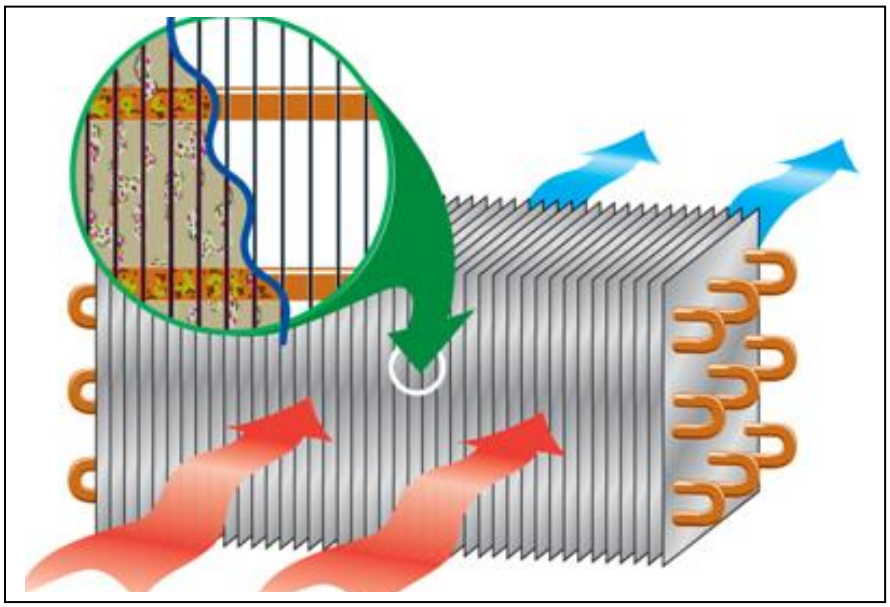
رابطة التعليم والتدريب المهني غير الحكومية

سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة

اسم المهنة: التدفئة والتهوية وتكييف الهواء
اسم الوحدة: صيانة عناصر وحدات التكييف المركزي
الرقم الرمزي: 17 -7261



إعداد: المهندس نبيل لبادة

رابطة التعليم والتدريب المهني غير الحكومية

قررت رابطة التعليم والتدريب المهني غير الحكومية تطبيق هذا البرنامج التدريبي بدءا من العام الدراسي 2011/ 2012

لجنة إعداد التحليل المهني للبرنامج التدريبي و المنهاج للوحدة التدريبية:
م. نبيل لبادة م. ماهر حوارث أ. خالد سدر
التوجيه والإشراف على الإعداد والتأليف: أوبتموم للإستشارات والتدريب:
م. بسام صالح م. رندة هلال

ممثلي القطاع الخاص الذين شاركوا بورشة مراجعة التحليل المهني و بتعبئة الاستمارة

| الرقم | الاسم | المكان | الشركة |
|---|---|---|---|
| 1 | يعقوب سدر | الخليل | شركة سدر للتكييف و التبريد |
| 2 | عبد الكريم الاطرش | الخليل | نيروخ للتكييف و التبريد |
| 3 | هلال الشرباتي | الخليل | المهندس للتكييف و التبريد |
| 4 | صبحي حميدات | رام الله | شركة صبحي حميدات |
| 5 | جورج مغنم | رام الله | شركة كلايمتك |
| 6 | عامر النجار | رام الله | شركة باكو |
| 7 | هيثم مدين | رام الله | شركة كلايمتك |
| 8 | جهاد عاشور | نابلس | شركة المخفية للتكييف |
| 9 | نظيم حمادنة | رام الله | شركة الخدمات الفنية الهندسية |
| 10 | محمد العاروري | رام الله | شركة العاروري |
| 11 | سامر هواي | رام الله | شركة سمارتكس |
| 12 | شادي سلامة | رام الله | شركة سمارتكس |

التحرير اللغوي: محمد الطل
الطبعة الأولى: آب 2011
جميع الحقوق محفوظة لرابطة التعليم والتدريب المهني غير الحكومية
رام الله – فلسطين

مقدمة
من اجل ربط التعليم و التدريب المهني والتقني بمتطلبات المهنة وسوق العمل الحالية و المستقبلية، لتتمكن مؤسسات التعليم والتدريب المهني والتقني من أداء رسالتها التعليمية والتنموية، اتجهت رابطة التعليم والتدريب المهني غير الحكومية نحو استخدام الوحدات التدريبية المتكاملة في التدريب، وذلك لإكساب المتدربين المهارات العملية التي تواكب التطور و تلاؤم احتياجات سوق العمل واحتياجات التنمية، ولإكسابهم المعلومات النظرية و التكنولوجية اللازمة لها، مما يتيح الفرصة لموائمة احتياجات سوق العمل وللتكيف مع المتغيرات المهنية التي تطرأ على ميدان العمل المهني، كما يتيح الفرصة للمتدرب التعلم والتدرب الذاتي والتقدم فيه حسب قدراته .

وقد قام بإعداد التحليل للبرنامج التدريبي لجنة متخصصين مهنيين بإشراف خبراء أوبتموهم للاستشارات والتدريب وبدعم من مؤسسة إنقاذ الطفل وبتمويل من الوكالة الأمريكية للتنمية لصالح رابطة التعليم والتدريب المهني غير الحكومية. وقد شارك سوق العمل بمراجعة تحليل البرنامج التدريبي وطرح احتياجاته الحالية و المستقبلية للمهارات اللازمة للمهنيين المدربين في المهنة.

مخرجات التعلم:
تختص هذه الوحدة بمهمة " **صيانة عناصر وحدات التكييف المركزي** " بهدف إكساب المتدرب/ة المهارات الأدائية والنظرية والاتجاهية المتعلقة بصيانة عناصر وحدات التكييف المركزي.

أهداف التعلم:
بعد دراستك الوحدة التدريبية وتنفيذ بطاقات التمارين والأنشطة، من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:
1- صيانة وحدات مناولة الهواء
2- صيانة مرطبات الهواء
3- صيانة نظام التسخين
4- صيانة وحدات تنقية ومعالجة الهواء

# صيانة عناصر وحدات التكييف المركزي

## 1- العدد والأدوات اللازمة للصيانة

### 1-1 أهداف الصيانة

تُعرف الصيانة بأنها مجموعة من الفحوصات والإجراءات اللازمة التي تتم خلال فترة زمنية معينة من أجل ضمان عمل المعدات والتجهيزات بأعلى كفاءة

ومن أهدافها :

1- السلامة المهنية للعاملين والمعدات خلال أوقات التوقف والتشغيل حيث أن الصيانة المثالية تؤدي إلى التشغيل الآمن
2- التشغيل الاقتصادي للمعدات والذي يعني فيما يعنيه الاقتصاد في استهلاك الطاقة
3- الاقتصاد في تكاليف قطع الغيار
4- الاقتصاد في تكاليف عملية الإصلاح

### 1-2 تصنيف عمليات الصيانة

**أ- الصيانة الدورية periodical maintenance**

تتم عملية الصيانة ضمن فترات معينة ومجدولة حسب برنامج زمني يتم إعداده تبعاً لنوع المعدات وَنُظم تشغيلها وحسب توصيات الشركة المصنعة ويقسم هذا النوع من الصيانة إلى عدة أقسام سواءً حسب المدة - أسبوعي وشهري وفصلي وسنوي- أو حسب ساعات التشغيل

**ب- الصيانة الوقائية preventive maintenance**

هذا النوع من الصيانة يتم عند حصول خللٍ معينٍ أو التوقع بحصول الخلل بسبب إطلاق المعدات لأصوات غريبة أو رؤية ما هو غير مألوف أو إطلاق روائح مختلفة أو ملاحظة أي شيء غير طبيعي عندئذ يتم عمل الكشوفات اللازمة للمعدات وتغيير بعض القطع المتوقع تلفها

**الصيانة الطارئة emergency maintenance**

هي أقرب منها لأعمال الإصلاح من أعمال الصيانة ويضطر إليها القائم بالصيانة عندما ينخفض أداء الوحدة أو تتعطل بعض أجزائها وتعتمد هذه الصيانة على نوع العطل وبالتالي تتعدد الإجراءات بها

**ج- الصيانة التي تعتمد على الحالة conditioned –based maintenance**

ويتم هنا فحص حالة العناصر وبناءاً عليه يتم اتخاذ القرار المناسب لخطوات الصيانة والإصلاح ومثال ذلك عند القيام بفحص حموضة الزيت في ضاغط التبريد فإن ارتفاع مستوى الحموضة يشير إلى خلل معين حاصل وتوقع خلل آخرَ مستقبلاً وكذلك عند فحص درجة صلابة المياه مما يساعد على خفض تكاليف الصيانة

وتجدر الإشارة إلى انه يجب الاستغناء عن الأجهزة التي تتجاوز مرحلة الصيانة الاقتصادية أي انه يجب دراسة الجدوى الاقتصادية لعملية الصيانة في كل مرحلة من المراحل واتخاذ القرار بشأنها

### 1-3 برامج الصيانة maintenance programes

هو خطة زمنية يقوم بوضعها المهندس (مدير) الصيانة مع الأخذ بعين الإعتبار تعليمات الشركة المنتجة لبيان الجدول الزمني لإوقات واعمال الصيانة الواجب القيام بها

وعند تعدد الوحدات بالموقع الواحد يجب عندئذ تحديد تتابع إجراءات الصيانة لها في جدول معين الجدول رقم ( 1 ) يبين نموذجاً لذلك

جدول ( 1 ): نموذج إجراءات الصيانة في حال تعدد الوحدات في الموقع

| نوع الأجهزة | الأشهر في السنة | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| مكيفات منفصلة 1-5 | * | | | * | | | * | | | * | | |
| مكيفات منفصلة 6 - 10 | | * | | | * | | | * | | | * | |
| مبرد المياه 1- 4 | * | | | * | | | * | | | * | | |
| مبرد المياه 5-10 | | * | | | * | | | * | | | * | |
| وحدة مناولة الهواء للمسجد | * | | | | | | * | | | | | |
| وحدات مناولة الهواء بالورش | | | * | | | | | | * | | | |

كما أن هناك جدولٌ آخر يحدد الأعمال المطلوبة للوحدات في فترات معينة ويمثل الجدول ( 2 ) نموذجاً للأعمال المطلوبة صيانتها للوحدات والمقترح من إحدى الشركات

جدول (2): الأعمال المطلوبة للوحدات في فترات معينة

| الرقم | الوصف | شهريا | 3 شهور | 6 شهور | سنويا |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | مراجعة وتسجيل درجة حرارة الغرفة | * | * | * | * |
| 2 | تنظيف مرشحات الهواء أو تغييرها | * | * | * | * |
| 3 | مراجعة فرق الجهد والتيار للضاغط والمروحة | * | * | * | * |
| 4 | مراجعة عزل الملفات لمحرك الضاغط | | | * | * |
| 5 | تنظيف المكثف | * | * | * | * |
| 6 | مراجعة التسرب وعلاجه | * | * | * | * |
| 7 | مراجعة وضبط حالة العناصر المساعدة | * | * | * | * |
| 8 | مراجعة أداء بلف التمدد وضبط التحميص | * | * | * | * |
| 9 | تزييت محركات المراوح عند الحاجة | | * | * | * |
| 10 | مراجعة حالة السيور وتغييرها عند الحاجة | | * | * | * |
| 11 | تنظيف كابينة التحكم | | * | * | * |
| 12 | مراجعة وضبط عناصر التحكم وتتابعها | | * | * | * |
| 13 | مراجعة وإعادة ربط الوصلات الكهربائية | | | * | * |
| 14 | تنظيف ملف التبريد ومراجعة المتكاثف وتصريفه | | | * | * |
| 15 | مراجعة نظام التدفئة إن وجد | | | | * |
| 16 | مراجعة حالة عزل الوحدة | | | | * |
| 17 | مراجعة وخفض الضوضاء والاهتزازات | * | * | * | * |

### 4-1 العدد اللازمة لإجراء الصيانة Maintenance Tools

نظراً لتعدد مكونات وحدات التبريد وتكييف الهواء واختلاف مكوناتها بين الميكانيكية والكهربائية وتنوع الوسائط المارة بها وأيضا بعض الإجراءات لذلك فإن هناك عدد معينة لتنفيذ الصيانة للوحدات (راجع العدد بالورشة) ومنها:

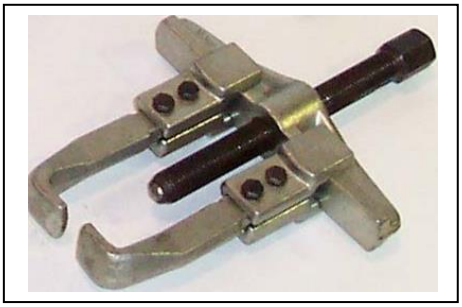
**أ- عدد ميكانيكية Mechanical Tools**

المفاتيح لربط وفك المسامير والصواميل، كما هو مبين في الشكل (1)، وتتضمن ما يلي:

- مفتاح عادي بمقاسات مختلفة وبوحدات المليمتر أو البوصة
- طقم لقم لربط وفك المسامير المتقاربة
- مفتاح مسدس (ألن) للمسامير الغاطسة
- مفتاح الرباط بالعزم لتحديد عزم الرباط torque wrench
- مفتاح بسوستة (لتغيير اتجاه الربط والفك)
- مفتاح يعاد ضبطه adjustable wrench
- المفكات: ومنها العادية والمربعة بأطوال وأحجام مختلفة
- المبارد بأنواعها المختلفة لإزالة الزيادات البسيطة غير المرغوب بها (مستطيل ومستدير ومثلث)
- مجموعة فك المسامير المكسورة: وبها يتم عمل ثقب مناسب بالمسمار واستخدام القلاووظ العكسي لفك المسمار
- مثقاب ومجموعة بنط
- مجموعة قلاووظ عكسية

شكل (1): مجموعة عدد يدوية

ويبين الشكل (2) وصلة فك العجلات puller وتستخدم لفكها.



شكل (2): وصلة فك العجلات

ويبين الشكل (3) مجموعة أدوات نقل الأبعاد.

شكل (3): مجموعة أدوات نقل الأبعاد

**ب- عدد وأجهزة كهربائية Electrical tools**

يبين الشكل (4)عدد التوصيلات الكهربائية وأجهزة قياس (فرق الجهد والتيار والمقاومة وعزل المحرك) سواء كانت ذات مؤشر أو الكترونية.

شكل (4): عدد وأجهزة كهربائية

ج- **عدد عمليات التبريد Refrigeration tools**

يبين الشكل (5)عدد عمليات التبريد، وتتضمن ما يلي:

- مجموعة الضغط للكشف عن التسرب Pressure set for leak detecting
- أسطوانة نيتروجين بالمنظم
- وصلات الشحن المركبة Test manifold
- وسائل الكشف عن التسرب
- لمبة الهاليد halide lamp للفريونات
- الكشاف الإلكتروني للفريونات
- شمعة الكبريت للأمونيا
- فقاعات الصابون

شكل ( 5 ): مجموعة الضغط للكشف عن التسرب

**د- مجموعة التوصيل والربط للمواسير Tubes connections**

يبين الشكل (6) مجموعة التوصيل والربط للمواسير، وتتضمن ما يلي:

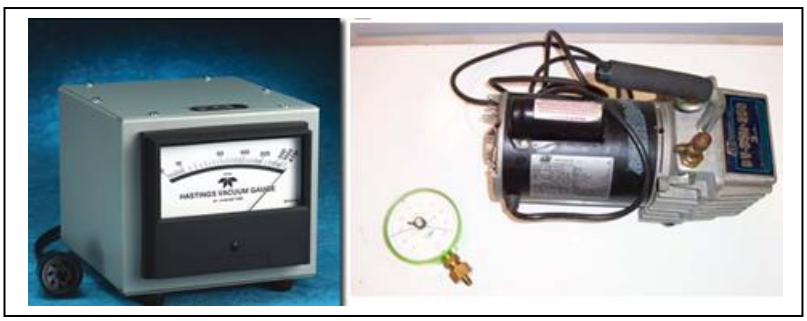
- عدة لحام الأكسي أستلين :أسطوانات ومنظمات ووصلات وفونيات
- مجموعة عمل الفلير والثني والتوسيع والقطع

شكل (6): مجموعة توصيل وربط المواسير

**هـ- مجموعة التفريغ وإزالة الرطوبة Vacuum and dehydration set**

يبين الشكل (7) مجموعة التفريغ وإزالة الرطوبة، وتتضمن ما يلي:

- مضخة التفريغ Vacuum pump
- مقياس خاص بالتفريغ Vacuum gauge
- الوصلات المركبة Test manifold

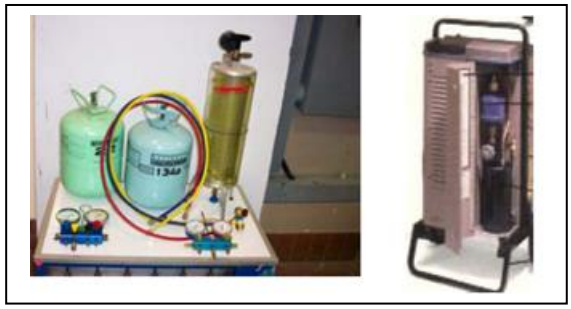


شكل (7): مضخة تفريغ ومقياس تفريغ

و- **مجموعة الشحن Charging set**

يبين الشكل (8) مجموعة الشحن، وتتضمن ما يلي:

- أسطوانات وسائط التبريد والوصلات
- أسطوانات شحن وسائط التبريد المدرجة
- وحدة استعادة وسيط التبريد

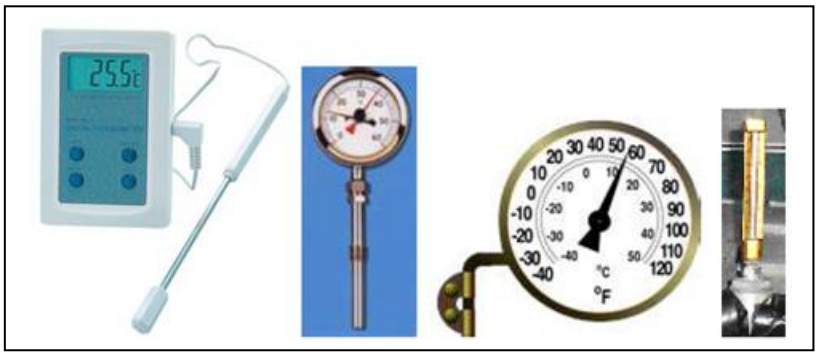


شكل (8): مجموعة الشحن

ز- **أجهزة القياس Measuring devices**

يبين الشكل (9) مجموعة من أجهزة القياس والتي تتضمن :

- درجة الحرارة (الجافة والرطبة) Dry and wet bulb temperatures
- ترمومترات (زئبقية أو ذات بصيلة أو رقمية)




شكل (9) أجهزة القياس

ويبين الشكل (10) وصلات الشحن المركبة Test manifold وجهاز المانوميتر.

شكل (10): وصلات شحن مركبة والمانوميتر

ويبين الشكل (11) جهاز قياس حموضة الماء وجهاز قياس سرعة الهواء

شكل (11): جهاز قياس حموضة الماء وجهاز قياس سرعة الهواء

**ح- عدد التنظيف Cleaning tools**

وتتضمن مضخة تنظيف الأنابيب الشعرية، شكل (12)، حيث يتم ضغط سائل وسيط التبريد (بديل R11) خلال الأنابيب الشعرية فيطرد القاذورات منها و ينظفها، وكذلك مضخة غسيل بالماء أو فرشاة أو مضخة هواء أو مادة مذيبة للترسبات أو محلول صابون أو صنفرة

شكل (12): جهاز تنظيف الأنبوبة الشعرية

**5-1 وسائل وأسس حماية القائم بالصيانة Protection rules and safety devices**

من أجل حماية القائم بالصيانة يجب عليه ارتداء الملابس الملائمة واستخدام المعدات اللازمة ومنها:

- ثوب قطعة واحدة لتسهيل العمل والحركة.
- حذاء خاص بالصيانة للتثبيت وعدم الانزلاق والحماية وعزل الجسم عن التوصيل الأرضي للتيار الكهربائي.
- القفازات لحماية اليدين عند تداول المعادن حادة الأطراف واللحام والمواد الكيميائية ومراجعة الدوائر الكهربائية.
- غطاء الرأس الواقي من الصدمات.
- النظارات الواقية أثناء الثقب واللحام والتفريغ

ويبين الشكل (13) عاملا يرتدي ثياب ومعدات الوقاية الشخصية أثناء قيامه بالعمل.

شكل (15): عاملا يرتدي ملابس ومعدات الوقاية الشخصية

ونظراً لتعامل القائم بالصيانة مع توصيلات كهربائية وضغوط عالية ودرجات حرارة عالية وأحيانا منخفضة جدا وموائع مختلفة (وسائط التبريد وماء وهواء وزيوت وشحوم) ومعدات ميكانيكية ومعدات كهربائية ، لذلك يجب مراعاة ما يلي:

- عدم استخدام اللهب المباشر أو السخان الكهربائي لتسخين أسطوانة وسيط التبريد أثناء الشحن، ولكن يستخدم ماءً دافئاً ولا يتعدى درجات الحرارة المدونة على الأسطوانة.
- عدم ملئ أسطوانة وسيط التبريد الصغيرة فهي غير معدة لذلك ، ولكن تستخدم الكبيرة المعدة فقط لإعادة الملئ.
- عدم العمل في جو خانق أو خافت الضوء، لذلك يجب التأكد من تهوية المكان ووجود الإنارة الكافية قبل العمل.
- عدم استخدام عدة صيانة رطبة, ولكن يجب المحافظة عليها نظيفة وجافة ومرتبة.
- عدم تجاوز ضغوط الاختبار لأي وحدة عند الكشف عن التسرب.
- عدم استخدام الأكسجين مطلقاً لضغط وحدة تبريد للكشف عن التسرب حتى لا يسبب انفجاراً للوحدة. ويستخدم فقط قليلاً من وسيط التبريد ثم الإكمال بالنيتروجين للضغط المطلوب.
- عدم استخدام أسطوانة النيتروجين بدون منظم مطلقا فضغطها يصل إلى 200 ضغط جوي
- عدم استنشاق الغازات الناتجة عن لحام سبيكة الفضة والتي بها نسبة من الكادميوم فتلك الغازات سامة.
- عدم استخدام اللهب المباشر للحام أو التسخين لوحدة لم يتم تفريغ وسيط التبريد منها تماماً حتى لا يزيد الضغط وتسبب انفجاراً.
- عدم استخدام الحواس لقياس أي شيء ولكن تستخدم أجهزة القياس.
- عدم طرد وسيط التبريد الزائد أو غير المرغوب فيه للجو حتى لا تسبب تلوثاً للهواء ومشاكل لطبقة الأوزون. ولكن يتم استخدام وحدة استعادة وسائط التبريد.

**2- إجراءات الصيانة**

**2-1 سِجل الأداء Log sheet**

هو مخطط يُسجل به قراءات أجهزة القياس بالوحدة أثناء التشغيل ويمكن وضعه بشركة الصيانة ويختلف حسب نوع الوحدة وسعتها. ويتم تسجيل القراءات والمعلومات التالية:

- درجات حرارة دخول وخروج الماء (الهواء) المبرد للمكثف condensing water air temperatures
- درجات حرارة دخول وخروج الماء (الهواء) المبرد من المبخر brine (water/air)
- درجات حرارة وضغط الطرد والسحب .cond./suction. Temp. and press
- قيم ضبط قواطع الفصل والوصل لوسائل الأمان hi-lo c.o.pressure
- درجات التحميص superheat
- درجات التبريد التحتي sub cooling
- زجاجة البيان حالة وسيط التبريد sight glass
- تغيير مرشح وسيط التبريد refrigerant filter changed
- كمية وسيط التبريد المضافة amount of refrigerant added
- نتيجة الكشف عن التسرب leak test
- حالة زيت الضاغط (درجة حرارة ومستوى ولون وكمية مضافة وتغيير)
- فرق الجهد والتيار وعزل ملفات المحرك voltage-amps-meager reading
- مراجعة بادئات الحركة starter check
- مراجعة مفتاح السريان flow switch check
- مراجعة تتابع التحكم check sequence controller
- مراجعة اللاتحميل check unloaders
- تنظيف أنابيب المكثف والمبخر brush cond. And evap. Tubes
- درجات حرارة الهواء قبل وبعد ملف التبريد بوحدة مناولة الهواء

**2-2 فحص الأداء Performance analysis**

بمراجعة السجل السابق لأداء الوحدة وتسجيل القراءات بالسجل الحالي وتحليل القراءات يمكن الحكم على أداء الوحدة. كمثال لذلك إذا كان ضغط الطرد عالياً ودرجة حرارة خروج المياه المبردة للمكثف أقل من اللازم دل ذلك على وجود ترسبات بالمواسير لانخفاض التبادل الحراري, وعليه يجب تنظيف المكثف.

**2-3 خرائط تشخيص الأعطال Troubleshooting charts**

تدون الشركات المنتجة لوحدات التبريد وتكييف الهواء خريطة لتشخيص الأعطال Troubleshooting charts ومرفق جزء منها Trouble analysis. ويلاحظ منها الظاهرة التي تحدث symptom والسبب المحتمل probable cause والإجراء الموصى باتخاذه recommended action. وتستخدم هذه الخريطة كمرشد للقائم بالصيانة.

وقد تمت ترجمة الصفين الأول والثاني المبين في الجدول (3) أدناه كعينة كما يلي:

جدول (3): تشخيص الأعطال

| الظاهرة | السبب المحتمل | الإجراء الموصي به |
|---|---|---|
| التشغيل والتوقف المستمر | تكرار فصل وتوصيل نقاط التلامس | إصلاح أو تغيير العنصر المسبب للعطل |
| وجود فرق كبير في درجة الحرارة قبل وبعد صمام السلونيد | تسرب بالصمام | إصلاح أو استبدال |

## 4-2 تتابع خطوات إجراء الصيانة Maintenance sequence

يمكن إيجاز تتابع خطوات إجراء الصيانة فيما يلي:

- تتبع حالة الوحدة من مخطط تسجيل أداء الوحدة السابق.
- الرجوع إلى كتيبات الشركات المنتجة ومطالعتها بدقة وتنفيذ متطلباتها.
- استخدام عِدةِ الصيانة المناسبة لكل إجراءٍ يتم القيام به.
- مراجعة أداء الوحدة وتسجيل القراءات الحالية.
- تحليل النتائج من السجل الحالي.
- الرجوع لخرائط تتبع الأعطال بكتيب التشغيل.
- تحديد الإجراء واتخاذ القرار بالتنفيذ حسب الأصول العلمية.
- إعلام صاحب الوحدة بما سيتم عمله وأخذ موافقته.

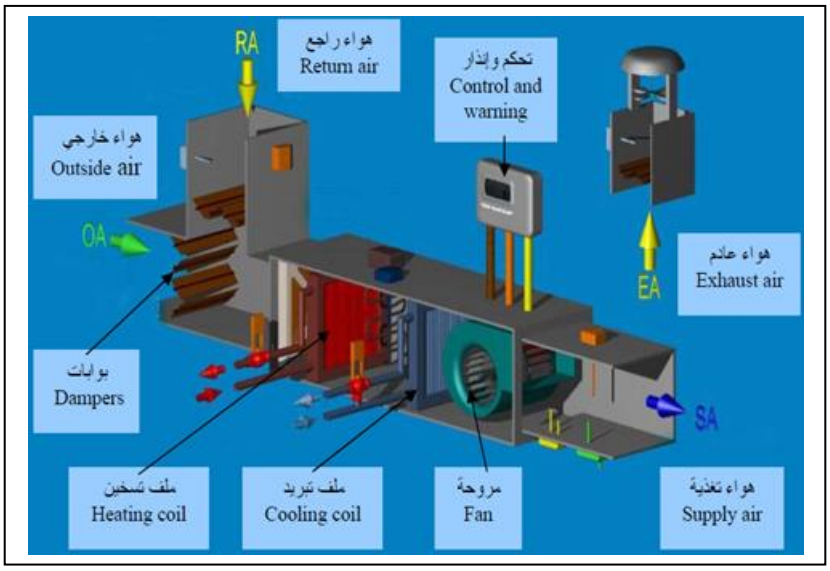
## 3- وحدات ماولة الهواء

### 3- 1 مكونات وحدات مناولة الهواء

تشمل وحدات مناولة الهواء عمليات خلط الهواء الراجع مع الهواء النقي الخارجي, تنقية الهواء, تبريده أو تسخينه, ترطيبه أو إزالة الرطوبة منه وتوزيعه وسط المكان المراد تكييفه.

- وحدات تسخين هواء كهربائية.
- وحدات ترطيب للهواء.
- وحدات تبريد بالتبخير الأديباتيكي.
- صناديق خلط مع بوابات تحكم في نسب الهواء الراجع والهواء الخارجي النقي.
- مرشحات بمختلف أنواعها ويمكن أن تكون من النوع البسيط أو الالكترونية
- قنوات تمرير جانبي للهواء مع بوابات للتحكم في نسبة التمرير.
- مروحة طرد مركزية لدفع الهواء عبر شبكة قنوات التوزيع.
- أجهزة القياسات والتحكم.

ويبين الشكل (16) وحدة مناولة الهواء.




شكل ( 17 ) وحدة مناولة هواء نموذجية

**2-3 تشغيل وحدات مناولة الهواء:**
قبل تشغيل وحدات مناولة الهواء التي لم تستعمل لفترة طويلة يجب القيام بصيانتها للتأكد من عدم وجود أية مشاكل ناتجة بشكل خاص بسبب الصدأ والتسرب. بعد ذلك يجب التأكد من عمل وحدات التبريد والتسخين المرتبطة بها ثم يتم التشغيل حيث تتولى دورة التحكم تشغيل المقاطع حسب الحاجة.
أما بالنسبة للوحات الجديدة التي يقع تشغيلها لأول مرة, فبعد الإنتهاء من عملية التركيب واتخاذ إجراءات الأمن والسلامة, يتم تشغيل الوحدة وتجربتها للتأكد من مطابقتها للمواصفات المطلوبة.

**3-3 صيانة مسالك الهواء والبوابات وصندوق الخلط**
تعمل مسالك الهواء والبوابات على تجديد الهواء للمحافظة على نسبة الأوكسجين وتقليل نسبة ثاني أكسيد الكربون وتقليل تلوث الهواء مع الحصول على أفضل حالات المزج لتوفير الطاقة. إن عدم صيانتها قد يؤدي إلى عدم تحقيق ذلك.

**4-3 صيانة مرشحات الهواء Air filters main**
يعمل المرشح على تنقية الهواء بتجميع الشوائب به وإذا زاد اتساخه يقلل من كفاءة أداء الوحدة وإهداراً للطاقة. تبعا لنوع المرشح يتم إجراء الصيانة له وعموما راجع تعليمات الصانع لتحديد إمكانية الصيانة ومدة إجراءها.

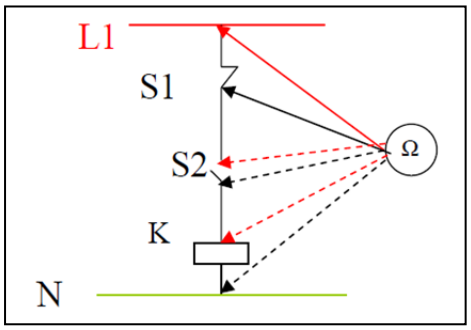
**5-3 صيانة المرطب Humidifier main**
يعمل المرطب على زيادة رطوبة الهواء بالمناطق الجافة صيفاً برش الماء والمناطق الباردة شتاءاً برش الماء أو بخار الماء لتحقيق الراحة الحرارية وعدم صيانة المرطب تقلل من كفاءته وعدم تحقيق الراحة الحرارية

**4- صيانة نظام التحكم في وحدة مناولة الهواء**
تتمثل أعطال وحدات التبريد وتكييف الهواء عموماً في الدوائر الكهربائية ودورة التبريد وسريان المياه وانسياب الهواء. ويعتمد ذلك على مكونات الوحدة، كما تتشابك هذه المكونات كثيراً عند حدوث العطل. لذلك يجب تشخيص الأعطال بالتتابع: دوائر كهربائية فدورة التبريد فسريان الماء فانسياب الهواء ثم تداخلها

**1-4 تشخيص أعطال الدوائر الكهربائية والالكترونية**
لتنفيذ صيانة وإصلاح الوحدة يجب أن يقرأ القائم بالصيانة مخططات دوائر التحكم والقدرة للوحدة ويفهم تتابع خطوات التحكم وتتبع مسار التيار (مراجعة وحدتي أساسيات التحكم وأنظمة التحكم في التبريد وتكييف الهواء). وتستلزم بعض الدوائر وقتا لفهمها وتتبعها قبل البدء في التعامل معها. وتوجد هذه الدوائر عادة بكابينة مكونات التحكم بالوحدة. أيضا توجد الدوائر بكتيبات الشركات المنتجة مع بعض التوجيهات بها. وبعض دوائر التحكم بها لمبات بيان الأعطال بعبارات موجزة وبعض التوجيهات لعلاجه.
ويجب تتبع سريان التيار الكهربائي بدائرة التحكم بطريقتين:
قياس المقاومات بجهاز Ohmmeter أو قياس فرق الجهد بجهاز Voltmeter.

**أ- الطريقة الأولى**
يجب فصل التيار الكهربائي عن الوحدة ثم تقاس مقاومة الوصلات أو المفاتيح أو الأحمال ويحدد الاتصال بينها بالتتابع من عدمه بجهاز قياس المقاومة (Ohmmeter)، كما هو مبين في الشكل (18). ويجب ملاحظة فصل أحد الأطراف للعنصر المقاس لضمان عدم التوصيل الجانبي. وفي حالة توصيل المفتاح كمثال ستكون قراءة الجهاز صفراً، وفي حالة فصله ستكون القراءة مالا نهاية وفي حالة الملف

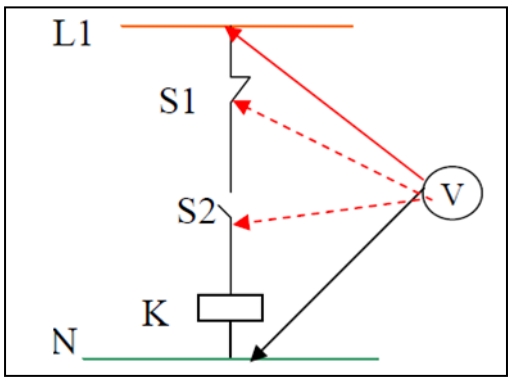
المغناطيسي للمرحل ستكون القراءة قيمة معينة. كما يجب الأخذ بالاعتبار وضع المفاتيح عادةً مفتوحة (NO) أو مغلقة (NC) والمؤقتات وفترات توصيل نقاطها.




شكل (18): استخدام جهاز قياس المقاومة لتحديد أعطال الدائرة الكهربائية

**ب- الطريقة الثانية**

يجب توصيل الوحدة كهربائياً ثم يقاس فرق الجهد بين الوصلات أو المفاتيح أو الأحمال الكهربائية لتحديد اتصالها أو فصلها بجهاز، كما هو مبين في الشكل (19). ويتم القفز بين مكونات الدائرة الكهربائية بالتوالي. ويبدأ بقياس فرق الجهد بين L1 و N ثم تنقل وصلة جهاز قياس فرق الجهد من L1 إلى المكون الأول بينما تظل وصلة الجهاز الأخرى عند (N). فإذا كان هذا المكون موصولاً ستكون قراءة فرق الجهد للجهاز هي نفسها السابقة, أما إذا كان مفصولاً فسوف تتلاشى القراءة وهكذا. وملاحظة القفز بطرف واحد الخاص ب N.




شكل (19): تحديد أعطال الدائرة الكهربائية باستخدام جهاز قياس فرق الجهد

وملاحظة أنه بعد الحمل الكهربائي سيستهلك فرق الجهد. ولذلك في حالة مراجعة الملفات للمرحلات والمحركات يتم مراجعة مقاومتها تبعاً للتصميم. أيضا ملاحظة أن بعض الفواصل تحتاج إعادة توصيل يدوي أو ذاتي (Reset).

وأعطال الدوائر الكهربائية والإلكترونية تنتج من المصدر الكهربائي أو التوصيلات أو المفاتيح أو الأحمال الكهربائية. في بعض الأحيان لا يعني فصل أحد المكونات عطلا بالدائرة بل على العكس يعني انتظام أداء الوحدة كمثال فصل ترموستات التشغيل يعني وصول درجة الحرارة للدرجة المطلوبة أيضا المؤقت يعني عدم وصول الوقت بعد وكذلك وسائل التشغيل الأخرى وفي كثير من الأحيان يدل فصل احد مكونات الدائرة الكهربائية على عطل آخر للوحدة غير المكونات الكهربائية كفاصل الضغط العالي الذي يمثل ارتفاع الضغط بوحدة التبريد ولإعادة توصيله يجب علاج سبب زيادة الضغط أولاً ( سوء أداء المكثف ) وكذلك الأمر بالنسبة إلى وسائل الأمان الأخرى.

## 5- أبراج التبريد والمكثفات التبخيرية

من المعلوم أن كل الحرارة المكتسبة بواسطة منظومات التبريد والتكييف يتم طردها عن طريق المكثف. ويمكن أن يتم تبريد المكثف عن طريق الهواء أو الماء أو التبخير لجزء من الماء.

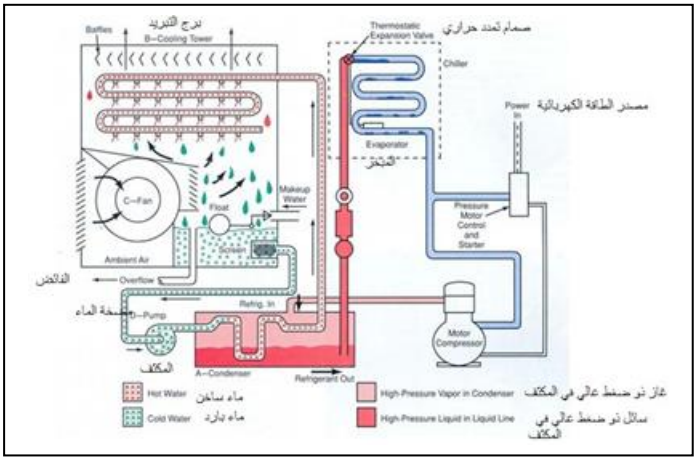
ورغم أن استعمال الهواء لتبريد المكثفات شائع الاستعمال لبساطته إلا أن ارتفاع درجة حرارة الهواء الخارجي يجعل ضغط التكثيف مرتفعاً وبالتالي يؤثر سلبا على كفاءة وحدة التبريد. لتحسين الأداء وخاصة في الوحدات الكبيرة يصبح استعمال الماء أو تبخير جزء من الماء لتبريد المكثف اختيار اقتصادي رغم ما ينجر على ذلك من تكاليفٍ إضافية ومشاكل صيانة, في المناطق التي يتعذر فيها توفر الماء أو يكون محملا بكميات هائلة من الأملاح والمعادن تجعله غير صالح للاستعمال يتم اللجوء إلى أبراج التبريد لطرد الحرارة من الماء وإعادة استعماله لتبريد المكثف.

### 5-1 أنواع ومكونات أبراج التبريد

تستعمل هذه الأبراج لتبريد الماء وتعتمد في ذلك على تبخير جزء من الماء وسط الهواء الخارجي، كما هو مبين في الشكل (20). هناك تصميمات مختلفة لأبراج التبريد, كلها تسعى لخلق التلامس الأوسع والأمثل بين الماء والهواء لتسهيل التبخير وبالتالي لعمل أفضل ولأداء أحسن.

يمكن أن تكون أبراج التبريد مصدراً للضجيج وللرطوبة وينصح بوضعها بعيداً عن الأماكن الحساسة لذلك مثل المكاتب والمطاعم وغيرها. تتأثر أبراج التبريد بالعوامل التالية:

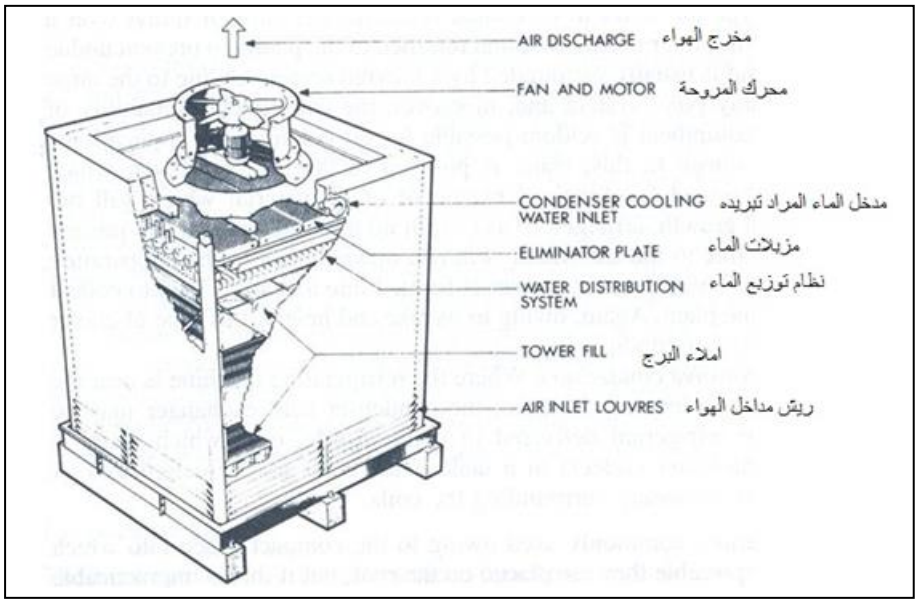
- الحمل الحراري للبرج
- درجة الحرارة الرطبة للهواء الخارجي
- نوعية المياه وكمية الأملاح والمعادن بها
- ظروف تصميم البرج
- مستوى الرطوبة المسموح حول البرج




شكل (21): برج تبريد

تتكون كل أبراج التبريد من غلاف يحتوي عل حشو من مواد مختلفة. يضخ الماء الساخن الذي تم استعماله لتبريد المكثف إلى أعلى البرج حيث يتم توزيعه أو رشه على الحشو ينزل الماء تحت تأثير الجاذبية عبر الحشو حيث يتلامس مع الهواء الخارجي وحيث يتبخر جزء من الماء وسط الهواء غير المشبع. عملية التبخير تلك تسحب كمية من الحرارة من الماء مما يؤدي إلى تبريده. ينزل الماء المبرد إلى أسفل البرج حيث يضخ مرة أخرى إلى المكثف. ويعمل الهواء على سحب بخار الماء خارج البرج.
حركة الهواء عبر البرج يمكن أن تكون طبيعية أو بدفع ميكانيكي. أما الطريقة الطبيعية فهي سريعة التأثر بسرعة الرياح ويكون أداؤها ضعيفاً مما يجعل حجمها أكبر. وأما الدفع الميكانيكي بالمراوح فهو يؤمن سرعة هواء أكبر وثابتة عبر البرج وهذا يدعم عملية التبخير ويؤدي إلى تبريد أفضل وحجم أصغر للبرج ويجعله شائع أكثر.
الماء المتبخر يتم تعويضه من خلال خط تعويض يتحكم فيه صمام بعوامة. في أعلى البرج تثبت لوحات لإيقاف قطرات الماء التي قد يحملها تيار الهواء Drift eliminator.
حسب مكان تثبيت المراوح واتجاه سريان الهواء يمكن تصنيف أبراج التبريد ذات الدفع الميكانيكي للهواء إلى الأنواع الثلاثة التالية:

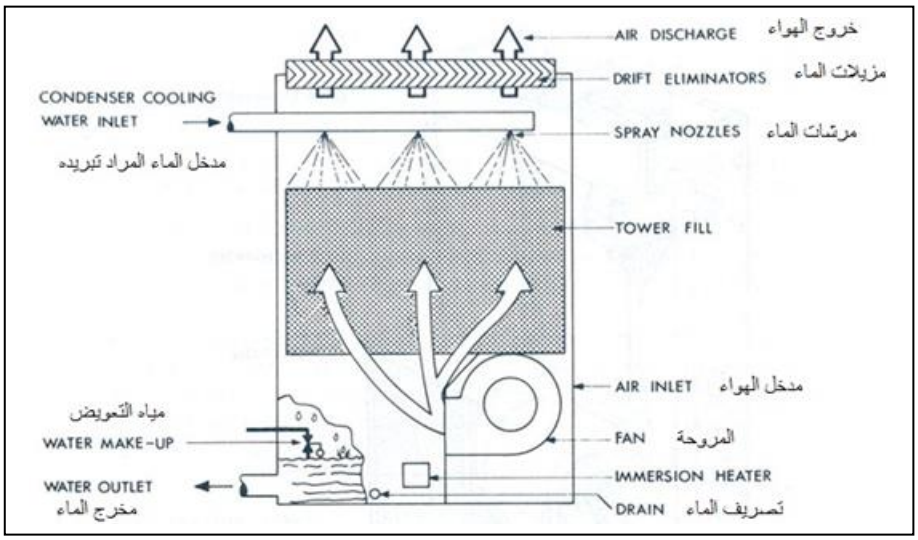
**أ- برج تبريد ذو سحب تأثيري (Induced draught cooling tower)**
يبين الشكل (22) برج تبريد ذو سحب تأثيري، ويتكون من غلاف طويل له مروحة عند قمة الغلاف ومعبئ بإحدى مواد الحشو. فائدة هذه المواد توفير مساحة سطح كبيرة مبللة تسمح بحدوث التبخير، وهناك حشو مختلفة يمكن استعمالها لهذا الغرض تتراوح بين شرائح الخشب إلى البلاستيك.
أداء أبراج التبريد لا يعتمد على مادة الحشو لكن يعتمد على طريقة وضعها وعلى انتظامها وفاعليتها في توزيع الماء. ويلاحظ أن الحصول على سرعة هواء ثابتة خلال الحشو هام جدا للحصول على أداء جيد للبرج، حيث أن الضغط داخل البرج أقل من خارجه فإن احتمال تسرب الهواء الرطب من خلال الجدران غير وارد وبالتالي لا تتعرض المنطقة المجاورة إلى رطوبة عالية تؤثر على الصحة العامة. ميزة أخرى لهذا النوع من الأبراج هي أن تيار الهواء الرطب يتم دفعه من أعلى البرج عند سرعة عالية ومع تأثير الرياح تقل خطورة دخول ذلك التيار أي منطقة قريبة.
من عيوب هذا النوع وجود المروحة في تيار الهواء الرطب الذي يغادر البرج وبذلك تتعرض للصدأ ويمكن تقليل هذا التأثير باستخدام وسائل الحماية من الصدأ.



شكل ( 22 ): برج تبريد ذو سحب تأثيري

**ب- برج تبريد ذو سحب جبري (Forced draught cooling tower):**

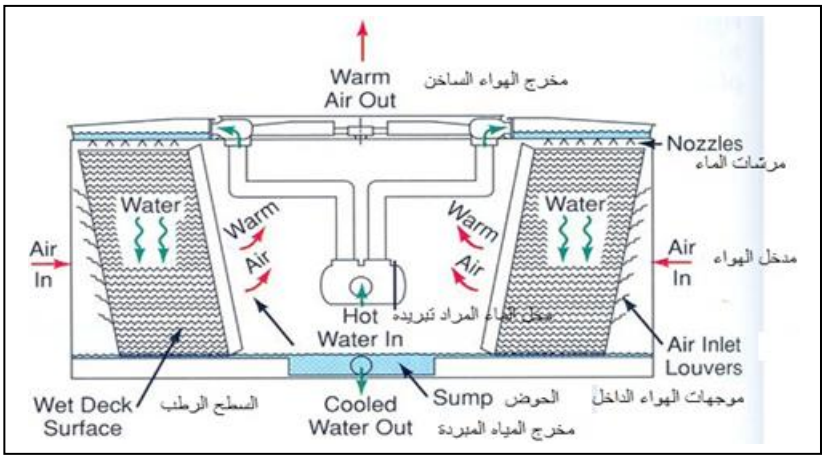
في هذا النوع من الأبراج يتم دفع الهواء جبرياً خلال البرج، الشكل (23). الضغط وسط البرج أعلى من خارجه وبالتالي يمكن حدوث تسرب للهواء الرطب من خلال جدران البرج. لهذا فإن هذا النوع من الأبراج يفضل عدم استخدامه بالمناطق التي بها قيود تسبب المحافظة على الصحة العامة.




شكل (23): برج تبريد ذو سحب جبري

**ج- برج التبريد ذو السحب المتعامد (Cross draught cooling tower)**

هذا النوع من الأبراج يتميز بانخفاض ارتفاع شكله الخارجي وهو في الحقيقة خليط من السحب التأثيري والسحب المتعامد ولكن يسمى بالسحب المتعامد، الشكل (24). يتم صناعة غلاف البرج من المعدن أو الألياف الزجاجية أو الخشب أو الخرسانة أو بعض هذه المواد مجتمعة.

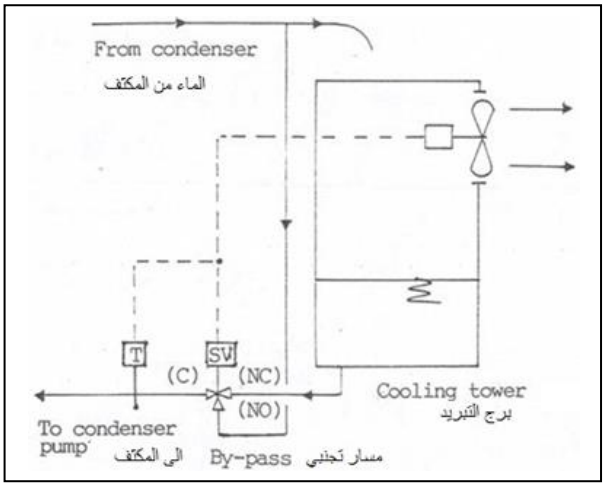



شكل (24 ): برج تبريد ذو سحب متعامد

**2-5 التحكم في أبراج التبريد**

عندما يستعمل برج التبريد مع مكثف مائي، الشكل (25), يمكن التحكم في ضغط التكثيف بالتحكم في معدل سريان مياه التكثيف أو بالتحكم في درجة حرارتها. ويتم التحكم في درجة الحرارة عن طريق مزج المياه الراجعة من المكثف مع مياه التغذية بواسطة صمام مغناطيسي يتحكم في نسبة التمرير الجانبي للماء.

أما في فصل الشتاء فيمكن التحكم في أداء برج التبريد عن طريق ترموستات يتحكم في سرعة المروحة التي يمكن أن تكون متعددة السرعة.



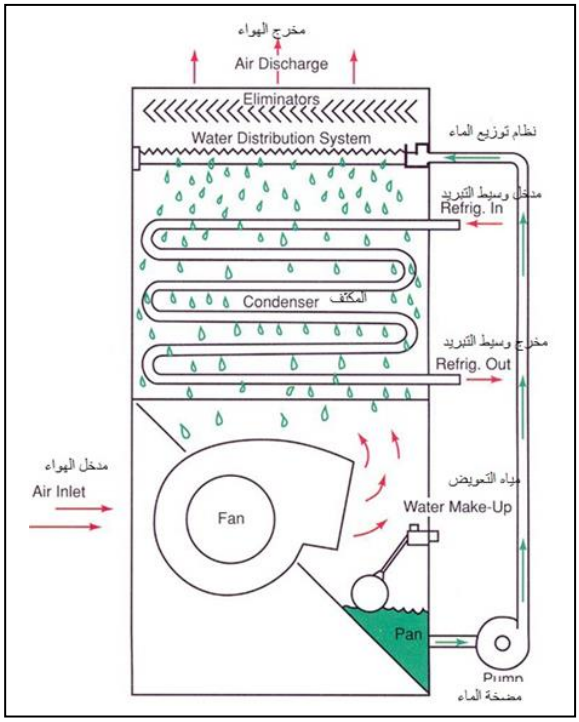

شكل (25): رسما تخطيطيا للتحكم ببرج تبريد

## 6- المكثف التبخيري

### 6-1 مبدأ العمل

تعتمد سعة المكثف التبخيري على درجة حرارة الهواء الرطبة بدلاً من درجة الحرارة الجافة كما هو الحال في المكثف المبرد بالهواء.

المكثف التبخيري، الشكل (26) عبارة عن برج تبريد ومكثف مجموعان معاً في نفس الوحدة حيث يعوض حشو البرج بزعانف ومواسير المكثف التي تحمل غاز التبريد المراد تكثيفه. يقع ضخ الماء إلى أعلى الوحدة حيث يتم توزيعه أو رشه عبر أبواق على السطح الخارجي للمكثف. بينما يسيل الماء إلى أسفل الوحدة, يدفع الهواء بواسطة مروحة عبر المكثف المبلل حيث يتبخر جزء من الماء وسط الهواء غير المتشبع. عملية التبخير تلك تسحب كمية إضافية من الحرارة مما يؤدي إلى تبريد أفضل لمائع التبريد. الماء المتبقي ينزل إلى أسفل البرج حيث يتم ضخه من جديد ويعوض الماء المتبخر من خلال صمام بعوامة.




شكل (26): مكثف تبخيري

نحتاج إلى شبكة مواسير لتوصيل برج التبريد إلى المكثف المبرد بالماء ، فإنه في حالة المكثفات التبخيرية ليس هناك داعٍ لمثل هذه الشبكة من الأنابيب حيث إن المكثف التبخيري يكون قريباً جداً من وحدة التبريد.

وفي هذا النوع من المكثفات نحتاج إلى كمية من الماء تكفي فقط لبقاء سطح ملف المكثف مبللاً. تبادل الحرارة يتم على صورة تبادل حرارة كامنة ولذلك فإن معدل ضخ الماء يكون قليلاً إذا ما قورن بحالة المكثف المبرد بالماء مع برج تبريده حيث يتم نقل الحرارة من المكثف على صورة حرارة محسوسة.

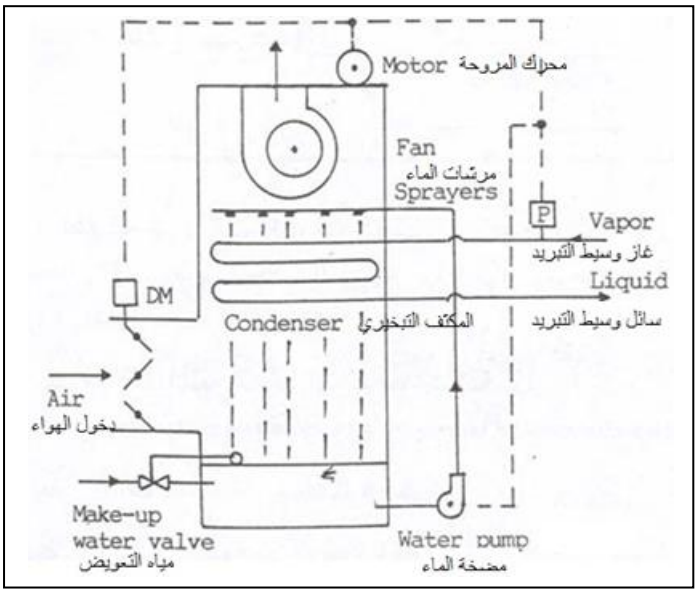
بناءاً على ذلك فإن المكثفات التبخيرية رخيصة الثمن ومحدودة الحجم, لكن لا تخلو من بعض العيوب وأهمها:

- تفتقر إلى المرونة
- مشكلة عدم رجوع الزيت إلى الضاغط
- ضرورة قرب المكثف التبخيري من الضاغط على العكس من برج التبريد وذلك توفيراً لكمية مركب التبريد ومنعاً من ترسبه في خطوط الأنابيب الطويلة.
- تَكْوّن قشور من الأملاح على ملف المكثف وخاصة عندما تكون درجة حرارة التكثيف مرتفعة.

### 2-6 التحكم في المكثف التبخيري

يتوقف أداء المكثفات التبخيرية، الشكل (27)، على درجة الحرارة الرطبة للهواء الخارجي. كما أن التشغيل مرتبط بدورة التبريد تشتغل المروحة كلما اشتغل الضاغط ويتواصل التبريد بالهواء فقط ما دامت درجة حرارة المكثف لم تتجاوز حوالي 27 درجة مئوية, بعد ذلك وتحت تأثير ترموستات تحكم تشتغل مضخة الماء. ويمكن التحكم في سرعة سريان الماء بواسطة ترموستات لهذا الغرض.

يتم التحكم في درجة حرارة التكثيف عن طريق تغير معدل سريان الهواء. عند زيادة ضغط التكثيف يعمل متحكم الضغط على فتح حانق الهواء مع تشغيل المروحة والعكس بالعكس.




شكل (27): رسما تخطيطيا لمكثف تبخيري

### 3-6 التشغيل والصيانة

توجد أربعة مشاكل رئيسة يجب مواجهتها في منشآت أبراج التبريد والمكثفات التبخيرية وهي:

- الصدأ
- تكون القشور
- نمو الفطريات والطحالب
- التجمد في المناطق الباردة شتاءا

وللحماية من الصدأ يجب أولاً صناعة أبراج التبريد من مواد مقاومة للصدأ, بالإضافة لذلك فانه لابد من العمل على منع زيادة تركيز الأملاح بالبرج نتيجة التبخير. يمكن تحقيق ذلك عن طريق عمل صرف للماء يثبت على الماسورة الموصلة للماء من أسفل إلى أعلى البرج مما يمكن من استعمال المضخة في عملية الصرف وجعلها أسرع. عملية الصرف تؤدي إلى حماية البرج من الصدأ كما أنها تقلل من تكون القشور الملحية على الأسطح التي تنتقل الحرارة من خلالها. معدل الصرف يعتمد على درجة تركيز الأملاح.

**بطاقة التمرين العملي رقم (1)**

اسم التمرين: صيانة وحدة مناولة الهواء

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- التعرف على وحدات مناولة الهواء وتحديد أنواعها ومكوناتها.
- التعرف على وظيفة كل جزء من الدائرة الكهربية للقدرة والتحكم.
- ربط خط تصريف المياه المكثفة والتأكد من سهولة انسياب المياه إلى نقطة الصرف.
- تشغيل الوحدة وتجريبها للتأكد من عمل الوحدة تحت ظروف التشغيل الطبيعية من درجات حرارة وضغوط وشدة التيار وذلك للحفاظ على الوحدة من تلف التشغيل غير العادي.
- استلام الوحدة بعد التأكد من سلامتها وصلاحيتها للعمل والأداء المطلوب حسب لوحة المواصفات وكراس الشروط.
- اختبار تشغيل الوحدة وملء نموذج الصيانة وتحليله لاستخدامه في عمل الصيانة وتشخيص الأعطال.
- تنفيذ الصيانة لمختلف مقاطع الوحدة كالمرشحات والمراوح وملفات التسخين وملفات التبريد وإزالة الرطوبة.

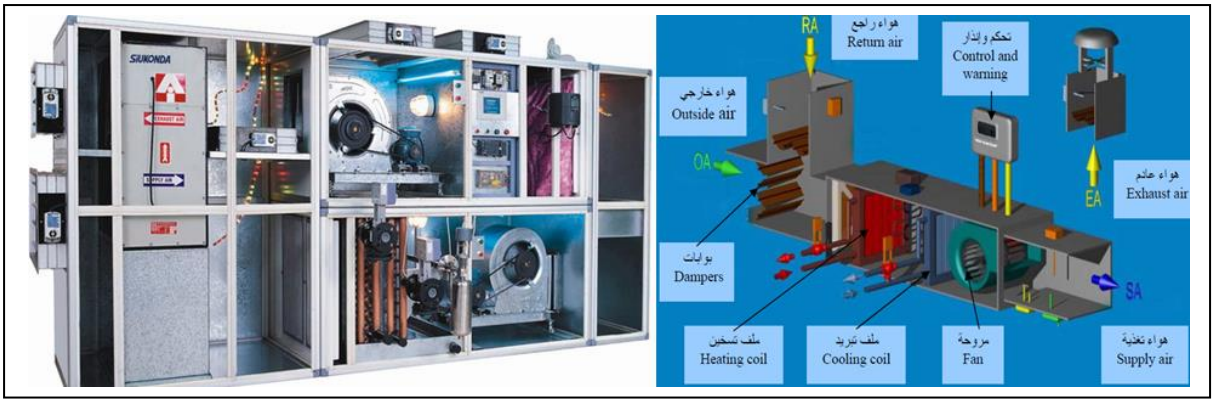
التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- وحدة مناولة هواء متكاملة
- ملابس السلامة.
- الأدلة الفنية للوحدة (كتالوجات الوحدة).
- جهاز قياس فرق الجهد وشدة التيار الكهربي.
- أطقم عدة.
- أجهزة قياس درجة الحرارة.
- جهاز شحن وسيط التبريد.
- صندوق عدة

خطوات تنفيذ التمرين

يبين الشكل (28) وحدة مناولة هواء نموذجية، ويتم صيانة وحدة مناولة الهواء بإتباع الخطوات التالية:

1- تشغيل الوحدة ومراقبتها وتسجيل القراءات اللازمة ومقارنتها مع بيانات الأدلة الفنية لإكتشاف مشاكل الوحدة
2- تنظيف المرشحات
3- تنظيف حوض وقنوات صرف الماء المكثف
4- تفقد المروحة والتأكد من تثبيتها الجيد ومن إستقامة العجلات وسلامة السير وشده الصحيح
5- تفقد الصمامات والتأكد من سلامتها وإستجابتها لأجهزة التحكم وعدم وجود مشاكل صدأ و/ أو تسرب
6- تفقد بوابات الهواء والتأكد من سلامتها وإستجابتها لأجهزة التحكم
7- تفقد وصيانة المضخات والتأكد من عدم وجود مشاكل صدأ ولا تسرب
8- تشحيم المراوح والمضخات وبوابات الهواء
9- تنظيف الملفات والأنابيب من القشور الناتجة عن تراكم الأملاح
10- تهوية المنظومة للتخلص من الهواء المضر بأداء الوحدة
11- التأكد من سلامة وعمل وحدة معالجة المياه




شكل (28): وحدة مناولة هواء نموذجية

ويتم إجراء أعمال الصيانة للعناصر التالية لوحدة مناولة الهواء:

1- الخلط والخوانق، حيث يتم تفقد ومراقبة: درجة حرارة ورطوبة الهواء الراجع، درجة حرارة ورطوبة الهواء الخارجي، درجة حرارة الهواء المخلوط ، الرطوبة النسبية للهواء المخلوط ، حالة الخوانق من حيث: النوع، المشوار والاستجابة لاشارة التحكم، وكذلك تنظيف صندوق الخلط.
2- مرشحات الهواء، حيث يتم تفقد ومراقبة حالة ونظافة المرشحات ووسائل الإدارة للأنواع الدوارة.
3- المرطب ببخار الماء، حيث يتم تفقد ومراقبة الرطوبة النسبية قبل وبعد المرطب، حالة السخان من حيث: التيار المسحوب/تيار التصميم، فرق الجهد، وسائل الحماية وتتابع التحكم، مستوى الماء، نظام التعويض، نظافة المرطب والأنواع الأخرى
4- ملف التبريد (cooling coil)، حيث يتم تفقد ومراقبة درجة حرارة الهواء قبل ملف التبريد وبعده، حساب الفرق بين درجة حرارة الماء والهواء الخارج من ملف التبريد، الرطوبة النسبية للهواء قبل وبعد ملف التبريد، درجة حرارة الماء الداخل والخارج لملف التبريد، ضغط الماء الداخل والخارج لملف التبريد، عدم تواجد هواء بالماء ثم رسم الإجراء على خريطة خواص الهواء الرطب المرفقة.
5- السخان الكهربي (Elec.Heater)، حيث يتم تفقد ومراقبة التيار المسحوب ومقارنته مع التصميم، تتابع التحكم، وسائل الأمان، عدم توهج السخان وحالة العوازل الكهربية.
6- مروحة الإمداد Supply Fan، حيث يتم تفقد ومراقبة التيار المسحوب ومقارنته مع التصميم، فرق الجهد، عزل الملفات للمحرك، حالة السيور وشدها، كراسي التحميل، التشحيم، الاتزان، الصوت وتوثيق الإجراءات التي تم القيام بها.

ويبين الجدول (4) جدول تشخيص الأعطال لوحدة مناولة هواء.

جدول (4): تشخيص أعطال وحدة مناولة الهواء

| الظاهرة/ العطل | الأسباب المحتملة | الفحص والإصلاح | ملاحظات |
|---|---|---|---|
| الوحدة لا تعمل | • القاطع الرئيسي الكهربائي فاصل<br>• المصهرات(الفيوزات) فصل<br>• يوجد ضعف في الاتصال في الأسلاك | • فحص جميع القواطع الكهربائية من المفتاح الرئيسي حتى مفتاح الوحدة<br>• فحص جميع المصهرات على الخط الرئيسي<br>• تغيير المعطل منها<br>• شد جميع البراغي الرابطة للأسلاك | • فحص جميع الأسلاك الكهربائية لوحدة التحكم والقدرة |
| الوحدة لا تعمل مع وجود إشارة, وجود الكهرباء | • الوحدة ليست في وضع تشغيل<br>• قفل كهربائي خارجي (من إشارة خارجية) تعطل التشغيل<br>• مفتاح قاطع الحماية فاصل<br>• ضعف توصيل في دوائر التحكم<br>• مفتاح الحماية لمروحة الإمداد فاصل | • تشغيل الوحدة وضع المفتاح على وضع التشغيل<br>• فحص جميع إشارة الحماية التي توقف التشغيل<br>• الضغط على كبسة إعادة التشغيل بعد الفحص وإصلاح العطل<br>• فحص جميع الوصلات وشد البراغي والتأكد من جودة التوصيل<br>• الضغط على كبسة إعادة التشغيل في قاطع الحماية وذلك بعد إصلاح العطل وإذا فصل القاطع مرة أخرى يتم فحص المحركات والقواطع المغناطيسية, وفصل أسلاك المحرك قبل فحصه كهربائيا | |
| يدور المحرك ولكن دون صوت للمروحة | • انقطاع في السيور الناقلة أو انفلاتها أو ارتخائها<br>• انفلات تعشيق فراشي المروحة عن العمل الحامل لها | • فحص السيور الناقلة للحركة بين المحرك وعمود المروحة<br>• شدها أو استبدالها | • استبدال طقم السيور معا لتكون بنفس الشد والعمر |
| سيلان الماء من جوانب جسم الوحدة | • عمق غير كافي في السيفون ,خط التصريف<br>• انسداد الفلتر يؤدي إلى فيضان الماء في حوض تجميع المياه المتكاثفة<br>• أداء الوحدة يمكن أن يكون أعلى من شروط التصحيح يؤدي ازدياد سرعة الهواء خلال ملف التبريد وازدياد كمية المياه المتكاثفة<br>• نظام الترطيب يعطي كمية زائدة عن التصميم يؤدي إلى زيادة في رطوبة الهواء | • فحص سيفون خط التصريف وإصلاح وضعه حسب الأصول<br>• تغيير الفلاتر وتنظيفها<br>• فحص أداء الوحدة وإعادة ضبط درجات الحرارة وتدفق الهواء<br>• فحص وإصلاح وضبط نظام الترطيب | • التأكد أنه لا يجب توصيل سيفونات التصريف على التوالي<br>• فحص بوابة دخول الهواء وإصلاح وضعه<br>• فحص وضع توصيل الوحدة مع نظام التحكم العام في البناء وضبط التشغيل بواسطة هذا النظام BMS |
| المحركات تعمل وتفصل على زيادة الحمل بشكل متكرر وتسحب تيار أعلى من اللازم | • خلل في تصميم النظام حيث مطلوب من المروحة وضع تدفق هواء أكثر من طاقتها | • فحص كمية الهواء المطلوب وتغيير محرك المروحة أو الفراشي أو نظام نقل الحركة حيث ما يلزم | |

**بطاقة التمرين العملي رقم (2)**

اسم التمرين: تشغيل وتقييم وحدة مناولة الهواء

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- تشغيل ومراقبة وتقييم وتحليل وتشخيص الأعطال لوحدة مناولة الهواء
- تشغيل ومراقبة وتقييم وتحليل وتشخيص الأعطال لكل جزء لوحده
- تسجيل وجدولة قيم درجات الحرارة للماء والهواء
- تسجيل وجدولة سرعة وتدفق الهواء
- تسجيل وجدولة القيم الكهربائية
- قراءة وفهم الأدلة الفنية لوحدة مناولة الهواء والاستعانة بها لتحديد الانحرافات

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- وحدة مناولة هواء متكاملة
- ملابس السلامة.
- الأدلة الفنية للوحدة (كتالوجات الوحدة).
- جهاز قياس فرق الجهد وشدة التيار الكهربي.
- أطقم عدة.
- أجهزة قياس درجة الحرارة.
- جهاز شحن وسيط التبريد.

خطوات تنفيذ التمرين:

دراسة خطوات التشغيل التي يجب إتباعها المبينة في أدلة التشغيل، واستنتاج البيانات الفنية التي يفترض أن تشغل عندها الوحدة والتي تتضمن ما يلي:

1- سرعة سريان الهواء
2- درجات حرارة الهواء الراجع الرطبة والجافة
3- درجات حرارة الهواء الخارجي الرطبة والجافة
4- درجات حرارة الهواء الرطبة والجافة خلال الوحدة (قبل وبعد كل مقطع)
5- درجة حرارة ماء التغذية المبرد (Chilled water supply)
6- درجة حرارة الماء المبرد الراجع (Chilled water return)
7- درجة حرارة ماء التغذية الساخن (Hot water supply)
8- درجة حرارة وضغط مائع التبريد في حالة التمدد المباشر
9- شدة التيار الكهربائي عند التشغيل وبعد الاستقرار للعناصر التي تعمل كهربائياً
10- معدلات سريان الهواء ومائع التبريد أو الماء المبرد وماء التسخين
11- بعد التأكد من توفر جميع إجراءات الأمن والسلامة اللازمة يتم تشغيل الوحدة
12- تفقد أولي وعام لأداء الوحدة, في حالة وجود أي ضجيج غير عادي يجب إيقاف الوحدة
13- تشغيل الوحدة حتى تصل إلى حالة الاستقرار
14- تسجيل القراءات للبيانات المذكورة أعلاه
15- دراسة القراءات والتأكد من مطابقتها لبيانات الأدلة الفنية والمطلوبة

**بطاقة التمرين العملي رقم (3)**

اسم التمرين: صيانة أبراج التبريد والمكثفات التبخيرية

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- التعرف على أنواع أبراج التبريد والتمييز بينها
- التعرف على الأجزاء الميكانيكية والكهربائية لأبراج التبريد
- الفحص الميكانيكي والكهربائي لأبراج التبريد
- قياس القيم الميكانيكية والكهربائية وجدولتها وتحليلها
- تشخيص الأعطال الميكانيكية والكهربائية
- إصلاح الأعطال الميكانيكية والكهربائية

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

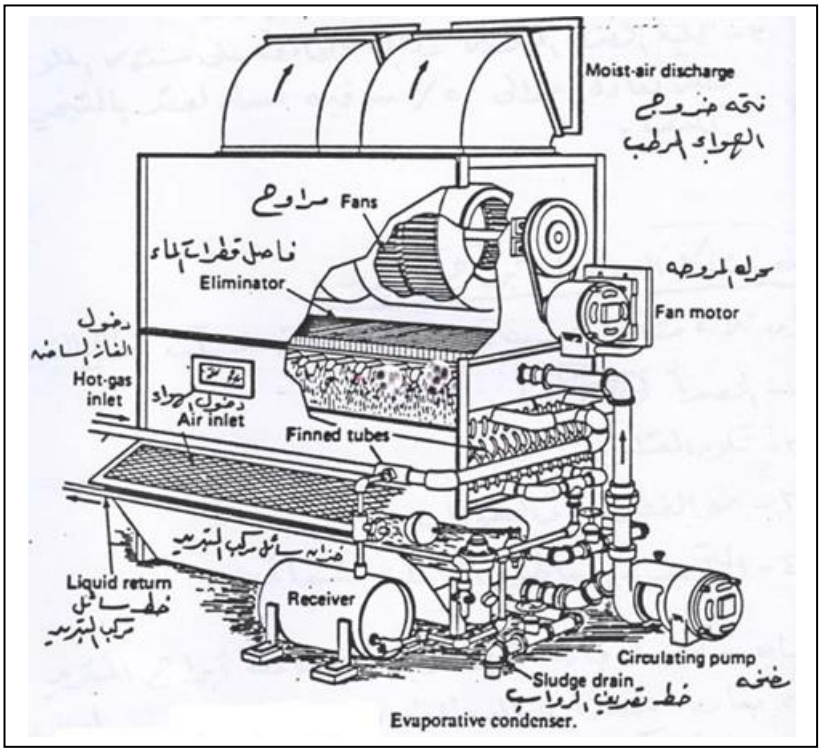
- برج تبريد تبخيري
- ملابس السلامة.
- الأدلة الفنية لبرج التبريد (كتالوجات الوحدة).
- جهاز قياس فرق الجهد وشدة التيار الكهربي.
- أطقم عدة.
- أجهزة قياس درجة الحرارة.

تشمل صيانة أبراج التبريد والمكثفات التبخيرية العمليات التالية:

1- تزييت المحاور للمراوح وشد سيور نقل الحركة
2- تنظيف سطح ملف التبريد (المكثف)
3- تنظيف حوض تخزين الماء
4- التأكد من عمل نظام معالجة المياه
5- إزالة القشور
6- مراقبة التآكل واستبدال الأسطح المتآكلة

يمكن تنفيذ هذا التمرين على أي برج متاح وكذلك من خلال القيام بزيارة ميدانية إلى بعض المؤسسات، ويبين الشكل (29) برج تبريد تبخيري، وتتضمن خطوات التنفيذ ما يلي:

1- تعرف أنواع الأبراج ومكوناتها ووظيفة كل منها
2- تعرف متطلبات التركيب وخطوات التشغيل ودائرة التحكم
3- إجراء اختبار التشغيل وملء نموذج الصيانة
4- إجراء الصيانة لبرج التبريد ومعرفة كيفية تنظيفه وإزالة القشور والترسبات والفطريات منه
5- ملاحظة نقط الصدأ ومعرفة كيفية معالجتها
6- تفقد وصيانة المضخات والمراوح وتشحيمها
7- القيام بزيارة ميدانية لوحدات ضخم




شكل (29): برج تبريد تبخيري

**بطاقة التمرين العملي رقم (4)**

اسم التمرين: صيانة مسالك الهواء والبوابات وصندوق الخلط وصيانة مرشحات الهواء وعناصر التسخين وأبراج التبريد

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- التعرف على أنواع أبراج التبريد والتمييز بينها
- التعرف على الأجزاء الميكانيكية والكهربائية وصيانة مسالك الهواء والبوابات وصندوق المزج
- فحص الميكانيكي والكهربائي وصيانة مسالك الهواء والبوابات وصندوق المزج
- قياس القيم الميكانيكية والكهربائية وجدولتها وتحليلها
- تشخيص الأعطال الميكانيكية والكهربائية للعناصر المذكورة
- إ صلاح الأعطال الميكانيكية والكهربائية للعناصر المذكورة

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- ملابس السلامة.
- الأدلة الفنية للوحدة (كتالوجات الوحدة).
- جهاز قياس فرق الجهد وشدة التيار الكهربي.
- أطقم عدة.
- أجهزة قياس درجة الحرارة.
- وحدة مناولة هواء تحتوي على صندوق مزج وخوانق أوتوماتيكية وأنواع مختلفة من مرشحات الهواء وعناصر التسخين
- أنواع مختلفة من أبراج التبريد

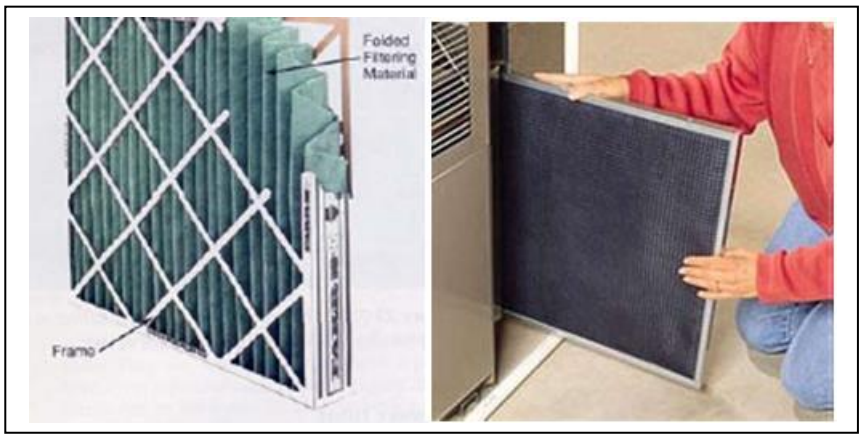
خطوات تنفيذ التمرين:

1- صيانة مسالك الهواء والبوابات وصندوق الخلط . حيث يتم تفقد ومراقبة درجة الحرارة والرطوبة النسبية للهواء العائد والهواء الخارجي والخليط وإعادة ضبط مشوار البوابة تبعاً لأفضل حالة مزج (أفضل درجة حرارة أو انثالبي)، استجابة البوابات لإشارة التحكم (كهربائية-ضغط هواء-يدوية) وسهولة حركتها ومشوارها بتغيير نقطة ضبط حاكم المزج، نظافة ريش توجيه البوابات، تتابع التحكم للبوابات مع المروحة والعناصر الأخرى، ثم تنظيف صندوق الخلط من الأتربة بشفاط كهربائي.

2- صيانة مرشحات الهواء، حيث يتم تفقد ومراقبة المرشح الثابت من حيث نظافة المرشح (للنوع الممكن تنظيفه) وسحبه من الوحدة واستخدام شفاطاً كهربائياً ثم غسل المرشح وتجفيفه وإعادة تركيبه. وفي حالة تلفه يتم استبداله.

أما المرشح الدوار، حيث يتم تفقد ومراقبة نظافته وفي حالة اتساخه يجب إدارته فإذا كان يدوياً يجب تفقد نظام دورانه من خلال مؤقت أو بقياس فرق ضغط الهواء خلاله، والتأكد من سهولة الحركة للعناصر المتحركة، وتفقد ومراقبة تيار التشغيل للمحرك ومقارنته بتيار التصميم وكذلك فرق الجهد وعزل المحرك.

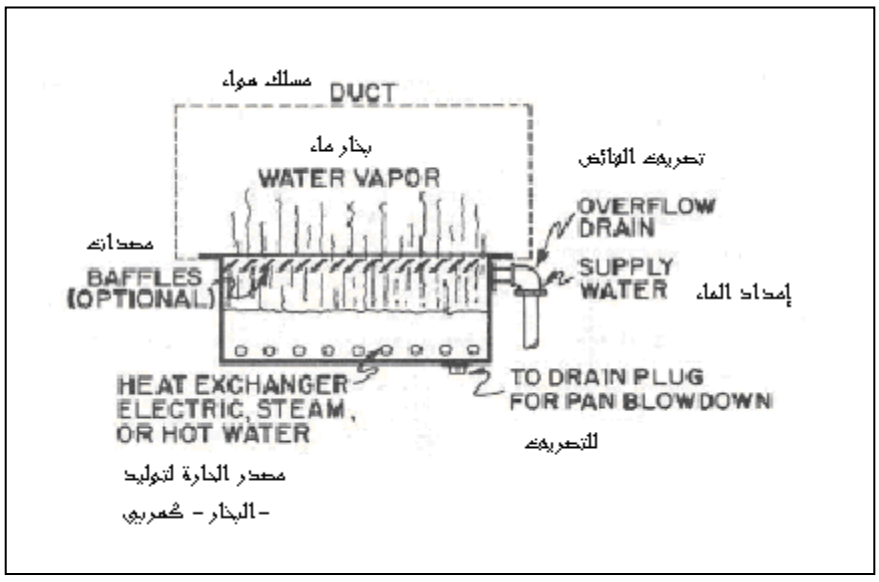
والمرشح الطارد المركزي، حيث يتم تفقد ومراقبة أداء الدفاعة، الحالة الكهربائية لمحرك الدفاعة، الأتربة المتجمعة بالقاع وتنظيفها بشفاط كهربائي وحالة الأكياس القطنية لتجميع الأتربة واستبدالها إذا لزم الأمر. ويبين الشكل (30) كيفية تفقد المرشحات.




شكل (30): تفقد مرشحات هواء

3- صيانة المرطب برش المياه، حيث يتم مراقبة كفاءته وذلك بمراجعة الرطوبة النسبية قبل وبعد المرطب بالاستعانة بخريطة خواص الهواء الرطب، ومراقبة حالة الرشاشات والمصدات، مستوى الماء بالحوض والعوامة وماء التعويض، النظافة للحوض ووصلة الفائض، وسيلة دفع الماء وأداء التحكم.

أما المرطب بدفع بخار الماء، حيث يتم تفقد ومراقبة كفاءة المرطب بمراجعة الرطوبة النسبية قبل وبعد المرطب بالاستعانة بخريطة خواص الهواء الرطب، حالة فوهات البخار (الاتجاه والميل)، التيار المسحوب بالسخان ومقارنته بالتصميم، مستوى الماء بالحوض والأقطاب وماء التعويض، النظافة ووصلة الفائض، استجابة الصمام المغناطيسي للتحكم، أداء التحكم والوصلات الكهربية وحالة ماء التعويض وقياس PH (8.5 -9.00) لجودة توصيل الأقطاب وتقليل ترسب الأملاح. ويبين الشكل (31) مرطب ببخار الماء.




شكل (31): مرطب ببخار الماء

4- صيانة عناصر التبريد، حيث يبين الشكل (32) وحدة مناولة هواء بها ملف تبريد بالماء البارد ولصيانته يتم تفقد ومراقبة أداء الملف بتحديد حالة الهواء (درجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية) قبل وبعد الملف (الاستعانة بخريطة خواص الهواء الرطب) وتحديد الإجراء (تبريد محسوس أم تبريد مع مخفض الرطوبة)، ضغط ودرجة حرارة الماء الداخل والخارج من ملف التبريد تبعاً للحمل وإذا كان فرق درجات الحرارة أكبر من التصميم دل ذلك على قلة معدل مرور الماء وإذا كانت أقل من التصميم للحمل الكامل مع ارتفاع درجة حرارة الهواء دل ذلك على وجود ترسبات من الأملاح ويجب إزالتها، فرق درجات الحرارة لخروج الماء والهواء فزيادة هذا الفرق يدل على اتساع الملف، معدل المتكاثف وتصريفه تبعاً لرطوبة الهواء، أداء صمام تمرير الماء خلال الملف تبعاً للحمل، تتابع نظام التحكم، حالة الزعانف ونظافتها ومشطها عند الحاجة.

شكل (32): مرطب ببخار الماء وملف التبريد والسخان والمروحة

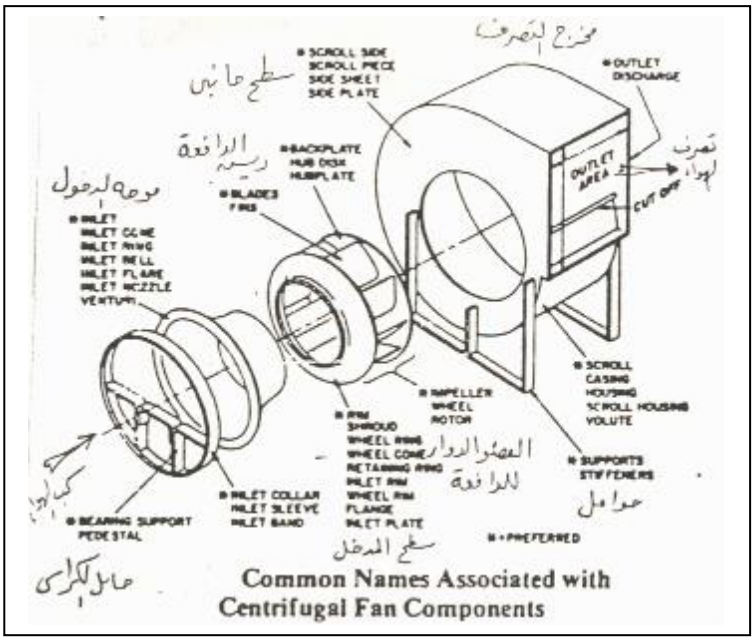
5- ملف التبريد بمائع التبريد، حيث يتم تفقد ومراقبة أداء الملف بتحديد حالة الهواء (درجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية) قبل وبعد الملف (الاستعانة بخريطة خواص الهواء الرطب) وتحديد الإجراء (تبريد محسوس أم تبريد مع خفض الرطوبة)، ضغط ودرجة حرارة مائع التبريد بملف التبريد تبعا للحمل، فرق درجات الحرارة لخروج مائع التبريد والهواء فزيادة هذا الفرق يدل على اتساخ الملف، معدل المتكاثف وتصريفه تبعا لرطوبة الهواء، أداء صمام التمدد تبعا للحمل وعين التحميص، عدم تكون صقيع على ملف التبريد نتيجة انخفاض الحمل أو انخفاض الشحنة، تتابع نظام التحكم وحالة الزعانف ونظافتها ومشطها عند الحاجة.

6- صيانة عناصر تسخين الهواء، حيث يتم صيانة ملف التسخين بماء ساخن بتفقد ومراقبة أداء الملف بتحديد حالة الهواء (درجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية) قبل وبعد الملف (الاستعانة بخريطة خواص الهواء الرطب) تبعا للإجراء كتسخين محسوس أو إعادة تسخين، ضغط ودرجة حرارة الماء الداخل والخارج من ملف التسخين تبعا للحمل وإذا كان فرق درجات الحرارة أكبر من التصميم دل ذلك على قلة معدل مرور الماء وإذا كانت أقل من التصميم للحمل الكامل مع انخفاض درجة حرارة الهواء دل ذلك على وجود ترسبات من الأملاح ويحب إزالتها، فرق درجات الحرارة لخروج الماء والهواء فزيادة هذا الفرق يدل على اتساخ الملف، أداء صمام

تمرير الماء خلال الملف تبعاً للحمل، تتابع نظام التحكم وحالة الزعانف ونظافتها ومشطها عند الحاجة.

7- صيانة السخان الكهربي، حيث يتم تفقد ومراقبة نظافة السخان لتفادي الروائح غير المرغوب فيها، أداء السخان بمراجعة درجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية قبل وبعد السخان، نظام التحكم وتتابعه وحالة وسائل الأمان (مفتاح السريان- فاصل درجة الحرارة العالية - فاصل التيار الزائد)، التيار المسحوب ومقارنته بالتصميم، عدم توهج السخان بمراجعة معدل الهواء المار على السخان، حالة العازلات الكهربية الحاملة للسخان وغيرها إذا لزم الأمر وانتظام درجة حرارة السخان بمراجعة انتظام معدل سريان الهواء خلال السخان.

8- صيانة مروحة الإمداد حيث يتم تفقد ومراقبة أداء المروحة بمراجعة معدل مرور الهواء، تتابع التحكم للمروحة مع العناصر الأخرى بوحدة مناولة الهواء، التيار المسحوب ومقارنته بالتصميم وكذلك فرق الجهد وعزل المحرك، حالة السيور: المقاس والسلامة والشد بالآلية الخاصة بها واستبدال السيور إذا لزم الأمر، حالة كراسي التحميل من حيث: الصوت ودرجة حرارتها واتزانها وتشحيمها أو استبدالها وحالة تثبيت المروحة واتزانها والوصلات المرنة قبل وبعد وحدة المروحة.




شكل (33): الأجزاء الرئيسية لمروحة إمداد نابذة

9- صيانة عناصر نظم التحكم حيث يتم تفقد ومراقبة تتابع التحكم ومقارنته بالتصميم تبعاً لدوائر التحكم، التيار المسحوب للعناصر المختلفة ومقارنته بالتصميم وحالة العناصر والوصلات الكهربائية وتثبيته.

**بطاقة التمرين العملي رقم (5)**

اسم التمرين: صيانة نظام التحكم في وحدة مناولة الهواء

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- تعرف نظام التحكم في وحدات مناولة الهواء
- فحص وقياس القيم الكهربائية وجدولتها وتحليلها
- تشخيص الأعطال الكهربائية
- إصلاح الأعطال الكهربائية

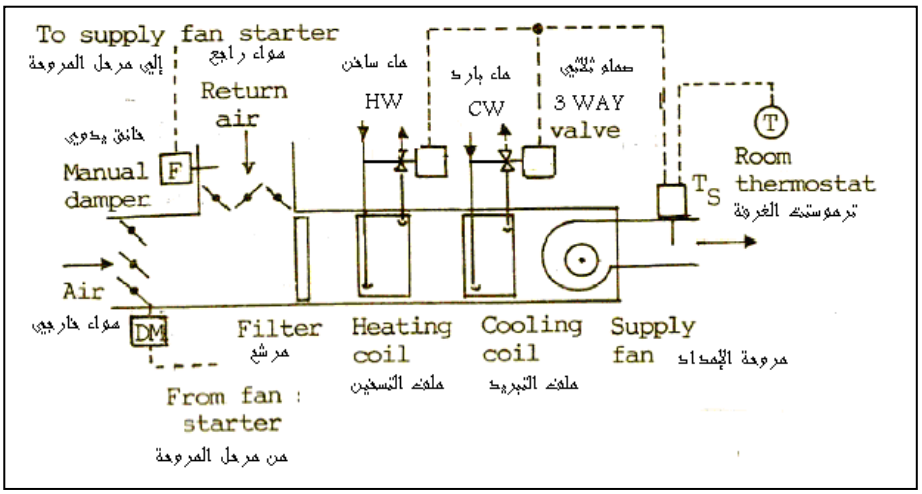
**التسهيلات التدريبية للتمرين:**

- جهاز قياس فرق الجهد وشدة التيار الكهربي.
- أطقم عدة.
- أجهزة قياس درجة الحرارة.
- وحدة مناولة هواء تحتوي على صندوق خلط وخوانق أوتوماتيكية ومروحة إمداد وصمامات تحكم ثلاثية منها ما هو للمزج وآخر للتحويل

خطوات تنفيذ التمرين

يبين الشكل (34) رسماً تخطيطياً لنظام تَحَكّم في وحدة تكييف نموذجية

1- تفقد ومراقبة تتابع التحكم ومقارنته بالتصميم تبعا لدوائر التحكم : وكمثال على ذلك يمكن تتبع إشارة التحكم من ثيرموستات الإمداد ثم الصمامات الثلاث لملف التبريد أو ملف التسخين حسب الإجراء المطلوب أيضا الإشارة من مرحل مروحة الإمداد fan starter لبوابات الهواء الخارجي بالإضافة إلى الإشارة من حاكم الحريق F لمرحل المروحة لإيقافها عند حدوثه
2- مراقبة العناصر الكهربائية لمكونات الوحدة المختلفة ومقارنتها بالقيم التصميمية
3- تفقد حالة العناصر والوصلات الكهربائية وتثبيتها




شكل (34): رسم تخطيطي لنظام تحكم في وحدة تكييف نموذجية

**تمارين الممارسة العملية**

أسماء تمارين الممارسة العملية:

1- صيانة وحدة مناولة الهواء
2- تشغيل ومراقبة وحدة مناولة الهواء
3- صيانة أبراج التبريد والمكثفات التبخيرية
4- صيانة مسالك الهواء والبوابات وصندوق الخلط وصيانة مرشحات الهواء وعناصر التسخين وأبراج التبريد
5- صيانة نظام التحكم في وحدة مناولة الهواء

الأهداف التدريبية لتمارين الممارسة العملية:

بعد إنهاء تمارين الممارسة العملية من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- قياس القيم الميكانيكية والكهربائية وجدولتها وتحليلها
- تشغيل ومراقبة وتقييم وتحليل وتشخيص الأعطال لوحدة مناولة الهواء
- قراءة وفهم الأدلة الفنية لوحدة مناولة الهواء والاستعانة بها لتحديد الانحرافات
- ربط خط تصريف المياه المكثفة والتأكد من سهولة انسياب المياه إلى نقطة الصرف.
- تشغيل الوحدة وتجريبها للتأكد من عمل الوحدة تحت ظروف التشغيل الطبيعية من درجات حرارة وضغوط وشدة التيار وذلك للحفاظ على الوحدة من تلف التشغيل الغير عادي.
- استلام الوحدة بعد التأكد من سلامتها وصلاحيتها للعمل والأداء المطلوب حسب لوحة المواصفات وكراس الشروط.
- فحص الوحدة وملء نموذج الصيانة وتحليله لاستخدامه في عمل الصيانة وتشخيص الأعطال.
- تنفيذ الصيانة لمختلف مقاطع الوحدة كالمرشحات والمراوح وملفات التسخين وملفات التبريد

التسهيلات التدريبية لتمارين الممارسة (المواد والعدد والأجهزة):

- وحدة مناولة هواء تحتوي على صندوق خلط وخوانق أوتوماتيكية وأنواع مختلفة من مرشحات الهواء وعناصر التسخين
- أنواع مختلفة من أبراج التبريد
- ملابس السلامة.
- الأدلة الفنية للوحدة (كتالوجات الوحدة).
- جهاز قياس فرق الجهد وشدة التيار الكهربي.
- أجهزة قياس درجة الحرارة.
- جهاز شحن وسيط التبريد.
- صندوق عدة

الإجراء المطلوب من المتدرب/ة:

1- قياس القيم الميكانيكية والكهربائية وجدولتها وتحليلها
2- تشغيل ومراقبة وتقييم وتحليل وتشخيص الأعطال لوحدة مناولة الهواء
3- قراءة وفهم الأدلة الفنية لوحدة مناولة الهواء والاستعانة بها لتحديد الانحرافات
4- ربط خط تصريف المياه المكثفة والتأكد من سهولة انسياب المياه إلى نقطة الصرف.
5- تشغيل الوحدة وتجريبها للتأكد من عمل الوحدة تحت ظروف التشغيل الطبيعية من درجات حرارة وضغوط وشدة التيار وذلك للحفاظ على الوحدة من تلف التشغيل الغير عادي.
6- استلام الوحدة بعد التأكد من سلامتها وصلاحيتها للعمل والأداء المطلوب حسب لوحة المواصفات وكراس الشروط.
7- فحص الوحدة وملء نموذج الصيانة وتحليله لاستخدامه في عمل الصيانة وتشخيص الأعطال.
8- تنفيذ الصيانة لمختلف مقاطع الوحدة كالمرشحات والمراوح وملفات التسخين وملفات التبريد

**الاختبار النظري**

السؤال الاول: المطلوب الإجابة على الأسئلة التالية:

1- ماذا يقصد بالصيانة؟ وما هي أنواعها مع التمثيل ؟ وما أهدافها؟
2- ما هي العدد اللازمة لصيانة وحدات التكييف؟
3- ما أسس الحماية الواجب أن يتبعها القائم بالصيانة لمعدات التبريد وتكييف الهواء؟

السؤال الثاني: المطلوب وضع إشارة (√) أمام العبارات الصحيحة، وإشارة (X) أمام العبارات الخاطئة فيما يلي:

1- ( ) تدون الشركات المنتجة لوحدات التبريد وتكييف الهواء خريطة لتشخيص الأعطال.
2- ( ) سجل الأداء هو مخطط يسجل به قراءات أجهزة القياس بالوحدة أثناء فترة التوقف ويمكن وضعه بشركة الصيانة ويختلف حسب نوع الوحدة وسعتها.
3- ( ) لحماية القائم بالصيانة يجب ارتداء الملابس الجميلة.
4- ( ) عدة لحام الأكسي أستلين :أسطوانات ومنظمات ووصلات وفونيات.
5- ( ) تتكون مجموعة الشحن من أسطوانات وسيط التبريد والوصلات وأسطوانات شحن وسيط التبريد المدرجة ووحدة استعادة وسيط التبريد.
6- ( ) برنامج الصيانة هوخطة يقوم بوضعها مدير الصيانة مع الأخذ بعين الإعتبار تعليمات الشركة المنتجة لبيان الجدول الزمني لإوقات واعمال الصيانة الواجب القيام بها.

**الاختبار العملي**

| |
|---|
| اسم التمرين: فحص وتشغيل وحدة مناولة الهواء |
| الزمن المخصص: 3 ساعات |
| التسهيلات التدريبية اللازمة: (الأجهزة والمعدات والعدد والأدوات والمواد):<br>- وحدة مناولة هواء متكاملة<br>- ملابس السلامة.<br>- الأدلة الفنية للوحدة (كتالوجات الوحدة).<br>- جهاز قياس فرق الجهد وشدة التيار الكهربي.<br>- أطقم عدة.<br>- أجهزة قياس درجة الحرارة.<br>- جهاز شحن وسيط التبريد.<br>- صندوق عدة |
| الإجراء المطلوب من المتدرب/ة:<br>1- فحص الوحدة التي تم استلامها خالية من العيوب الخارجية والداخلية<br>2- فحص جميع معدات الوحدة المستلمة حسب ما تم توصيفه فعلاً<br>3- فحص تركيب الوحدة في المكان والوضع حسب المخططات التصميمية وتوصيات الشركة الصانعة<br>4- فحص مرابط الشحن بالنسبة للمروحة ثم إزالتها قبل التشغيل<br>5- ضبط جميع ماصات لاهتزاز<br>6- فحص ملائمة مصدر الكهرباء لمواصفات الوحدة الكهربائية<br>7- فحص جميع التوصيلات الكهربائية وشدها بالعزم المناسب<br>8- فحص استقامة طارات المروحة وطارة المحرك والسيور<br>9- فحص براغي الإغلاق لفراشي المروحة على العمود والحامل لها<br>10- فحص شد السيور الناقلة للحركة في المروحة<br>11- فحص جميع المحامل والوصلات<br>12- قم بإدارة فراشي المروحة يدوياً وتحسس مدى حرية الدوران<br>13- فحص تصريف المياه في حوض تجميع المياه المتكاثفة<br>14- فحص جميع الفلاتر ووضعها بالمكان والوضع الصحيح<br>15- فحص جميع عناصر التحكم في التشغيل مثل المؤقتات الزمنية ومفاتيح تدفق الهواء ومفاتيح ضغط الهواء وفحص صحة توصيلها<br>16- فحص تشغيل خوانق الهواء الأوتوماتيكية<br>17- فحص جميع أعمال مجاري الهواء وتوصيلها وجاهزيتها وفحص خانق الحريق وضعه مفتوح<br>18- فحص أبواب لوحات الكهرباء والتأكد من إمكانية إغلاقها<br>19- فحص تيار محرك المروحة ومقارنته مع التيار الاسمي<br>20- فحص جميع الأعمدة والمحامل والسيور الناقلة للحركة بعد 24 ساعة من العمل المتواصل |

الرسم التوضيحي للتمرين:

استمارة قائمة الفحص

| اسم التمرين: فحص وتشغيل وحدة مناولة الهواء | | | | |
|---|---|---|---|---|
| اسم المتدرب/ة: | | | | |
| الرقم | الخطوات | نعم | لا | ملاحظات |
| 1 | فحص الوحدة التي تم استلامها خالية من العيوب الخارجية والداخلية | | | |
| 2 | فحص جميع معدات الوحدة المستلمة حسب ما تم توصيفه فعلاً | | | |
| 3 | فحص تركيب الوحدة في المكان والوضع حسب المخططات التصميمية وتوصيات الشركة الصانعة | | | |
| 4 | فحص مرابط الشحن بالنسبة للمروحة ثم إزالتها قبل التشغيل | | | |
| 5 | ضبط جميع ماصات الاهتزاز | | | |
| 6 | فحص ملائمة مصدر الكهرباء لمواصفات الوحدة الكهربائية | | | |
| 7 | فحص جميع التوصيلات الكهربائية وشدها بالعزم المناسب | | | |
| 8 | فحص استقامة طارات المروحة وطارة المحرك والسيور | | | |
| 9 | فحص براغي الإغلاق لفراشي المروحة على العمود والحامل لها | | | |
| 10 | فحص شد السيور الناقلة للحركة في المروحة | | | |
| 11 | فحص جميع المحامل والوصلات | | | |
| 12 | قم بإدارة فراشي المروحة يدوياً وتحسس مدى حرية الدوران | | | |
| 13 | فحص تصريف المياه في حوض تجميع المياه المتكاثفة | | | |
| 14 | فحص جميع الفلاتر ووضعها بالمكان والوضع الصحيح | | | |
| 15 | فحص جميع عناصر التحكم في التشغيل مثل المؤقتات الزمنية ومفاتيح تدفق الهواء ومفاتيح ضغط الهواء وفحص صحة توصيلها | | | |
| 16 | فحص تشغيل خوانق الهواء الأوتوماتيكية | | | |
| 17 | فحص جميع أعمال مجاري الهواء وتوصيلها وجاهزيتها وفحص خانق الحريق وضعه مفتوح | | | |
| 18 | فحص أبواب لوحات الكهرباء والتأكد من إمكانية إغلاقها | | | |
| 19 | فحص تيار محرك المروحة ومقارنته مع التيار الاسمي | | | |
| 20 | فحص جميع الأعمدة والمحامل والسيور الناقلة للحركة بعد 24 ساعة من العمل المتواصل | | | |
| اسم الفاحص/ة: التوقيع: التاريخ: | | | | |

## قائمة المراجع


المراجع العربية

1- المنهاج السعودي – صيانة أنظمة التبريد وتكييف الهواء عملي 265 برد
2- المنهاج السعودي – صيانة أنظمة التبريد وتكييف الهواء 265 برد

المراجع الأجنبية

1- "Air conditioning and Refrigeration troubleshooting hand book"
   Author: Billy C. Langley
   Publisher, Prentice Hall
2- Carrier, Trane, and York catalogs
3- "Practical heating, Ventilation, Air Conditioning and Refrigeration"
   Author: Henry W. Puzio & Jin Johnson
   Publisher , Delmar
4- "Modern Refrigeration and Air Conditioning"
   Author: Althouse et al

**الروابط الالكترونية**

1- http://www.trane.com/commercial/
2- http://www.aaon.com/product.aspx?id=6
3- http://www.toshiba-aircon.co.uk/
4- http://www.daikin.com/global_ac/index.html
5- http://www.petra-eng.com/
6- http://greeac.net/
7- https://admin.tvtc.gov.sa

**قائمة المصطلحات الفنية**

| | |
|---|---|
| All-air systems | نظام هواء كلي |
| All-water systems | نظام ماء كلي |
| Air-water systems | نظام هواء-ماء |
| Air washer | غسالة الهواء |
| Aspect ratio | النسبة الباعية |
| Aluminum foil | رقائق الألمنيوم |
| Air vents | فتحات تنفيس الهواء |
| Air changes per hour | عدد مرات تغيير الهواء في الساعة |
| Air contamination | تلوث الهواء |
| Air cleaning | تنقية الهواء |
| Air filters | مرشحات الهواء |
| Air sterilization | تعقيم الهواء |
| Activated carbon | الكربون النشط |
| Activated alumina | الألومينا النشطة |
| Air mixing | خلط الهواء |
| Angle valve | صمام زاوية |
| Anchors | مثبتات |
| Air distribution patterns | أنماط توزيع الهواء |
| Air outlets | مخارج الهواء |
| Air-cooled | تبريد هوائي |
| Anemometer | أنيموميتر (جهاز قياس سرعة الهواء) |
| Adaptive control | التحكم المؤقلم |
| Accelerometer | جهاز قياس تسارع الهواء |
| Adjusting | الضبط |
| Balancing damper | خانق موازنة |
| Bellow | منفاخ |
| Bushing | جلبة بسنة داخلية وخارجية |
| Butterfly valve | صمام ذو قرص خانق |
| Bonnet | غطاء الصمام |
| Branch | فرع |
| Boiler | مرجل أو غلاية |
| Boiler selection | إختيار المراجل |
| Background noise | الضوضاء الخلفي |
| Balancing | موازنة |
| Conventional systems | أنظمة تقليدية |
| Centralized maintenance | صيانة مركزية |
| Constant volume | ثابت الحجم |
| Closed system | نظام مغلق |
| Changeover system | نظام التبديل |
| Chilled ceiling | سقف مبرد |
| Control damper | خانق تحكم |

| | |
|---|---|
| Ceiling diffuser | ناشر سقفي |
| Converging transition | إنتقال مجمع |
| Copper | نحاس |
| Coupling | جلبة |
| Check valve | صمام عدم رجوع |
| Composition disc | قرص مركب |
| Compression tank | خزان ضغط |
| Cleaning agents | منظفات |
| Charged media filters | مرشحات ذات أوساط مشحونة |
| Changeable filters | مرشحات قابلة للتغيير |
| Central air conditioning | تكييف مركزي |
| Case study | دراسة حالة |
| Chiller | مثلج |
| Chiller performance | أداء الثلج |
| Condensing unit | وحدة تكثيف |
| Calibrated manometer | مانوميتر مدرج |
| Clamp-on Ammeter | أميتر قابض |
| Cooling tower | برج تبريد |
| Damper | خانق |
| Dual duct | مجرى ثنائي |
| Direct return | راجع مباشر |
| Duct design | تصميم مجار الهواء |
| Diverging transition | إنتقال منفرج |
| Duct insulation | عزل مجار الهواء |
| Duct manufacturing | تصنيع مجار الهواء |
| Disc | قرص |
| Dry filter | مرشح جاف |
| Discoloration | إزالة اللون |
| Dust spot | موضع الغبار |
| Drive cleats | روابط إدارة |
| Dial thermometer | ثيرموميتر ذو قرص مدرج |
| Digital thermometer | ثيرموميتر رقمي |
| Dosimeter | جهاز قياس شدة الصوت |
| Economy of operation | التشغيل الإقتصادي |
| Equal friction method | طريقة الاحتكاك المتساو |
| Equivalent length | الطول المكافء |
| Expansion joints | وصلات تمدد |
| Expansion loops | حلقات تمدد |
| Expansion tank | خزان تمدد |
| Equipment | معدات |
| Electronic filters | مرشحات الكترونية |
| Face & by-pass dampers | خوانق وجه وامرار جانبي |

| | |
|---|---|
| Fan-coil unit | وحدة ملف-مروحة |
| Fittings | تركيبات |
| Fiberglass | ليف زجاجي |
| Flexible hose | خرطوم مرن |
| Flange | شفة |
| Face area | مساحة الواجهة |
| Fine filters | مرشحات دقيقة |
| Filter efficiency | كفاءة المرشح |
| Flexible wedge disc | قرص إسفيني مرن |
| Filters performance criteria | معيار أداء المرشحات |
| Face velocity | سرعة الواجهة |
| Fouling factor | معامل الإنسداد |
| Forced circulation | تمرير بالدفع |
| Flow meter | جهاز قياس معدل السريان |
| Globe valve | صمام كروي |
| Gate valve | صمام بوابي |
| Gaseous contaminants | ملوثات غازية |
| Grille | جريل |
| Galvanized sheet metal | ألواح حديد مجلفن |
| Gauge | مقاس |
| Gravity flow | السريان بالجاذبية |
| Gas tracer | جهاز قياس نسبة تركيز الغازات |
| Hotel | فندق |
| HVAC | تسخين, تهوية, تكييف هواء |
| Hangers | علاقات |
| Hand wheel | عجلة يدوية |
| HEPA filters | مرشحات الألياف الدقيقة عالية الكفاءة |
| Heating value | السعة الحرارية |
| Hot-wire anemometer | أنيموميتر ذو سلك ساخن |
| Induction unit | وحدة حث |
| IHVE | معهد مهندسي التسخين والتهوية البريطاني |
| Irritation & allergic response | الإستجابة للتهيج والحساسية |
| Indoor air quality | جودة الهواء الداخلي |
| Ionizing type filter | مرشح من النوع المتأين |
| Installation | تركيب |
| Inclined manometer | مانوميتر مائل |
| Index | فهرس |
| Location | موقع |
| Loss coefficient | معامل الفقد |
| Log sheet | نموذج بيانات |
| Multi-zone unit | وحدة متعددة المناطق |
| Mitered elbow | كوع مشطوب |

| | |
|---|---|
| Medium grade steel | حديد أسود متوسط المرتبة |
| Measuring instruments | أجهزة قياس |
| Nominal size | المقاس الاسمي |
| Nipple | نبل |
| Needle valve | صمام إبرة |
| Non-rising stem | ساق غير صاعد |
| Narrow seat | قاعدة ضيقة |
| On-off control | تحكم موضعين |
| Off set | فرع تمدد |
| Odor | رائحة |
| Odor threshold | عتبة الرائحة |
| Occupants | أشخاص |
| Operation | تشغيل |
| Orifice meter | جهاز قياس معدل السريان |
| Primary air | هواء أولي |
| Plenum ceiling | سقف تخزين |
| Pressure drop | هبوط الضغط |
| Pressure loss | فقد الضغط |
| Pleated elbow | كوع مثن |
| Polyurethane | مادة عازل البولي يوريثان |
| Plug valve | صمام سد |
| Packing nut | صمولة تغليف |
| Plug cock | صمام سدادة |
| Precipitators | مرسبات |
| Package water chiller | مثلج ماء مجمع |
| Pitot-tube | أنبوبة بتوت |
| Performance data | معطيات الأداء |
| Pyrometer | جهاز قياس درجة حرارة تشبع البخار |
| Pump | مضخة |
| Reheat system | نظام إعادة تسخين |
| Reverse return | راجع عكسي |
| Recessed light | إضاءة مخفية |
| Residual velocity | السرعة المتخلفة |
| Register | حاكم |
| Round diffuser | ناشر دائري |
| Return air | هواء راجع |
| Roll-type | نوع اللف |
| Regulating valve | صمام تنظيم السريان |
| Rising stem | ساق صاعد |
| Resistance | مقاومة |
| Reduction | خافض |
| Single duct | مجرى واحد |

| | |
|---|---|
| Single zone | منطقة واحدة |
| Simplicity | بساطة |
| Single piping system | نظام الأنبوب الواحد |
| Secondary air | هواء ثانوي |
| Sprayers | رشاشات |
| Supermarket | سوق مركزي |
| Spread | إنتشار |
| Slot diffuser | ناشر مشقوب |
| Supply devices | أجهزة تغظية الهواء |
| Square diffuser | ناشر مربع |
| Schedule number | رقم الأنبوب |
| Steel | حديد |
| Slip type | النوع الإنزلاقي |
| Spring hanger | علاقة ياي |
| Stem | ساق |
| Screw | قلاووظ |
| Stuffing | حشوة |
| Split wedge disc | قرص إسفيني منفصل |
| Sick building syndrome | مبنى متلازم المرض |
| Self-cleaning filter | مرشح ذاتي التنظيف |
| Selection | إختيار |
| Scattered light | ضوء مستطير |
| Staggered | متعرج |
| Snap lock | قفل إطباقي |
| Seam | دسرة |
| Spiral | حلزوني |
| Steam meter | جهاز قياس البخار |
| Stethoscope | جهاز تحديد وتشخيص مصدر الصوت |
| Sling psychrometer | سيكروميتر مقلاع لقياس الرطوبة |
| Shop drawings | رسومات الورشة |
| Terminal unit | وحدة طرفية |
| Transmission loads | أحمال متسربة |
| Terminal velocity | السرعة الطرفية |
| Temperature differential | التفاوت في درجة الحرارة |
| Take-off | نهوض |
| Toxicity | السمية |
| Thermal efficiency | الكفاءة الحرارية |
| Throw | مدى الإنتشار |
| Tachometer | تاكوميتر جهاز قياس عدد اللفات |
| Testing | إختبار |
| Volume control damper | خانق تحكم في حجم الهواء |
| Vibration | إهتزاز |

| | |
|---|---|
| Vibration isolators | عوازل الإهتزاز |
| Vapor barrier | مانع البخار |
| Valve | صمام |
| Ventilation | تهوية |
| Viscous | لزج |
| Viscous impingement filter | مرشح إرتطام لزج |
| Vibrometer | جهاز قياس الإهتزاز |
| Wrought iron | حديد مطاوع |
| Washable filter | مرشح قابل للغسيل |
| Water treatment | معالجة المياه |
| Water-cooled | تبريد هوائي |