\Phi_2 = 71,25 \times 0,38 \times 16,5 = 446 \text{ kcal/h}$

$\frac{\Phi_1 - \Phi_2}{\Phi_1} = 67\% = 0,67$

IHVE
PSYCHROMETRIC
CHART
Fig. C1.2 I.H.V.E. Psychrometric Chart (–10°C to 60°C)
Prints of this chart (A3 size) are available from the I.H.V.E. Publications Department, 49 Cadogan Square, London SW1X 0JB
I.H.V.E. Guide
C1–4

IHVE
PSYCHROMETRIC CHART
SENSIBLE/TOTAL HEAT RATIO FOR WATER ADDED AT 30°C
BAROMETRIC PRESSURE 101·325 kPa
SPECIFIC ENTHALPY kJ/kg
WET-BULB TEMPERATURE °C (SLING)
SPECIFIC VOLUME m³/kg
DRY-BULB TEMPERATURE °C
SPECIFIC ENTHALPY kJ/kg
PERCENTAGE SATURATION
MOISTURE CONTENT kg/kg (DRY AIR)

آلة تعمل بالهواء: تمرين 1/1

مروحة تدفع الهواء بمقدار 30000 $\frac{kg}{h}$ عبر مبخر حيث ترتفع درجة حرارة الهواء من 20°C إلى 80°C

احسب كمية التدفق الحجمي $\left(\frac{m^3}{h}\right)$ للهواء والضغط الكلي للمروحة واستطاعة المروحة عند تركيب المروحة قبل المبخر وبعده إذا كان الضغط الكلي للمروحة عند الشروط النظامية = 1000 Pa $\left(\frac{N}{m^2}\right)$ ومردود المروحة = 0,65

- التدفق الحجمي للهواء

$$\frac{m^3}{h}\varphi_1 = \frac{m_1}{\rho_1}\ \frac{\frac{kg}{h}}{\frac{kg}{m^3}}$$

$\rho_1 = 1,2\ kg/m^3$

$$\Rightarrow \varphi_1 = \frac{30000}{1,2} = 25000\ \frac{m^3}{h}$$

لدينا مع تغير درجة الحرارة $\varphi \uparrow$

بما أن φ_2 و φ_1 لهما نفس الكتلة $\varphi_2 > \varphi_1$ نتيجة ارتفاع درجة الحرارة $\varphi \uparrow \leftarrow \downarrow \rho$

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow \varphi_2 = \varphi_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 25000 \cdot \frac{(273+80)}{(273+20)}$$

$$\Rightarrow \varphi_2 = 30119,5\ m^3/h$$

- حساب الضغط الكلي للمروحة علما أن

$$P_1 = 1000\ Pa$$

لدينا

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{J}{s} \leftarrow \frac{J}{h} \leftarrow \frac{N \cdot m}{h}$$

$$3600\ s \quad \frac{m^3}{h} \cdot \frac{N}{m^2}$$

$$\Rightarrow P_2 = P_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 1000 \times \frac{(80+273)}{(20+273)}$$

$$\Rightarrow P_2 = 1204,8\ \frac{N}{m^2}\ (Pa)$$

- حساب الاستطاعة ← مردود المروحة 0,65 حسب المعطيات

$$HP_1 \quad \text{نتيجة} \quad HP_2 \quad \text{نتيجة}$$

$$T \text{ زيادة} \Rightarrow \text{الضغط}$$

$$HP_1 = \frac{\varphi_1 \cdot P_1}{\eta} = \frac{25000 \times 1000}{0,65 \times 3600} = 10683,8\ W$$

$$\frac{J}{h} \leftarrow \frac{N \cdot m}{h} \leftarrow \frac{m^3}{h} \cdot \frac{N}{m^2}$$

$$1\ W = 1\ J/s \qquad HP_2 = \frac{\varphi_2 \cdot P_2}{\eta} = \frac{30119,5 \times 1204,8}{0,65 \times 3600}$$

تمرين:9

الشروط الخارجية للهواء صيفا: "

درجة الحرارة الجافة 38C°و الرطبة 22C°.

الشروط الداخلية للغرفة: R

درجة الحرارة الجافة 22C°و الرطوبة النسبية 50 %.

كمية الهواء الخارجي 1kg/sec و كمية الهواء المعاد 1kg/sec ,تمرر كامل كمية الهواء الممزوج و المساوية 2kg/sec على وشيعة تبريد و يخرج منها بحالة الإشباع و بدرجة حرارة 5C° و درجة حرارة تغذية الهواء Sتساوي 9C° جافة بعد الخروج من وشيعة التبريد .

المطلوب و باستخدام المخطط السايكومتري تحديد مايلي :

1. درجة حرارة الهواء الجافة و الرطبة لنقطة المزج m لنقطة التغذية.
2. حساب الربح الحراري الكامن و المحسوس للغرفة.
3. حساب خط ميل الغرفة RRLو تحديده على الشكل.
4. حساب استطاعة وشيعة التبريد (الكامنة و المحسوسة والكلية)
5. حساب كمية الرطوبة المزالة بوشيعة التبريد مقدرة بالـ kg/h .
6. إذا علمت أن الحرارة الكامنة في الغرفة ناتجة عن الأشخاص فقط وأن كل شخص يعطي 75 W حرارة كامنة,حدد عدد الأشخاص في الصالة و كمية الهواء الجديد المخصصة لكل شخص مقدرة بالـ m^3/h علما "أن كثافة الهواء ρتساوي 1.2 kg/m^3.

الحل :

1- تقع نقطة المزج على المستقيم الواصل بين النقطة oالتي تمثل بارامترات الهواء الخارجي و النقطة Rالتي تمثل بارامترات الغرفة و موقع هذه النقطة في منتصف الخط الواصل بين هاتين النقطتين و ذلك لأن كمية الهواء الجديد تساوي كمية الهواء المعاد و بالتالي يمكن إيجاد بارامترات النقطة مباشرة من المخطط بعد تحديد O,Rأو بتطبيق العلاقة :

$$t_{dm}=(t_{O}.m_{O}+t_{R}.m_{R})/(m1+m2)$$

$$t_{dm}=(38x1+22x1)/(1+1)=30C°$$

و من المخطط نقرأ درجة الحرارة الرطبة $t_{wm}=19C°$

من المخطط السايكومتري نجد أن نقطة التغذية تقع على الخط الواصل بين Rو النقطة التي تمثل حالة الإشباع للهواء عند الدرجة 5C°و موقع هذه النقطة عند درجة الحرارة الجافة 9C°

وبالتالي نجد $t_{ds}=9C°$, $t_{ws}=7,5C°$

2-الربح الحراري المحسوس للغرفة:

$$Qs=ma\,(hE-hs)$$

من المخطط السايكومتري نجد hs=24 kj/kg , hE=38,5 kj/kg

$$Qs=2(37,5-24)=27kw$$

$$Q_L=ma(h_R-h_E)=2(43,5-37,5)=12\ kw$$

$$Qt=ma(h_R-hs)=2(43,5-24)=39\ kw$$

3-ميل الغرفة RRL=Qs/Qt=27/39=0,60 :

4-إستطاعة وشيعة التبريد المحسوسة:

$$Qs=ma(h_B-hs)=2(45-24)=42\ kw$$

إستطاعة وشيعة التبريد الكامنة :

$$Q_L=ma(hm-hB)=2(53,5-45)=17\ kw$$

إستطاعة وشيعة التبريد الكلية :

$$Qt=ma(hm-hs)=2(53,5-24)=59\ kw$$

5-كمية الرطوبة المزالة بواسطة وشيعة التبريد :

$$\Delta w=ma(w1-w2)=2(0,0092-0,006)X3600=23,03\ kg/h$$

- عدد الأشخاص $N=QL/75=12X1000/75=160$

كمية الهواء الجديد اللازمة لكل شخص $V=1X3600/1,2X160=18,75\ m^3/s$

تمرين 1/C : تعمل مروحة بمردود $\eta = 0,72$ وتعطي تدفق هواء $Q_1 = 20000\ m^3/h$ بضغط $P_1 = 750\ Pa$ عند دوران بسرعة $n_1 = 960\ r.p.m$

المطلوب تحديد الاستطاعة التي تستهلكها المروحة عند انخفاض التدفق إلى $12500\ m^3/h$ وذلك بواسطة التحكم بعدد دورات المروحة

واحسب مردود المروحة الجديد.

1 - وفق قوانين التوافق الشبيهة نجد أن سرعة دوران المروحة لدينا وفق قوانين المراوح

لدينا $n_1 = 960\ r.p.m$

نجد أن n_2:

$$\frac{HP_2}{HP_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\Rightarrow n_2 = n_1 \cdot \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{12500}{20000} \times 960$$

$$\Rightarrow n_2 = 600\ r.p.m$$

$$HP_1 = \frac{Q_1 \cdot P_1}{\eta} = \frac{20000 \times 750}{3600 \times 0,72} = 5787\ W$$

$$\frac{HP_2}{HP_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 \Rightarrow HP_2 = HP_1 \left(\frac{600}{960}\right)^3$$

$$\Rightarrow HP_2 = 1412,8\ W$$

مردود المروحة الجديد:

$$HP_2 = \frac{Q_2 \cdot P_2}{\eta} \Rightarrow \eta = \frac{Q_2 \cdot P_2}{HP_2}$$

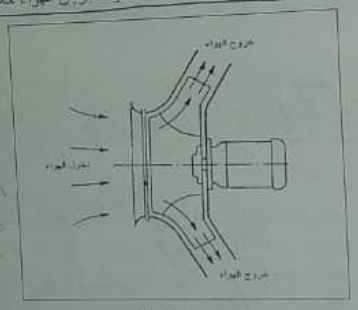
$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \Rightarrow P_2 = P_1 \left(\frac{600}{960}\right)^2$$

$$\Rightarrow P_2 = 750 \times \left(\frac{600}{960}\right)^2 = 292,9\ Pa \left(\frac{N}{m^2}\right)$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{12500 \times 292,9}{1412,8 \times 3600} = 0,71$$

مروحة محورية

(ب) مراوح مختلطة (نصف محورية).
تكون بين المراوح المحورية و الطاردة المركزية وتكون خطوط جريان الهواء خلال الدافع متقوسة.



مروحة مختلطة

و قد يكون للمروحة مدخل من طرف واحد أو مدخلين لزيادة العزارة.

ويمكن تصنيف المراوح بحسب الضغط الذي تولده المروحة كمايلي:

مراوح ذات ضغط منخفض حتى 100 مم عمود ماء.
مراوح ذات ضغط متوسط من 100 حتى 500 مم عمود ماء.
مراوح ذات ضغط عالي حتى 1000 مم عمود ماء.

يمكن أن يكون اتصال المروحة بالمحرك بشكل مباشر كما هو الحال بالمراوح ذات الأبعاد الصغيرة أو أن يتم اتصال المروحة بالمحرك عن طريق البكرات والسيور المطاطية كما هو الحال في المراوح الكبيرة وهذا الأسلوب يسهل لنا التحكم بسرعة المروحة وذلك بتغيير قطر المسنن مما يتيح لنا إمكانية ومجال واسع للتحكم بغزارة الهواء وسرعته.

إن الضغط الذي تولده المروحة يجب أن يساوي ضياعات الضغط في مجاري السحب والإرسال إذا كانت نفس المروحة تسحب الهواء وترسله ، ويتم اختيار المروحة بمعرفة تدفقها والذي هو محسوب مسبقاً" ومعرفة ضغطها لكي تتغلب على كافة المقاومات التي تواجه الهواء في طريقه

تجارب حضير التهوية والتكييف المطلوبة
من طلاب السنة الثانية أقسام - ميكا
الفصل الثاني:

١- التسخين الجاف
- الكمش بالبخار / التسخين بالبخار
- التسخين الرطب ولصناعة المروحة.

حيث:
Wo الرطوبة النوعية(نسبة الرطوبة) للهواء الخارجي.
Wi الرطوبة النوعية(نسبة الرطوبة) لهواء الغرفة

12- الربح الحراري من التهوية الطبيعية:
الحرارة المحسوسة المضافة

$Qs=M.C.\rho.V(to-ti)$

حيث:
ρ=1,2kg/m³ كثافة الهواء
M عدد مرات تبديل الهواء
V حجم الغرفة
C=1,012Kj/kg.C° الحرارة النوعية للهواء

الحرارة الكامنة المضافة

$QL=M.\rho.V.Lw.(wo-wi)$

Lw الحرارة الكامنة لتبخر الماء 2454kj/kg

ملاحظات:
- عند حساب الحمل الحراري الشتوي نهمل كميات الحرارة المكتسبة من المصادر الداخلية وتعد كعامل أمان.
- كمية الهواء اللازمة شتاء" هي نفسها كمية الهواء اللازمة صيفا"
- في حالة تكييف المعامل يضاف الربح الحراري الناتج عن الآلات الموجودة في المعمل ويحسب من العلاقة التالية:

$Qs=Qa/\mu t$

حيث:
Qa الإستطاعة على محور الآلة المربوطة بالمحرك
μt المردود الكلي لنقل الحركة و يحسب من العلاقة التالية:

$\mu t=\mu m.\mu d$

حيث:
μm مردود المحرك
μd مردود نقل الحركة من المحرك الى الآلة.

$Qs=\Sigma Qs$
$QL=\Sigma QL$

$Qtot=Qtot+20\%.Qtot=1,2\times Qtot$

بالإضافة إلى الذي
أُخذ سابقاً.