الفصل السابع

عمل توازن لعملية توزيع الهواء

الفصل السابع

عمل توازن لعملية توزيع الهواء

إن معنى عمل توازن لعملية توزيع الهواء"Air Distribution Balancing"، هو القيام بضبط أجزاء هذه العملية المركبة بالمبنى لكى تقوم بالعمل حسب التصميم الموضوع لها . وبإجراء التوازن الصحيح لعملية توزيع الهواء المصممة بطريقة مضبوطة فإننا نحصل منها على الجو الحديث الملائم . . . . . الهادئ ، والتهوية الكافية الخالية من التيارات الهوائية الضارة ، ودرجات الحرارة والرطوبة المناسبة ، والجو النظيف لتكمل بذلك جميع نواحى جمال الفن المعمارى الحديث . ولتحقيق هذا الجو الحديث الملائم يجب أن نقدم الكمية الصحيحة من الهواء المكيف لكل حيز مشغول من المبنى .

لماذا نقوم بعمل التوازن ؟

إن مروحة جهاز تكييف الهواء تعطى القوة اللازمة لتحريك كمية الهواء المطلوبة خلال عملية توزيع الهواء ، ويجب أن تحدث هذه المروحة كذلك ضغط هواء كاف ليتغلب على مقاومة عملية توزيع الهواء ، وفى الوقت نفسه أيضاً يعطى كمية الهواء المطلوبة من كل موزع هواء مركب بالعملية . وعموماً تركب بوابات « دامبر – Dampersأو أجزاء أخرى لتخفيض الضغط فى مجارى الهواء الفرعية لإحداث مقاومة يمكن ضبطها للقيام بعملية التوازن المطلوبة . هذا ويجب أن تجرى سلسلة من عمليات القياس والضبط حتى يمكن جعل الكمية الصحيحة من الهواء تخرج من خلال كل موزع ، وبذلك يمكن الحصول على عملية هواء متزنة .

إن كمية الهواء غير الصحيحة التى تخرج من خلال بعض الموزعات تجعل جو المكان غير ملائم وفى الوقت نفسه تسبب عدم شعور الإنسان بالراحة المطلوبة ، هذا وبينما تؤدى غالباً كمية الهواء الكبيرة التى تخرج من الموزعات إلى حدوث شكاوى كثيرة بسبب التيارات الهوائية الضارة و / أو سماع صوت غير عادى ، فإن كمية الهواء القليلة جداً التى تخرج من الموزعات تسبب الشعور بالاختناق وعدم انتظام عمل منظمات درجات الحرارة . ونظرياً فإنه يمكن تصميم عملية توزيع هواء لا تحتاج إلى إجراء توازن لها ، ولكن من الناحية العملية فإننا نجد أن قليلا جداً من هذه التصميمات يصل إلى هذه الحالة المثالية بسبب الوقت وحدود التصنيع الاقتصادية .

الخطوات الأولية لإجراء عملية التوازن :

قبل إجراء عملية التوازن لعملية توزيع الهواء يجب إجراء الخطوات الأربع الأولية الآتية :

١ – يراجع الرسم الكامل لتركيبات مجارى الهواء الموصلة مع جهاز تكييف الهواء ، والتى يجب أن يشتمل على البيانات الفنية الآتية :

(ا) كمية الهواء الكلية (بالقدم المكعب / الدقيقة) التى توزع على الأماكن المكيفة بواسطة هذه المجارى .

(ب) مواصفات وحجم موزعات الهواء المركبة .

(حـ) كميات الهواء التى يجب أن تخرج عن طريق هذه الموزعات .

(د) سرعة الهواء فى كل من المجارى الرئيسية والفرعية ، وكذلك سرعة خروجه من موزعات الهواء ، وسرعة مروره على شبك الهواء الراجع – وتبين كذلك درجات الحرارة والرطوبة التى على أساسها وضع كل من حمل التبريد والتدفئة ، وذلك قبل وبعد ملفات التبريد والتسخين ، وكذلك كمية الهواء التى تمر خلال هذه الملفات .

(هـ) درجات الحرارة ونسبة الرطوبة المفروض أن تحفظ داخل الأماكن المكيفة على أساس التصميم الموضوع ، وكذلك سرعة الهواء القصوى التى يمكن قبولها داخل هذه الأماكن .

(و) مستوى الصوت المسموح به داخل الأماكن المكيفة .

٢ – تدون القراءات التى يتم تسجيلها فى مجموعة من أوراق التشغيل حتى يمكن الاحتفاظ بتسجيل دقيق للقياسات فى أثناء القيام بعملية التوازن . هذا الرسم رقم (٧ – ٢) يبين مثالا لورقة تشغيل عملية توازن هواء :

٣ – تقاس كمية الهواء الخارجة من كل موزع .

٤ – يجرى عمل توازن لعملية توزيع الهواء بحيث لا تستعمل بوابات (دامبر ، الحجم التى تركب بالموزعات "Diffuser Volume Dampers" كالتى يظهر شكلها فى الرسم رقم (٧ – ٢) إلا عند عمل التوازن النهائى الدقيق "Trimming" فقط للعملية ، إذ أنه لو استعملت هذه البوابات فى أثناء عمل التوازن الكلى للعملية ، فإنه من المحتمل كثيراً حدوث شكاوى من سماع صوت شديد أو توزيع غير جيد للهواء بسبب الهبوط الشديد فى الضغط الذى يحدث خلال هذه البوابات .

هذا وقبل البدء فى إجراء عملية التوازن ، يجب أن نتحاشى بقدر الإمكان وجود

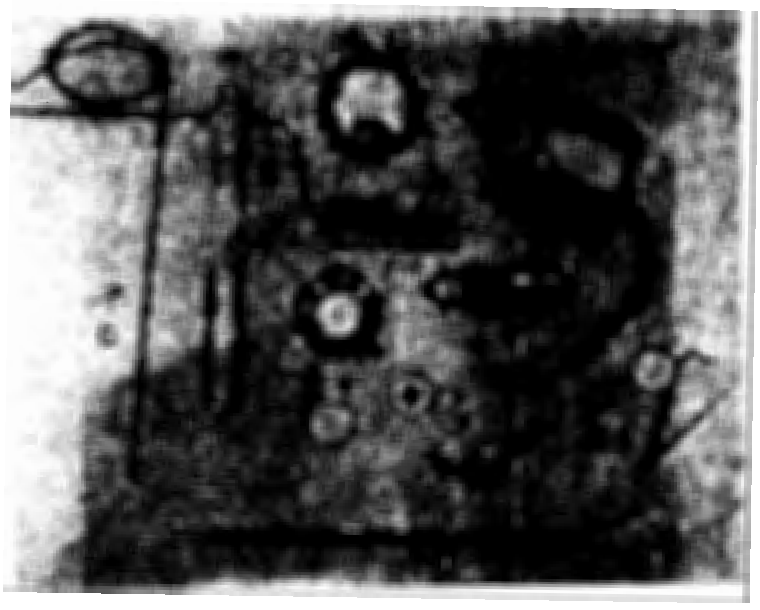
رسم رقم (٧ – ٢) – مكان تركيب بوابة الحجم
التى تركب مع موزعات الهواء .

أى عائق لسريان الهواء ، وتفتح جميع بلوف الهواء وبوابات (دامبر) منع الحريق "Fire Dampers" ومنظمات الحجم المركبة فى كل من مجارى تغذية الهواء ورجوعه . وتضبط بوابات (دامبر) الهواء الخارجى لأقل مواضعاها وأقصاها ، وكذلك بوابات (دامبر) الهواء الراجع لأقصى سريان هواء راجع . تضبط مخارج موزعات الهواء التى تركب بالسقف ليوزع منها الهواء فى اتجاه أفقى بقدر الإمكان .

أجهزة القياس التى تستعمل فى أثناء إجراء عمل التوازن :

كثيراً ما يطرح هذا السؤال وهو – ما هى أحسن أجهزة القياس التى يجب أن تستعمل فى أثناء عمل توازن لعملية توزيع الهواء ؟ ومن معامل الاختبار ، والخبرة العملية أجيب عن هذا السؤال بأن أهم أجهزة القياس التى يجب أن تستعمل هى الأجهزة الظاهرة فى الرسم رقم (٧ – ٣) وتشتمل على الأجهزة الآتية :

(ا) جهاز فيلوميتر "Velometer" ذى الريشة المنحرفة (من نوع ألنور Alnor) ، لقياس سرعة الهواء .



رسم رقم (٧ – ٣) – أجهزة القياس المختلفة التى
تستعمل فى أثناء إجراء عمل التوازن .

(ب) جهاز أنيموميتر Anemometer ذى الريش الدائرة ، وساعة إيقاف ، لقياس سرعة الهواء .

(حـ) أنبوبة بتوت "Pitot Tube" وخرطوم من المطاط حساس ، لجس ضغط مجرى الهواء .

(د) أنبوبة حرف U ، أو مقياس مائل "Slope Gauge" أو من نوع ما جنهلك "Magnehelic" ، لقراءة الضغط .

(هـ) ترمومتر "Thermometer" ؛ لقياس درجة الحرارة عند مواقع مختلفة بمجرى الهواء والغرفة .

(و) جهاز قياس سرعة الدوران "Tachometer" ، لقياس عدد لفات دوران المروحة فى الدقيقة .

(ز) جهاز قياس كل من الفولت والأمبير من النوع ذى الفك المتحرك "Volt - amp - Meter" ، لقياس فولت وتيار محرك المروحة .

خواص المروحة :

قبل إجراء التوازن بطريقة صحيحة لأى عملية يجب أن تعطى المروحة المركبة بهذه العملية ضغطاً إستاتيكيا "Static Pressure" كافيا وأن يكون حجم الهواء الذى

تعطيه هذه المروحة مناسباً أيضاً للعملية ، ولهذا يلزم إجراء القياسات الآتية ومقارنتها بما هو مبين بالمواصفات :

١ – الضغط الإستاتيكى للعملية .

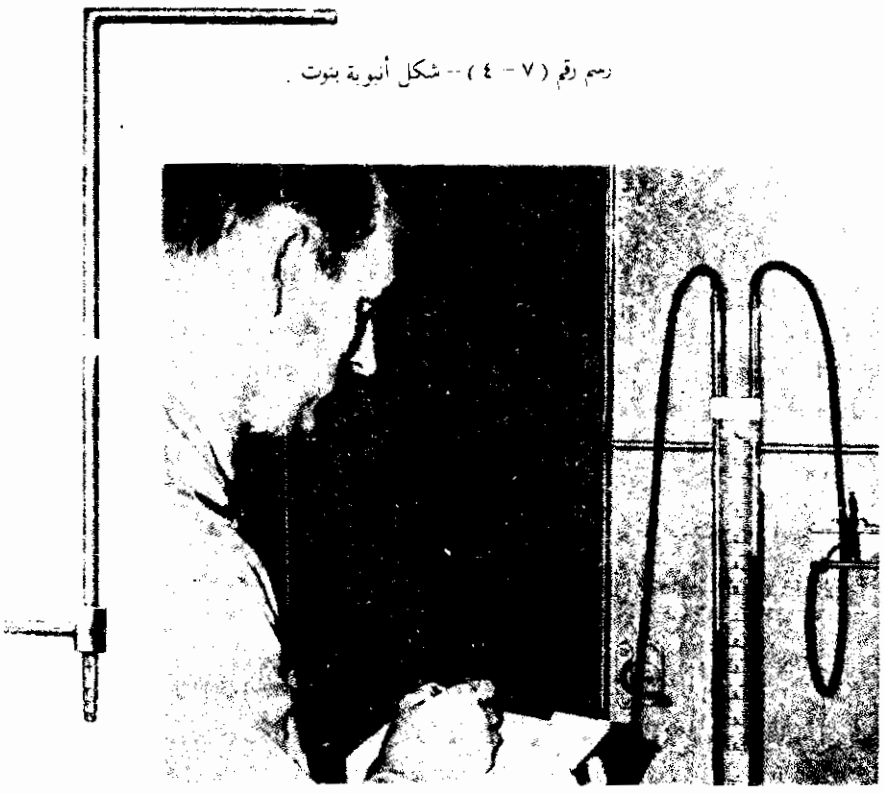
٢ – عدد لفات المروحة فى الدقيقة ، والفولت عند محرك المروحة ومقدار التيار الذى يسحبه هذا المحرك .

٣ – الحجم الكلى للهواء .

الضغط الإستاتيكى للعملية :

لقياس الضغط الإستاتيكى . تستعمل أنبوبة بتوت كالمبينة فى الرسم رقم (٧ – ٤) ، ومقياس لقراءة الضغط بالطريقة المبينة بالرسم رقم (٧ – ٥) ، ويجب فى أثناء إجراء هذا القياس أخذ قراءتين . ولقياس الضغط الكلى لمدخل أو ناحية سحب المروحة يوصل

رسم رقم (٧ – ٤) – شكل أنبوبة بتوت .



رسم رقم (٧ – ٥) – استعمال أنبوبة بتوت وجهاز قياس الضغط الذى على شكل أنبوبة حرف U . لقياس الضغط الإستاتيكى داخل مجارى الهواء .

أحد طرفى الخرطوم « بفتحة الضغط الكلى » الموجودة بأنبوبة بتوت ، ثم تُدخل أنبوبة بتوت بعناية داخل مجرى الهواء فى وضع صحيح بحيث لا يكون هناك أى شىء يعترضها ، وذلك لأن الوضع غير الصحيح لأنبوبة بتوت يعطى قراءات خاطئة . ويوصل طرف الخرطوم الآخر بأنبوبة قياس الضغط التى على شكل حرف U ، أو مقياس ضغط آخر ، ثم يقرأ المقياس لإيجاد الضغط الكلى (ض ك) عند المدخل . ولقياس ضغط الطرد تُدخل أنبوبة بتوت داخل مجرى الهواء ناحية طرد المروحة ، ولأخذ قراءة دقيقة توضع الأنبوبة الحساسة فى مجرى الهواء بالقرب بقدر الإمكان من مخرج المروحة ، ثم يوصل أحد طرفى الخرطوم « بفتحة الضغط الإستاتيكى » الموجودة بأنبوبة بتوت ، ويوصل طرف الخرطوم الآخر بمقياس الضغط ، ثم يقرأ المقياس لإيجاد ضغط الطرد الإستاتيكى (ض س ٢) .

وتجرى قياسات أخرى مماثلة لعمليات تغذية الهواء أو رجوعه ، وكذلك لعملية إخراج الهواء الفاسد .

هذا والفرق بين الضغط الكلى للمدخل وضغط الطرد الإستاتيكى هو الضغط الإستاتيكى للعملية (ض س) .

والمعادلات الآتية تبين ذلك :

ض س = ض س$_{٢}$ − ض ك .

ض س = ض س$_{٢}$ − (ض س$_{١}$ + ض ع$_{١}$)

حيث ض س = ضغط العملية الإستاتيكى .

ض س$_{١}$ = الضغط الإستاتيكى للمدخل .

ض س$_{٢}$ = ضغط الطرد الإستاتيكى .

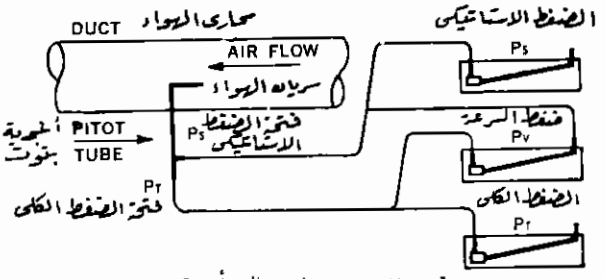
ض ع$_{١}$ = ضغط السرعة للمدخل .

ض ك = الضغط الكلى عند المدخل .

هذا والرسم رقم (٧ − ٦) يوضح طريقة استعمال أنبوبة بتوت مع المقياس المائل لقياس كل من الضغط الإستاتيكى ، وضغط السرعة ، والضغط الكلى داخل مجارى الهواء .

عدد لفات المروحة فى الدقيقة ، والفولت والتيار المسحوب :

لقياس عدد لفات المروحة فى الدقيقة يستعمل جهاز قياس سرعة الدوران حيث يركب الجهاز على عمود دوران المروحة كما هو مبين بالرسم رقم (٧ − ٧) ، وتجرى عدة قياسات ، ثم يؤخذ متوسط القراءات ويسجل .



رسم رقم (٧ – ٦) – استعمال أنبوبة بتوت مع المقياس المائل لقياس كل من من الضغط الإستاتيكى وضغط السرعة ، والضغط الكلى داخل محارى الهواء .

رسم رقم (٧ – ٧) – استعمال جهاز قياس سرعة الدوران لقياس عدد لفات المروحة .

ولقياس الفولت عند محرك المروحة والتيار الذى يسحبه هذا المحرك ، يستعمل جهاز قياس كل من الفولت والأمبير من النوع ذى الفك المتحرك ، حيث توصل أسلاك الجهاز بأطراف محرك المروحة ويُقرأ الفولت ويسجل ، ثم يدخل السلك المغذى لمحرك المروحة داخل فك الجهاز كما هو مبين بالرسم رقم (٧ – ٨) ويقرأ التيار المسحوب ويسجل .

وتقارن بعد ذلك عدد لفات المروحة فى الدقيقة ، والفولت والتيار المسحوب بما هو مبين على لوحة بيانات المحرك والمروحة ، ويجب ألا تزيد أو تقل هذه القراءات عما هو مبين بهذه اللوحة .

الحجم الكلى للهواء :

لقياس الحجم الكلى للهواء يستعمل جهاز فيلوميتر أو جهاز أنيمومتر وساعة إيقاف ، مع اتباع إحدى الطرق الثلاثة الآتية :

رسم رقم (٧ – ٨) – قياس التيار الذى يسحبه محرك المروحة باستعمال جهاز قياس كل من الفولت والأمبير من النوع ذى الفك المتحرك .

١ – مسح للسرعة الوجهية على مقطع "Traverse" ملفات التبريد أو التدفئة .

٢ – مسح للسرعة الوجهية على مقطع مجموعة مرشحات الهواء .

٣ – مسح للسرعة الوجهية على مقطع مجرى الهواء الرئيسية .

مسح المقطع خلال الملفات :

لإيجاد أحسن النتائج عند استعمال جهاز الأنيموميتر وساعة الإيقاف ، يجب أخذ القياسات ناحية خروج الهواء من الملف . ويُبدأ هذا العمل بتقسيم سطح الملف إلى قطاعات متساوية تقريباً كما هو مبين بالرسم رقم (٧ – ٩) ، وتحسب مساحة كل قطاع بالقدم المربع ، وبعد ذلك تؤخذ القياسات على كل قطاع ، ثم تجمع القراءات . يُمسك جهاز الأنيموميتر على بعد حوالى بوصة واحدة من سطح الملف وبحيث يواجه تدريج الجهاز الشخص القائم بعمل القياسات كما هو مبين بالرسم رقم (٧ – ١٠) ، ثم يحرك جهاز الأنيموميتر ببطء ليمسح مساحة كاملة لقطاع واحد خلال دقيقة واحدة ، ثم تؤخذ قراءة تدريج الجهاز التى تبين سرعة الهواء بالقدم فى الدقيقة ، وتضرب السرعة بالقدم فى الدقيقة فى عدد الأقدام المربعة لمساحة القطاع ، وذلك لإيجاد حجم هواء القطاع . ويكرر أخذ هذه القياسات بالنسبة لباقى القطاعات الأخرى ، وتضاف النتائج لإيجاد الحجم الكلى للهواء المار على سطح الملف . هذا وإذا كان الملف رطباً فإن مقدار الحجم الكلى للهواء قد ينخفض إلى حوالى ١٠ فى المائة .

رسم رقم (٧ – ٩) – تقسيم سطح الملف إلى قطاعات متساوية تقريباً

رسم رقم (٧ – ١٠) – طريقة قياس سرعة الهواء المار خلال الملف باستعمال جهاز الأنيموميتر وساعة إيقاف .

ويمكن أيضاً استعمال جهاز الفيلوميتر لقياس حجم الهواء الكلى ، وفى هذه الحالة بدلا من عمل مسح خلال وجه الملف ، يوضع بورى جهاز الفيلوميتر رقم ٢٢٢٠ على أبعاد متساوية خلال وجه كل قطاع كما هو مبين بالرسم رقم (٧ – ١١) ، وتُقرأ سرعة الهواء بالقدم فى الدقيقة على تدريج الجهاز ، وتسجل كل قراءة ويؤخذ متوسط هذه القراءات لكل قطاع . ولإيجاد حجم هواء القطاع بالقدم المكعب فى الدقيقة يضرب متوسط السرعة فى عدد الأقدام المربعة لمساحة القطاع . هذا ويجب فى أثناء

رسم رقم (٧ – ١١) – طريقة قياس سرعة الهواء المار خلال الملف باستعمال جهاز الفيلوميتر والبورى الخاص به رقم ٢٢٢٠ .

أخذ القراءات التأكد من استعمال معامل التصحيح "Correction factor" المبين على لوحة جهاز القياس أو الموجود بلوحة مثبتة داخل صندوقه . ويكرر أخذ هذه القياسات بالنسبة لباقى القطاعات الأخرى وتضاف النتائج لإيجاد الحجم الكلى للهواء المار على سطح الملف .

الهواء المار (بالقدم المكعب فى الدقيقة) = متوسط السرعة (بالقدم / الدقيقة) × مساحة الفتحة (بالقدم المربع) × معامل تصحيح الجهاز .

مسح المقطع خلال مرشحات الهواء :

فى بعض الأحيان قد يتحتم علينا أن نستعمل موقع آخر لقياس حجم الهواء الكلى ، فمثلا يمكننا أن نستعمل الطريقة المشروحة نفسها فى « مسح المقطع خلال الملفات » لقياس حجم الهواء الكلى عند موقع مرشحات الهواء ، باستعمال طريقة جهاز الأنيموميتر وساعة الإيقاف أو طريقة جهاز الفيلوميتر .

مسح المقطع فى مجرى الهواء الرئيسية :

هناك موقع ثالث آخر لقياس حجم الهواء الكلى وهو مجرى الهواء الرئيسى ، وللحصول

على أفضل النتائج ، يجب أن تؤخذ القياسات فى قطاع مستقيم من المجرى ، وبحيث يكون بعيداً بعداً كافياً عن أى كوع موجود بهذا المجرى ، أو من ناحية طرد المروحة وذلك للإقلال من تأثير الدوامات الهوائية . وكمرشد لهذه المسافة الموجودة فى مجرى الهواء الذى لا يكون فيه أية دوامات هوائية والتى يلزم أن يؤخذ عندها القياس هى : عشر مرات قطر المجرى بعد مكان تركيب الكوع أو المروحة ، وبين مرتين وخمس مرات قطر المجرى قبل مكان تركيب الكوع أو مأخذ الهواء .

ولأخذ القياسات يستعمل جهاز فيلوميتر وبورى مجرى الهواء ا – ا الظاهر فى الرسم رقم (٧ – ٣) ، حيث يُدخل البورى داخل مجرى الهواء كما هو مبين بالرسم رقم (٧ – ١٢) لكى يسرى الهواء إلى ناحية البورى المتصل بفتحة الدخول الموجودة بجهاز الفيلوميتر . هذا ومن النادر أن تكون سرعة الهواء خلال أى قطاع فى مجرى الهواء منتظمة ، ولذلك فإن عمل مسح بمقطع المجرى يستعمل لقياس متوسط السرعة خلال مقطع كامل فى هذا المجرى .

ولإجراء مسح بمقطع مجرى هواء مربعة أو مستطيلة ، يُقسم ذهنيا مقطع المجرى إلى مساحات مربعة تقريباً ، ضلع كل منها بوصة واحدة ، ويوضع بورى مجرى الهواء فى

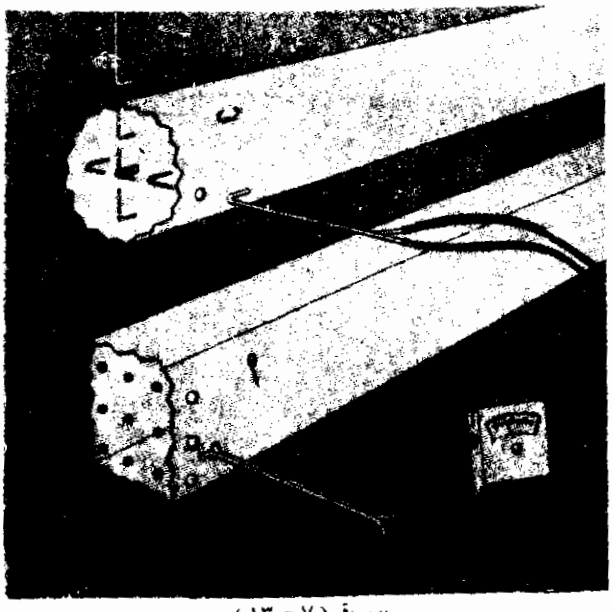
رسم رقم (٧ – ١٢) – إيجاد حجم الهواء الكلى الماء داخل مجارى الهواء باستعمال جهاز الفيلوميتر وبورى مجرى الهواء .

منتصف كل مساحة تقريباً كما هو مبين بالرسم رقم (٧ – ١٣ ، ا) . وهذا البورى مقسم إلى أجزاء البوصة الواحدة كما هو ظاهر فى الرسم ، وذلك لمساعدة الشخص القائم بأخذ القياسات لوضعه فى مركز كل مساحة ، ثم يؤخذ متوسط القراءات . ويعمل فتحات دائمة تقفل بطبات خاصة على مسافات متساوية من مجرى الهواء تجعل عملية مسح المقطع فى مجرى الهواء أكثر بساطة .

ولإجراء مسح بمقطع مجرى هواء مستدير ، نتصور ذهنياً خطى قطرين متقاطعين أحدهما رأسى والآخر أفقى داخل المجرى ، يوضع بورى المجرى على كل من الخطين ويحرك لأخذ قراءات على مسافات تبعد كل منها عن الأخرى بمقدار بوصة واحدة كما هو مبين بالرسم رقم (٧ – ١٣ ب) ، ثم يؤخذ متوسط القراءات .

والمعادلة للهواء الكلى المار داخل المجرى هى :

الهواء المار (بالقدم المكعب فى الدقيقة) = متوسط السرعة (بالقدم / الدقيقة) × مساحة مقطع المجرى (بالقدم المربع) ويمكن أيضاً استعمال أنبوبة بتوت لقياس



رسم رقم (٧ – ١٣) –

ا – إيجاد حجم الهواء الكلى المار داخل مجارى الهواء المربعة أو المستطيلة بمسح مقطع مجرى الهواء باستعمال جهاز الفيلوميتر وبورى مجرى الهواء .

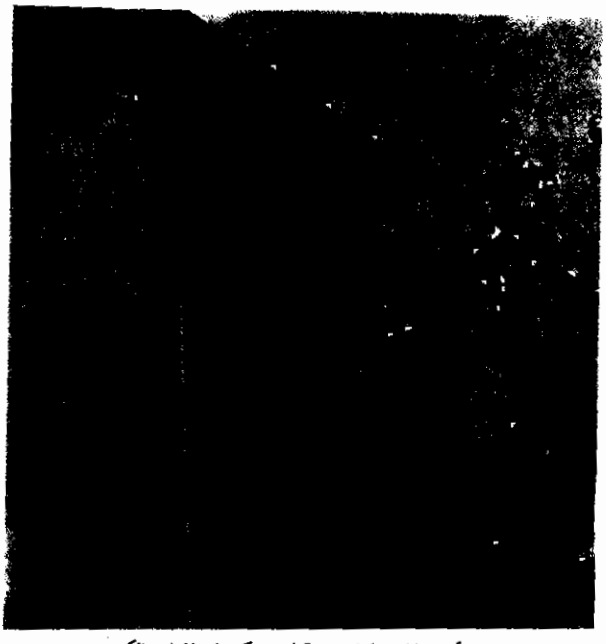
ب – إيجاد حجم الهواء الكلى المار داخل مجارى الهواء المستديرة بمسح مقطع مجرى الهواء باستعمال جهاز الفيلوميتر وبورى مجرى الهواء .

كمية الهواء الكلية المارة ، ولكنها تستعمل فقط عندما تزيد سرعة الهواء داخل المجرى على ١٥٠ قدم فى الدقيقة. وتتبع الطريقة نفسها السابق شرحها باستعمال جهاز الفيلوميتر عند استعمال أنبوبة بتوت . ويقاس ضغط السرعة فى هذه الحالة بالبوصة المائية على مقياس ضغط فرق .

وبواسطة خراطيم من المطاط توصل ناحية الضغط العالى بالمقياس بفتحة الضغط الكلى الموجودة بأنبوبة بتوت ، وتوصل ناحية الضغط المنخفض بالمقياس بفتحة الضغط الإستاتيكى الموجودة بأنبوبة بتوت كما هو مبين بالرسم رقم (٧ – ١٤) ، فإن المقياس يقرأ فى هذه الحالة الفرق بين الضغط الكلى والضغط الإستاتيكى الذى يكون هو ضغط السرعة . ويؤخذ متوسط قراءات الضغط . ولتحويل قراءات ضغط السرعة (بالبوصة المائية) إلى (أقدام فى الدقيقة) تستعمل هذه المعادلة :

السرعة (بالقدم فى الدقيقة) = ٤٠٠٥ ضغط السرعة (بالبوصة المائية للهواء القياسى) .

هذا ويمكن استعمال الجداول الخاصة بتحويل متوسط قراءات ضغط السرعة إلى سرعة الهواء المعادلة بدلا من استعمال هذه المعادلة .



رسم رقم (٧ – ١٤) – قياس كمية الهواء الكلية المارة داخل مجارى الهواء باستعمال أنبوبة بتوت ومقياس ضغط فرق .

الخطوات النهائية لإتمام عملية التوازن :

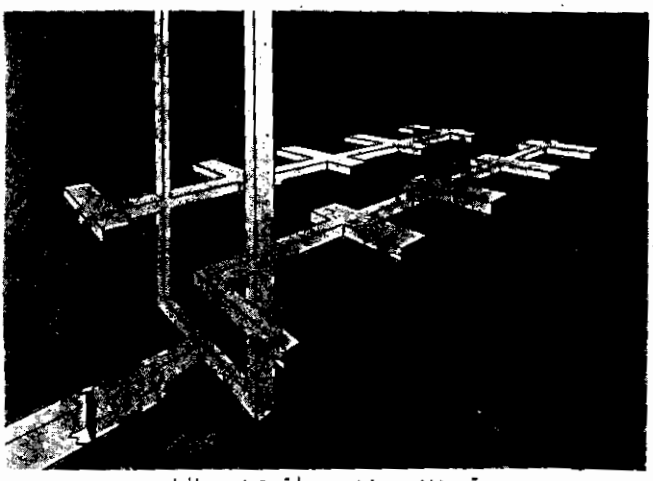
إن الشرح السابق يوضح الخطوات الأولية لإجراء عملية التوازن ، أما الخطوات النهائية لإتمام هذه العملية فتتوقف على نوع العملية التى يجرى عمل التوازن لها .

عمليات توزيع الهواء :

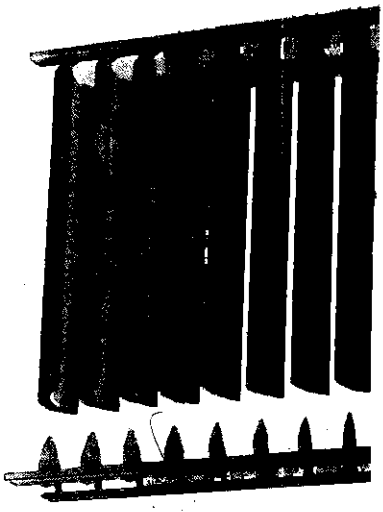
هناك ثلاثة أنواع من عمليات توزيع الهواء – الأولى وهى الخاصة بعمليات توزيع الهواء ذى السرعة البطيئة (أقل من ١٥٠٠ قدم فى الدقيقة داخل مجارى الهواء) ، والثانية وهى الخاصة بعمليات توزيع الهواء ذى السرعة العالية (التى تزيد عن ١٥٠٠ قدم فى الدقيقة داخل مجارى الهواء) ، والثالثة وهى الخاصة بعمليات توزيع الهواء على المناطق المتعددة .

عمليات توزيع الهواء ذى السرعة البطيئة :

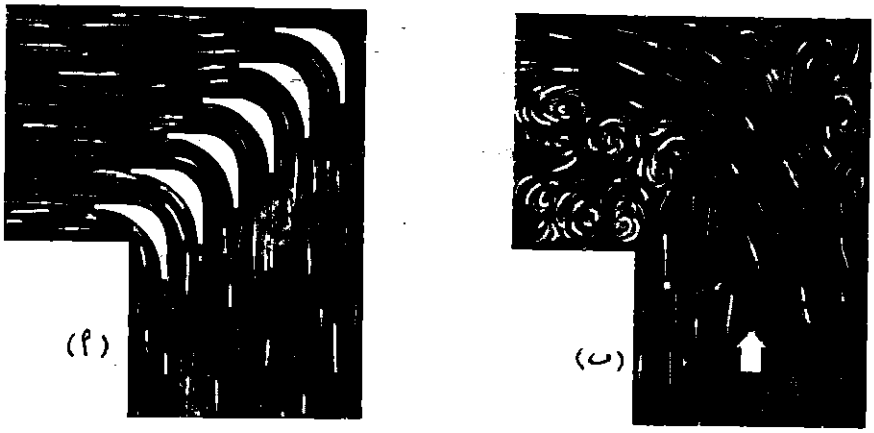
الرسم المبسط رقم (٧ – ١٥) يوضح عملية توزيع الهواء ذى السرعة البطيئة ، ونحتاج عادة إلى تركيب أجزاء خاصة فى مجار ومع موزعات هواء هذه العمليات ، فمثلا نقوم بتركيب ريش موجهة "Ducturns" كالتى يظهر شكلها فى الرسم رقم (٧ – ١٦) فى كيعان مجارى الهواء المربعة أو المستطيلة المقطع لتعطى سريان هواء منتظم خلال الكوع كما هو موضح بالرسم رقم (٧ – ١٧) ، ولتساعد فى الوقت نفسه على خروج الهواء من الموزع المركب بالقرب منها بطريقة صحيحة . وكذلك تركب موجهات تعادل



رسم رقم (٧ – ١٥) – عملية توزيع الهواء ذى السرعة البطيئة .



رسم رقم (٧ – ١٦) – الريش الموجهة التى تركب فى كيعان مجارى الهواء المربعة أو المستطيلة المقطع .



رسم رقم (٧ – ١٧) تعطى الريش الموجهة التى تركب فى كيعان مجارى الهواء المربعة أو المستطيلة المقطع سريان هواء منتظم خلال الكوع كما هو ظاهر فى الرسم (أ) – بينما عدم تركيبها بسبب دوامات هوائية داخل الكوع كما هو ظاهر فى الرسم (ب) .

"Equalizing Deflectors" عند مخارج تركيب موزعات الهواء كما هو مبين بالرسم رقم (٧ – ١٨) ، وذلك للمحافظة على الضغط المطلوب ، وكوسيلة لضبط عملية تعادل سريان الهواء داخل المكان المكيف .

وتجرى عملية التوازن أولا بقياس كل من كمية الهواء والضغط فى العملية ، وبعد ذلك يقسم سريان الهواء خلال مجارى الهواء الرئيسية والمجارى الفرعية ومجارى مخارج

رسم رقم (٧ – ١٨) – موجهات التعادل التى تركب
عند مخارج تركيب موزعات الهواء .

موزعات الهواء – ويُبدأ أولا بإجراء ذلك بمجارى الهواء الأكبر فى الحجم ونستمر بعد ذلك بمجارى الهواء التى بها فقد احتكاك عال أو مقدار هبوط كبير فى الضغط الإستاتيكى ، ثم تقاس بعد ذلك كمية الهواء الخارجة من كل موزع بالطريقة التى سنشرحها فيما بعد .

عمليات توزيع الهواء ذى السرعة العالية :

هناك نوعان من عمليات توزيع الهواء ذى السرعة العالية ، الأولى ذات المجرى المفرد ، والثانية ذات مجارى الهواء المزدوجة . وعملية توزيع الهواء ذى المجرى الهوائى المفرد ، يستعمل فيها مجرى واحد لتغذية الهواء البارد ، وحيز السقف لتغذية الهواء الساخن ، أما عملية توزيع الهواء ذى المجارى المزدوجة فتستعمل فيها حجرتان منفصلتان لتغذية كل من الهواء الساخن والبارد كما هو مبين بالرسم المبسط (٧ – ١٩) .

هذا وتستعمل صناديق الخلط "Mixing Boxes" مع النوعين من عمليات توزيع الهواء ذى السرعة العـــالية ، حيث يتم تنظيم عملية خلط الهواء البارد والساخن داخل هذه الصناديق بطريقة أوتوماتيكية عن طريق ترموستات ، وبعد ذلك يدفع

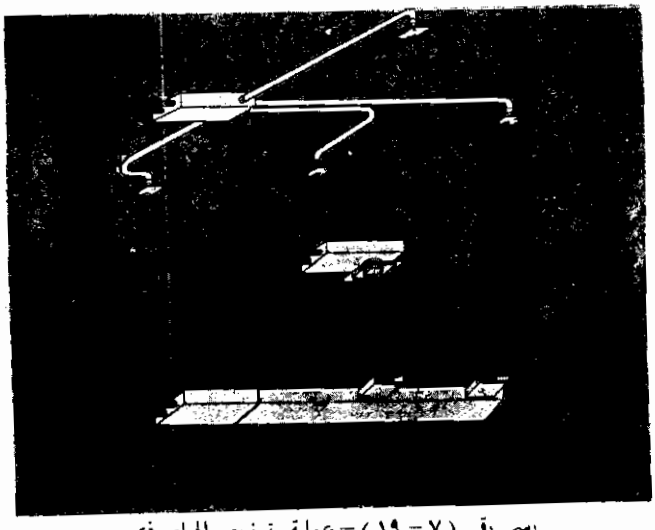
الهواء بعد خلطه إلى مجرى آخر او يدفع مباشرة إلى داخل المكان ، وتستعمل منظمات حجم ثابت ميكانيكية مع صناديق الخلط التى تركب بالمجارى المزدوجة .

هذا وتوجد ثلاثة أنواع من صناديق الخلط يمكن تركيبها بهذا النوع من عمليات توزيع الهواء :

(ا) الصندوق ذو المخارج المتعددة أو الأخطبوط "Octopus Box" الذى يوصل به عدة مجارلتغذية موزعات الهواء وهو كالظاهر فى الرسم رقم (٧ – ١٩ ا) .

(ب) الصندوق المركب به موزع هواء واحد وهو كالظاهر فى الرسم رقم (٧ – ١٩ ب) .

(حـ) الصندوق ذو النهاية المفتوحة التى توصل به مجرى الهواء وهو كالظاهر فى الرسم (٧ – ١٩ حـ) . ويُحسب حجم الهواء الكلى الذى يعطيه صندوق الخلط مجمع أحجام الهواء التى تقاس عند كل موزع يخُدم من هذا الصندوق هذا ولفحص مجموعة من صناديق الخلط يجب أن تضبط جميع الترموستات الموجودة بهذه العملية عند موضع أقصى تبريد وتترك عند هذا الموضع حتى يتم عمل التوازن المطلوب .



رسم رقم (٧ – ١٩) – عملية توزيع الهواء ذى السرعة العالية وصناديق الخلط التى تركب بها :

ا – الصندوق الأخطبوط .

ب – الصندوق المركب به موزع واحد .

حـ – الصندوق ذو النهاية المفتوحة التى توصل به مجرى الهواء .

عملية توزيع الهواء على المناطق المتعددة :

الرسم المبسط رقم (٧ – ٢٠) يوضح عملية توزيع الهواء على المناطق المتعددة "Mvlti-Zone" ، ولإجراء التوازن على هذا النوع من العمليات ، تختار دورة تبريد كاملة ، ثم نقوم بضبط الترموستات المركب فى كل منطقة عند موضع أقصى تبريد ويترك عند هذا الموضع حتى يتم عمل التوازن المطلوب .

هذا ونحتاج فى هذه العملية إلى تركيب بوابات (دامبر) توازن "Balancing Dampers" أوريش توجيه الهواء فى كل مجرى تغذى كل منطقة ، وتفتح جميع البوابات فتحة كاملة ، ويُقاس سريان الهواء فى كل منطقة ، ثم تجمع جميع كميات الهواء المارة وتقارن برقم التصميم ، فإذا كانت الكمية التى تم قياسها فى حدود ١٠ فى المائة من رقم التصميم ، فإنه يتم إجراء توازن لكل مجرى تخص كل منطقة بالطريقة السابق شرحها عن عمليات توزيع الهواء ذى السرعة البطيئة .

رسم رقم (٧ – ٢٠) – عملية توزيع الهواء على المناطق المتعددة .

إيجاد كمية الهواء التى تخرج من موزعات الهواء ، والتى ترجع عن طريق شبك الهواء الراجع :

بعد فحص المروحة وقياس الحجم الكلى للهواء وإجراء التوازن المطلوب لمجارى الهواء الرئيسية والفرعية ، فإن الخطوة الأخيرة اللازمة لإتمام عملية التوازن هو قياس وضبط كمية الهواء التى تخرج من كل موزع ، والتى ترجع عن طريق شبك الهواء الراجع أو الفاسد المركب بالعملية . وفيما يلى الطرق التى تتبع لإيجاد كمية الهواء التى تخرج من موزعات الهواء التى تركب :

١ – بالسقف :

يستعمل جهاز الفيلوميتر فى إيجاد كمية الهواء التى تخرج من موزعات الهواء التى

تركب بالسقف مباشرة باستخدام البورى رقم A – ٢٢٢٠ أو رقم ٦٠٧٠ الذى يوصل فى هذه الحالة بفتحة الجهاز اليسرى ، ثم نقوم بعد ذلك بأخذ أربعة قراءات على الأقل فى مواضع مختلفة من موزع الهواء لسرعة الهواء الخارج منه كما هو مبين بالرسم رقم (٧ – ٢١) ، وبعد ذلك يؤخذ متوسط هذه القراءات ويضرب فى المعامل المناسب المذكور بكتالوجات الشركات الصانعة لهذا الموزع ، فنحصل بذلك على كمية الهواء الخارجة من الموزع .

رسم رقم (٧ – ٢١) – إيجاد كمية الهواء التى تخرج من الموزع الذى يركب بالسقف ، باستعمال جهاز الفيلوميتر والبورى رقم A – ٢٢٢٠ .

ب – بالحوائط :

يستعمل أيضاً جهاز الفيلوميتر فى إيجاد كمية الهواء التى تخرج من موزعات الهواء (شبك الهواء – Air Registers "التى تركب بالحوائط) مباشرة باستخدام البورى رقم A – ٢٢٢٠ أو ٦٠٧٠ الذى يوصل فى هذه الحالة بفتحة الجهاز اليسرى ، ثم نقوم بعد ذلك بأخذ عدة قراءات على أبعاد متساوية من وجه الموزع كما هو مبين بالرسم رقم (٧ – ٢٢) ، وبعد ذلك يؤخذ متوسط هذه القراءات ويضرب فى المعامل المناسب المذكور بكتالوجات الشركة الصانعة لهذا الموزع ، فنحصل بذلك على كمية الهواء الخارجة من الموزع .

وفيمايلى الطرق التى تتبع لإيجاد كمية الهواء التى ترجع عن طريق شبك الهواء الراجع أوالفاسد :

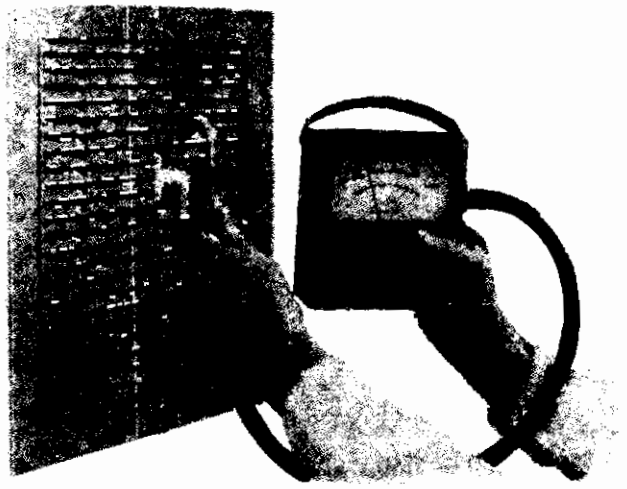
رسم رقم (٧ – ٢٢) – إيجاد كمية الهواء التى تخرج
من الموزع الذى يركب بالحائط ، باستعمال
جهاز الفيلوميتر والبورى رقم – ٢٢٢٠ .

١ – باستعمال جهاز الفيلوميتر :

يستعمل جهاز الفيلوميتر فى إيجاد كمية الهواء التى ترجع عن طريق شبك الهواء الراجع أوالفاسدReturn and Exhaust grilles مباشرة باستخدام البورى رقم ٨ – ٢٢٢٠ أو ٦٠٧٠ الذى يوصل فى هذه الحالة بفتحة الجهاز اليمنى ، وعند أخذ القراءات يجب أن يبعد هذا البورى بمقدار بوصة واحدة من وجه شبك الهواء الراجع أو الفاسد ، وهذه المسافة تعد حساسة جداً عند إجراء التوازن ، وأقصى اختلاف مسموح به فى هذا البعد يجب ألا يزيد على + $\frac{1}{32}$. ولهذا يلزم تركيب ضبعة مقياس مع البورى ليرتكز على شريحتين أوأكثر من شرائح الشبك كما هومبين بالرسم رقم (٧ – ٢٣) وذلك حتى يأخذ البورى الوضع الصحيح له بطريقة أوتوماتيكية عند أخذ القياسات ، والتى يوصى بأن تكون أربعة قياسات فقط فى أماكن مختلفة مناسبة من وجه الشبك ، وبعد ذلك يؤخذ متوسط هذه القراءات ويضرب فى المعامل المذكور بكتالوجات الشركة الصانعة لهذا الشبك ، فنحصل بذلك على كمية الهواء الراجعة أوالخارجة خلاله .

ب – باستعمال جهاز الأنيمومتر :

يوضع جهاز الأنيمومتر بالقرب من وجه شبك الهواء الراجع أو الفاسد بحيث يكون تدريج الجهاز فى هذه الحالة فى مواجهة شبك الهواء الراجع أو الفاسد كما هو مبين فى الرسم رقم (٧ – ٢٤) ، ويحرك الجهاز ببطء فوق جميع مساحة سطح الشبك لمدة دقيقة واحدة وتؤخذ قراءة الجهاز – ويعاد تكرار إجراء هذه العملية عدة مرات ، ثم يؤخذ متوسط القراءات لنحصل بذلك على قراءة صحيحة لسرعة الهواء الراجع إلى



رسم رقم (٧ – ٢٣) – إيجاد كمية الهواء التى ترجع عن طريق شبك الهواء الراجع ، باستعمال جهاز الفيلوميتر والبورى رقم A– ٢٢٢٠ .
ويلاحظ ضبعة المقياس المركبة على البورى التى تتيح لنا أخذ القياسات بطريقة دقيقة صحيحة .

رسم رقم (٧ – ٢٤) – إيجاد كمية الهواء التى ترجع عن طريق شبك الهواء الراجع ، باستعمال جهاز الأنيموميتر – ويلاحظ تدريج الجهاز فى هذه الحالة فى مواجهة شبك الهواء الراجع .

الشبك . ويجب أن نلاحظ فى أثناء أخذ القراءات بواسطة هذا الجهاز عدم اعتراض تيار الهواء المار بواسطة الأيدى أو جسم الشخص القائم بأخذ القراءات ، حتى نحصل على قراءة صحيحة ، ويجب كذلك تصحيح القراءات التى يسجلها الجهاز باستعمال معامل التصحيح المبين على الجهاز أو بصندوقه .

وبعد إيجاد سرعة الهواء ، تستعمل المعادلة الآتية لإيجاد كمية الهواء التى ترجع أو تخرج عن طريق شبك الهواء الراجع أوالفاسد :

كمية الهواء (بالقدم المكعب فى الدقيقة) = ا × س × م

حيث ا = المساحة الكلية لشبك الهواء الراجع أوالفاسد بالقدم المربع

س = متوسط قراءات سرعة الهواء المصححة بالقدم فى الدقيقة

م = معامل مذكور فى الجدول التالى

المعاملات التى تستعمل مع معادلة جهاز الأنيمومتر

متوسط السرعة (قدم / الدقيقة)	(م)
١٥٠	,٧٦٢
٢٠٠	,٧٧٢
٣٠٠	,٧٨٩
٤٠٠	,٨٠٦
٥٠٠	,٨٢٠
٦٠٠	,٨٢٨
٧٠٠	,٨٣٢
٨٠٠	.....

مثال عن الخطوات التى تتبع لعمل التوازن :

إذا كانت تركيبات عملية تكييف الهواء من النوع البسيط الذى يتكون من مجرى واحد موصلة مع جهاز تكييف الهواء ، أو من مجموعة من المجارى كل مجرى منها موصلة مع جهاز تكييف هواء مستقل ، فإن الخطوات الآتية يجب أن تتبع لعمل التوازن المطلوب لهذا النوع من التركيبات :

١ – تفتح جميع البوابات (دامبر) والبلوف المركبة بمجارى الهواء أو بالفتحات المركب بها موزعات الهواء .

٢ – تراجع كمية الهواء التى تسحب من فتحة دخول الهواء الرئيسية ، أو التى تدفع داخل مجارى الهواء بالقرب من مكان تركيب المروحة ، إذا كانت مساوية

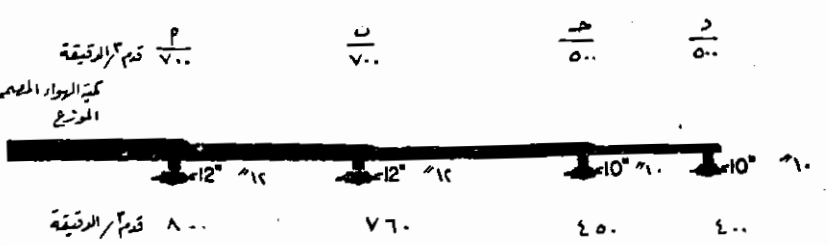
لكمية الهواء المحسوبة عند التصميم ، وتقاس كمية الهواء التى تدفعها المروحة بالطريقة التى سبق أن شرحناها ، وذلك بأخذ سرعة الهواء فى مكان مستقيم من مجارى الهواء وضربه فى مساحة مقطع هذا الجزء .

٣ – إذا وجدنا أن سعة المروحة مناسبة ، فإنه تقاس بعد ذلك كمية الهواء التى تخرج من الموزع المركب فى نهاية مجارى الهواء (الموزع (د) الظاهر فى الرسم رقم (٧ – ٢٥) . وتقارن هذه الكمية بالكمية المصمم عليها الموزع .

٤ – فإذا وجدنا أن النسبة المئوية بين كمية الهواء الحقيقية التى تخرج من هذا الموزع والكمية المصمم عليها أكبر من الواحد الصحيح ، فإنه يجب فى هذه الحالة إجراء الخطوات اللازمة لتخفيض كمية الهواء التى تمر داخل مجارى الهواء ، وذلك بقفل بوابات الهواء (الدامبر) الرئيسية المركبة داخل مجارى الهواء قفلا جزئيا ، أو تخفيض سرعة المروحة .

٥ – أما إذا وجدنا أن النسبة المئوية بين كمية الهواء الحقيقية التى تخرج من هذا الموزع والكمية المصمم عليها أقل من الواحد الصحيح (كما هو مبين فى المثال الظاهر) فى الرسم رقم (٧ – ٢٥) ، فإنه يجب فى هذه الحالة تقليل كمية الهواء التى تخرج من باقى موزعات الهواء المركبة بمجارى الهواء ، وذلك بقفل بوابات الهواء (دامبر) أو البلوف المركبة على فتحاتها قفلا جزئيًا حتى نحصل من جميع هذه الموزعات على نسبة واحدة تقريباً بين كمية الهواء الحقيقية التى تخرج منها والكمية المصممة عليها .

فإذا لاحظنا بعد إجراء هذه العملية أن كمية الهواء التى تخرج من الموزع المركب فى نهاية مجارى الهواء قد زادت ، فإنه يجب بعد ذلك مراجعة ضبط فتحات البوابات أو البلوف المركبة على باقى موزعات الهواء مرة أخرى لعلاج هذه الحالة .



رسم رقم (٧ – ٢٥) – مثال عن الخطوات التى تتبع لعمل التوازن فى عملية تكييف هواء من النوع البسيط .

٦ – بعد ضبط جميع موزعات الهواء لتعطى نسبة واحدة من الهواء الخارج منها ، فإنه يلزم بعد ذلك زيادة سعة المروحة لتعطى جميع هذه الموزعات كمية الهواء المصممة عليها .

أما إذا كانت تركيبات الهواء من النوع الذى يشتمل على مجموعة من مجارى الهواء الرئيسية التى يتفرع منها مجموعة أخرى من المجارى الفرعية المركب بكل منها مجموعة من موزعات الهواء ، فإن الخطوات الآتية يجب أن تتبع لعمل التوازن المطلوب لهذا النوع من التركيبات :

١ – تفتح جميع البوابات (دامبر) والبلوف المركبة بمجارى الهواء أو بالفتحات المركب بها موزعات الهواء .

٢ – تراجع سعة المروحة إذا كانت حسب التصميم .

٣ – تقاس كمية الهواء التى تمر فى آخر فرع من مجارى الهواء الموصلة بمجارى الهواء الرئيسية ، وتضبط كمية الهواء الخارجة من الموزعات المركبة فى هذا الفرع من المجارى ، وذلك بالاستعانة بالموزع المركب فى نهاية هذه المجارى فى إجراء هذه العملية ، كما سبق أن أوضحنا ذلك بالنسبة لتركيبات تكييف الهواء التى تتكون من مجرى واحد .

٤ – تضبط بعد ذلك كمية الهواء التى تمرفى باقى المجارى الفرعية بحيث تناسب كمية الهواء التى تمر فى آخر فرع من مجارى الهواء . وبعد إجراء عملية الضبط هذه ، تراجع مرة أخرى كمية الهواء التى تمر فى هذا الفرع ، حتى إذا ما وجدنا أنها قد زادت نتيجة لهذه العملية ، نعيد ضبطها مرة أخرى لنحصل على نسبة واحدة من كمية الهواء التى تمر فى جميع فروع مجارى الهواء .

٥ – نضبط بعد ذلك سرعة المروحة لنزيد كمية الهواء التى تمر فى جميع فروع تركيبات مجارى الهواء ، وذلك حتى نحصل على كميات الهواء المحسوبة عند التصميم .

٦ – إذا وجدنا بعد ذلك أن المروحة لا تعطى الكمية المطلوبة من الهواء ، فإنه يلزم فى هذه الحالة مراجعة اتجاه دورانها ، ومقدار شد سيور إدارتها ، وسرعة دوران محركها ، وكذلك مقدار الضغط (الفولت) عند محركها ومقدار التيار الذى يسحبه هذا المحرك .