جمهورية العراق

وزارة الإعمـــار والإسكان
والبلديات والاشغال العامة
دائـرة المبانـــي

وزارة التخطـيط
الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية

المواصفات الفنية لاعمال تكييف الهواء ومنظومات التثليج

مواصفة بناء عراقية

م.ب.ع ٤٠٦

الطبعة الاولى
٢٠١٥م-١٤٣٦هـ

جمهورية العراق

وزارة الإعمـــار والإسكان
والبلديات والاشغال العامة
دائـرة المبانـــي

وزارة التخطـيط
الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية

المواصفات الفنية لاعمال تكييف الهواء ومنظومات التثليج

مواصفة بناء عراقية

م.ب.ع ٤٠٦

إن هذه المدونة معتمدة رسمياً وملزمة بموجب قانون الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية ومنشورة في جريدة الوقائع العراقية في اصدارها ذي العدد ٤٣٧٥ في ٢٠١٥/٨/١٠ وجميع ما تحتويه من اشتراطات ملزمة الاتباع والتطبيق من قبل الجهات الحكومية والقطاع الخاص لجميع المشاريع الانشائية وقطاع التشييد في جمهورية العراق وكل نسخة غير مختومة بختم الوزارة صاحبة حقوق الطبع والنشر والتوزيع تعتبر مزورة.
وزارة الاعمار والاسكان
والبلديات والاشغال العامة

الطبعة الاولى
٢٠١٥م-١٤٣٦هـ

اللجنة العليا لمشروع مدونات البناء والمواصفات الفنية لأعمال البناء العراقية

طارق الخيكاني / وزير الاعمار والاسكان والبلديات والاشغال العامة / رئيس اللجنة

استبرق ابراهيم الشوك / وكيل وزارة الاعمار والاسكان والبلديات والاشغال العامة

د.حميد علي عمران الانباري / عضو هيئة المستشارين / الامانة العامة لمجلس الوزراء

حسين مجيد حسين / مديرعام دائرة المباني/وزارة الإعمار والإسكان والبلديات والاشغال العامة/مديرالمشروع

سعد عبد الوهاب عبد القادر / رئيس الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية / رئيس اللجنة الفنية

حيدر فاضل عباس / مدير عام التخطيط والمتابعة / وزارة الاعمار والاسكان والبلديات والأشغال العامة

خضير عباس داود/ مديرعام دائرة شؤون المحافظات غير المنتظمة في اقليم/ وزارة العلوم والتكنولوجيا

لواء كريم العبيدي/ وزارة البيئة

رعد عبد الجليل عبد الامير/ مدير عام مركز الدراسات والتصاميم / وزارة الموارد المائية

صادق محمود الشمري / مدير عام شركة ابن الرشد / أمانة بغداد

جلال حسين حسن / م.مدير عام التخطيط والمتابعة / وزارة الصناعة والمعادن

د. علاء حسين علوان / كلية الهندسة / القسم المدني / جامعة بغداد

فريق إعداد المواصفات الفنية لأعمال تكييف الهواء ومنظومات التثليج

الخبيرالمهندس / سمـــــيرة ابراهيم علي

الدكتور المهندس / حسنين محمــد حسين

الدكتور المهندس / لؤي عبد العزيز مهدي

فريق تدقيــق المواصفات الفنية لأعمال تكييف الهواء ومنظومات التثليج

الدكتور المهندس / نجـــــــــدت نشأ ت

الدكتور المهندس / احســان يحيى حسين

الدكتور المهندس / عـــــبد النافع شاكر

اللجنـــــــــــــــة الفنيـــــــــــــــة للمشـــــــروع

ســـــــعد عـــــبد الوهـــــاب عـــبد القادر / رئيس اللجنة

الدكتور المهندس عمـــــاد حمـــزة محمـــد حســـــــين

الدكتور المهندس علي عبـــــد الحسيـــــن مجبـــــــل

الدكتورالمهندس خالـــد احـــــمـــد جـــــــــــودي

الدكتورالمهندس رائـــــد رمـــــــــزي العمـــــــــري

الدكتور المهندس ليـــــــث خـــالـــــد كامـــــــــــل

الدكتورالمهندس محمـــــــــــد مصلـــح ســــــلمـــــان

الدكتور المهندس خـــــــــالد عـــبد الوهـــاب مصطفى

الدكتورالمهندس رائـــــــد حســــــن عبـــــــــود

الدكتور المهندس مقـــــداد حـــــيدر الجـــــــــــوادي

الدكتور المهندس منقـــــــــذ سلـــــــــــــــيم داود

ر.مهندسين أقـدم حســـــين محمـــــــــد عـــــــلي

الخبير المهندس نهـــــــــاد قاســـــــم محمـــــــــــد

ر.مهندسين أقـدم جنـــــان رضـــــــا محمـــــــــــد

اللجنـــــــــــــــة الاداريـــــــــــــــة للمشـــــــــــــــروع

الخبير المهـندس حسين مجيـد حسين / مديـرالمشروع

الدكتورالمهندس رائـــــد حســــــــــــن عبـــــــود

رئيس مهندسيـــن الهـــام ابراهيـــــم عـــــبد الـــــــرزاق

م. أقـــدم حيـــــــدر عـــــــــلاوي صـــــــــــالح

م.مهندس هبـــــــة محـــــــمد عبـــــــــــــــــد

لجنـــــــــــــــة متابعـــــــــــــــة المدونـــــــــــــــة

الخبير المهنـــدس جبار حمزة لطيـــــف / رئيـــس اللجنـــة

رئيس مهندسين نـــــــدى محـــــمد دخيـــــــــــــــل

تقديم

بسم الله الرحمن الرحيم

تستمرُ وزارةُ الاعمارِ والاسكان والبلديات والأشغال العامة على نهجِها ودأبها وسعيها في رفْدِ المكتبةِ الهندسيةِ العراقية بما تحتاجُهُ من مراجعَ تُعينُ المهندسَ في عملهِ، مصمماً أو منفذاً. فبعدَ إصداريتها الأولى من الخمسَ عشرةَ مدونةً من مدوناتِ متطلباتِ الحيّزِ الفضائي في المباني، ومدونةِ السقالاتِ، ومدونةِ التأسيساتِ المائيةِ في المباني، ومدونةِ الإنارةِ الداخليةِ، ومدونةِ التأريضِ و الوقايةِ من الصواعقِ، ومدونةِ المصاعدِ، ومدونةِ التدفئةِ المركزيةِ، ومدونةِ التهويةِ الميكانيكيةِ، ومدونةِ حمايةِ الأبنيةِ من الحريق، ومدونةِ منظوماتِ الكشفِ والإنذارِ بالحريقِ، ومدونةِ العزلِ الحراري، ومدونةِ العزلِ المائي، ومدونةِ الصوتياتِ، ومدونةِ التهويةِ الطبيعيةِ والأصولِ الصحيةِ، ومدونةِ الإنارةِ الطبيعيةِ، وما تلاها من إصدارِ كلٍّ من الطبعةِ الثانيةِ من دليلِ المهندسِ المقيمِ للمشاريعِ الانشائيةِ، و الدليلِ القياسي لتحليلِ الأسعارِ لقطاعِ البناءِ والانشاءاتِ بجزأيهِ (الأعمالِ المدنيةِ وأعمالِ الخِدْماتِ الصحيةِ والكهربائيةِ والميكانيكيةِ)، وكراسِ توصيفِ عناوينَ المهنِ والحِرَفِ والمؤهلاتِ والإنتاجيةِ للعاملين في قطاعِ التشييدِ والبناءِ، تأتي هذهِ المجموعةُ الجديدةُ من مدوناتِ البناءِ لتُقدِّمَ للمهندسِ الحاذقِ ما يجعلُهُ على بيِّنةٍ من دقائق حِرفتهِ التي يجبُ أنْ يُجْهِدَ نفسَهُ في سبيلِ تحقيقِ شرائطِها.

فقدْ عزمتِ الوزارةُ على أنْ تُمضيَ نيَّتَها على ذلكَ ولن تدَّخرَ دونَ ذلك سعياً. فهذهِ الاصداريةُ من المدوناتِ وما تشتملُ عليهِ من مدونةِ النفاياتِ، ومدونةِ السلامةِ العامةِ في تنفيذِ المشاريعِ الإنشائيةِ، ومدونةِ الملاجئ، ومدونةِ التبريدِ، ومدونةِ الإنشاءاتِ الفولاذيةِ، ومدونةِ التثليجِ، ومدونةِ الأسسِ والجدرانِ الساندةِ، والمواصفاتِ الفنيةِ للأعمالِ الصحيةِ، والمواصفاتِ الفنيةِ للأعمالِ الكهربائيةِ، والمواصفاتِ الفنيةِ لأعمالِ تكييفِ الهواءِ ومنظوماتِ التثليجِ، ومدونةِ الأَحمالِ والقوى، ومدونةِ متطلباتِ البناءِ الخاص بذوي الاحتياجاتِ الخاصةِ، ومدونةِ التأسيساتِ الكهربائيةِ، كلّها تُقدِّمُ للمهندسِ أَجودَ ما يُحْكِمُ به عملَهُ. وحيثُ أنَّ بيانَ العملِ بالمدوناتِ قدْ أَلْزمَ الجميعَ بالرجوعِ إليها في جميعِ أمورِها فعلى اللهِ التُكْلانُ في نيْلِ النفعِ الجزيلِ الذي سيتحققُ من العملِ بهذه المدوناتِ. وذلك ليسَ أمراً بعيدَ المرامِ، بلْ يسيرَ المنالِ.

وعلى اللهِ قصْدُ السبيلِ

طارق الخيكاني
وزير الإعمار والإسكان والبلديات والأشغال العامة
رئيس اللجنة العليا
لمشروع المدونات والمواصفات العراقية

كلمة فريق الاعداد

لأجل توحيد آليات العمل بأقل التكاليف وافضل السبل ومواكبة النهضة العمرانية التي يشهدها العراق تم تكليف المركز الوطني للاستشارات الهندسية من قبل وزارة الأعمار والأسكان باعداد المواصفات الخاصة بأعمال تكييف الهواء ومنظومات التثليج وبموجب ذلك تم التعاون مع أساتذة متخصصين لإعدادها وتدقيقها وبمشاركة اللجنة الفنية في الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية لاعطاء التصديق النهائي عليها لتعتمد كمرجع اساسي في المشاريع المستقبلية في اختصاص التكييف والتثليج.

وبعون الله فقد تم انجاز العمل بتظافر كافة الجهود الخيرة للمشاركين فيه.

المحتوى

الموضوع	الصفحة
الباب 1 - المقدمة (Introduction)	
1-1: مجال العمل (Scope of work)	1/1
1-2: شروط العطاء (Conditions of tender)	1/1
1-3: القوانين والانظمة والمعايير (Codes, regulations and standards)	1/1
1-3/1: نظرة عامة (General)	1/1
1-3/2: أعمال مجاري الهواء (Ductwork)	2/1
1-3/3: المحركات (Motors)	2/1
1-3/4: الانابيب (Piping)	2/1
1-3/5: أوعية الضغط (Pressure vessels)	2/1
1-3/6: وحدات التكثيف (Condensing units)	2/1
1-3/7: اللحام (Welding)	2/1
1-3/8: محددات القياس (Gauges)	2/1
1-3/9: المرجل(Boiler)	2/1
1-3/10: مثلجات الماء (Water chillers)	3/1
1-3/11: أبراج التبريد (Cooling towers)	3/1
1-3/12: وحدات مناولة الهواء (Air handling units)	3/1
1-3/13: الفحص (Testing)	3/1
1-3/14: قوانين السلامة(Safety code)	3/1
1-3/15: المراوح (Fans)	3/1
الباب 2 - بيانات العمل الاساسية (Basic work data)	
2-1: المخططات (Drawing section)	1/2
2-1/1: مخططات العقد (Contract drawings)	1/2
2-1/2: سعات المنظومة (System capacities)	1/2
2-1/3: المخططات التنفيذية (Shop drawings)	1/2

الموضوع	الصفحة
الباب 3 - وحدة التثليج (Refrigeration plant)	
3-1: وحدة التثليج (فكرة عامة) (Refrigeration plant) (General)	1/3
3-1/1: انواع مثلجات الماء (Types of water chillers)	1/3
3-1/1/1: المثلجات المبردة بالهواء (Air cooled chillers)	2/3
3-1/1/2: المثلجات المبردة بالماء (Water-cooled chillers)	2/3
3-1/1/3: مُثلجات الماء اللولبية (الدوار الحلزوني) (Screw Water Chillers)	3/3
3-1/1/4: مثلجات الماء الطاردة المركزية (Centrifugal Water Chillers)	7/3
3-1/1/5: مثلجات الماء الامتصاصية (Absorption Water Chillers)	12/3
3-1/2: معايير تصنيف الآلات (Equipment rating standards)	16/3
3-1/3: الشروط التصميمية (Design Conditions)	20/3
3-1/4: منظومة تنفيس الهواء (Purge System)	20/3
3-1/5: سياقات تشغيل مثلج الماء (Chiller Sequencing)	20/3
3-1/6: اعتبارات الصيانة (Maintenance considerations)	22/3
3-1/7: التسليك (Wiring)	24/3
3-1/8: عوازل الاهتزاز(Vibration Isolation)	24/3
3-1/9: الفحص (Testing)	25/3
3-1/10: المواد الاحتياطية (Spare parts)	25/3
3-1/11: العدد والادوات (Tools)	25/3
3-1/12: شحنة مائع التثليج والزيت (Refrigerant and Oil Charge)	25/3
3-1/13: بدء التشغيل (Staring Up)	25/3
3-1/14: وسيلة التواصل بين المشغل والمنظومة (Operator Interface)	25/3
3-1/15: تشغيل المنظومة المركزية (Operation of central system)	26/3
3-1/16: تحسين النظام الى الحد الامثل (System Optimization)	27/3
مراجع الباب 3	29/3

الموضوع	الصفحة
الباب 4 - محطة التدفئة (Heating plant)	
4-1: محطة التدفئة (فكرة عامة) (General) (Heating plant)	1/4
4-1/1: مرجل الماء الحار(Hot water boiler)	1/4
4-1/1/1: تصميم المرجل (Boiler design)	1/4
4-1/1/2: انواع السحب (Type of draft)	4/4
4-1/1/3: العمل بتكثيف او بدون تكثيف (Condensing or no condensing)	4/4
4-1/1/4: اختيار العوامل (Selection parameters)	5/4
4-1/1/5: التحكم في التدفق الداخل والخارج (Control of input and output)	5/4
4-1/2: مرجل البخار ذو الضغط العالي (High Pressure Steam boilers)	6/4
4-1/2/1: منظومة ارجاع التكثيف (Condensate returns system)	6/4
4-1/2/2: مدخنة المرجل (Chimney of boiler)	6/4
4-1/3: مرجل البخار الكهربائي (Electric steam boiler)	7/4
4-1/3/1: بيانات المرجل (Boiler Data)	7/4
4-1/3/2: ملحقات المرجل (Boiler Trim)	7/4
4-1/3/3: الآليات الكهربائية (Electric Gear)	8/4
4-1/4 : مرجل الماء الحار الكهربائي (Electric Hot Water Boiler)	8/4
4-1/5: فحوص المرجل (Boiler testes)	9/4
4-1/6: ادوات القياس (Instruments)	9/4
4-1/7: وحدة المقتصد (Economizer module)	10/4
4-1/8: منظومة ادارة المحطة (Plant management system)	10/4
4-1/9: التصنيف بحسب السعة والضغوط التشغيلية (Classification according to capacity and operating pressure)	10/4
4-1/9/1: المراجل البخارية واطئة الضغط (Low-pressure boilers)	10/4
4-1/9/2: المراجل البخارية عالية الضغط (High-pressure boilers)	10/4
4-1/9/3: المراجل البخارية ذات الاحجام القياسية (steam boilers)	10/4
4-1/9/4: مراجل الماء ذات الاحجام القياسية (Water boilers)	10/4
مراجع الباب 4	11/4

الموضوع	الصفحة
الباب 5 - برج التبريد(Cooling tower)	
5-1: برج التبريد (فكرة عامة)(Cooling tower) (General)	1/5
5-1/1: الغلاف الخارجي (Casing)	1/5
5-1/2: حوض التجميع (Basin)	2/5
5-1/3: المروحة (Fan)	2/5
5-1/3/1: شبكات المروحة (Fan screens)	2/5
5-1/3/2: اعمدة الدوران الخاصة بالمراوح (Fan shafts)	2/5
5-1/3/3: كراسي تحميل عمود دوار المروحة (Fan shaft bearings)	2/5
5-1/4: المحركات المغلفة بالكامل (Totally enclosed motors)	2/5
5-1/5: الحشوة (Filling)	3/5
5-1/6: مانعات انجراف قطرات الماء (Eliminators)	3/5
5-1/7: التحكم في مستوى الماء (Water level control)	3/5
5-1/8: فتحات التهوية ذات الشفرات (Louvers)	4/5
5-1/9: منظومة التوزيع (Distribution system)	4/5
5-1/10: القدرة والسعة (Rating and capacity)	4/5
5-1/11: دعائم البرج (Tower supports)	4/5
5-1/12: معالجة الماء (Water Treatment)	5/5
مراجع الباب 5	6/5
الباب 6 – آلات الضخ (Pumping equipment)	
6-1: آلات الضخ (فكرة عامة) (Pumping equipment) (General)	1/6
6-1/1: المضخات الرئيسة للماء المثلج (Chilled water primary pumps)	1/6
6-1/1/1: المضخة (Pump)	1/6
6-1/1/2: المحرك (Motor)	2/6
6-1/1/3: محامل الدوران (Bearings)	2/6
6-1/1/4: عمود الدوران (Shaft)	2/6
6-1/1/5: لوحة القاعدة (Bed Plate)	3/6
6-1/1/6: الغلاف (Casing)	3/6
6-1/1/7: دولاب الدفع (Impeller)	3/6

الموضوع	الصفحة
6-2/1: مضخات الماء المثلج الثانوية ومضخات الماء الحار الاساسية (Chilled/hot water secondary and hot water primary pumps)	3/6
6-3/1: مضخات ماء المكثف (Condenser water pumps)	3/6
6-4/1: المضخات المدمجة (Built- in pumps)	3/6
مراجع الباب 6	5/6
الباب 7- وحدات مناولة الهواء (Air handling units)	
7-1: وحدات مناولة الهواء (فكرة عامة) (Air handling units) (General)	1/7
7-1/1: انواع مناولات الهواء (Air handling units' types)	1/7
7-1/1/1: وحدات مناولة الهواء لمنطقة واحدة (Single zone AHU)	1/7
7-2/1/1: وحدات مناولة الهواء لمناطق متعددة (Multi-zone AHU)	2/7
7-2/1: مواصفات مناولة الهواء (Specifications)	2/7
7-1/2/1: الهيكل (Frame)	2/7
7-2/2/1: الالواح (Panels)	2/7
7-3/2/1: إطار القاعدة (Base frame)	2/7
7-4/2/1: الواح وابواب الدخول (Access panels and doors)	2/7
7-5/2/1: العازل (Insulation)	3/7
7-6/2/1: المروحة (Fan Section)	3/7
7-7/2/1: محرك المروحة (Fan Motor)	3/7
7-8/2/1: الملفات (Coils)	4/7
7-9/2/1: حوض التصريف (Drain pan)	4/7
7-10/2/1: مانع القطيرات (Droplet eliminator)	4/7
7-11/2/1: المرشحات (Filters)	5/7
7-12/2/1: صندوق الخلط وصندوق العادم (Mixing box & exhaust box)	5/7
7-13/2/1: خوانق الهواء (Dampers)	5/7
7-14/2/1: فضاء تدوير الهواء (Plenum section)	5/7
7-15/2/1: المسخن الكهربائي (Electric heater)	6/7
7-16/2/1: خانق الهواء ذو النوع الوجهي والفرعي (Face and by-pass damper)	6/7

الموضوع	الصفحة
7-1/2/17: فتحات مصائد الرمل المشفرة (Sand trap louver)	6/7
7-1/2/18: موهنات الصوت (Sound attenuators)	6/7
7-1/2/19: اجزاء استرداد الحرارة (Heat recovery sections)	6/7
7-1/2/20: الصفيحة الناشرة (Diffuser plate)	7/7
7-1/2/21: المرطبات (Humidifiers)	7/7
7-1/2/22: غاسلة الهواء (Air washer type)	8/7
7-1/2/23: ملفات اعادة التسخين الكهربائية (Electric re-heaters)	8/7
7-1/2/24: موانع الاهتزاز(Vibration isolators)	9/7
مراجع الباب 7	9/7
الباب 8- وحدات المروحة والملف (Fan coil units)	
8-1: وحدات المروحة والملف (فكرة عامة) (General) (Fan coil units)	1/8
8-1/1: انواع وحدات المروحة والملف (Types of fan coil units)	2/8
8-1/1/1: وحدات المروحة والملف ذات السوق المباشر (Direct drive fan coil units)	2/8
8-1/2/1: وحدات المروحة والملف ذات السوق بالاحزمة (Belt drive fan coil units)	3/8
8-1/2: المشعات الحرارية (Convectors)	3/8
8-1/2/1: المشعات الحرارية ذات الانابيب والزعانف (Fin tube radiators)	4/8
8-1/3: السيطرة على درجة حرارة الفضاء (Space temperature control)	5/8
8-1/4: التنصيب (Installation)	5/8
مراجع الباب 8	6/8
الباب 9 – محطات التبريد التبخيري (Evaporative cooling plants)	
9-1: محطات التبريد التبخيري (فكرة عامة) (General) (Evaporative cooling plants)	1/9
9-1/1: غاسلات الهواء من النوع الرشاش (Spray type air washers)	1/9
9-1/1/1: الصفيحة الحارفة عند مدخل الهواء (Inlet baffle plates)	1/9
9-1/1/2: الغلاف (Casing)	1/9
9-1/1/3: الخزان (Tank)	1/9
9-1/1/4: مانعات الانجراف (Eliminators)	2/9
9-1/1/5: مجموعة نافثات المرش (Spray assembly)	2/9
9-1/1/6: باب الدخول (Access door)	2/9

الموضوع	الصفحة
9-1/1/7: مصدر اضاءة مانع للرطوبة (Marine light)	2/9
9-1/1/8: مراوح الطرد المركزي (Centrifugal fans)	3/9
9-1/1/9: المضخات (Pumps)	3/9
9-1/1/10: شبكة الانابيب الرابطة (Interconnecting piping)	4/9
9-1/1/11: مرشحات الهواء (Air filters)	4/9
9-1/1/12: فتحات السحب المزعنفة (Intake louvers)	4/9
9-1/1/13: ملفات الماء الحار (Hot water coils)	4/9
9-1/1/14: اجهزة القياس (Instruments)	5/9
9-1/2: مبردات الهواء (Air coolers)	5/9
مراجع الباب 9	6/9
الباب 10 – شبكة الانابيب (Piping)	
10-1: شبكة الانابيب (فكرة عامة) (Piping)(General)	1/10
10-1/1: مهارة تنفيذ الانابيب (Pipe workmanship)	1/10
10-1/2: تركيب الانابيب (Pipe installation)	1/10
10-1/2/1: شبكة الانابيب المدفونة تحت الارض (Underground piping)	1/10
10-1/2/2: شبكة الانابيب المنصوبة فوق الارض (Above ground piping)	2/10
10-1/3: الوصلات (Joints)	2/10
10-1/3/1: وصلات التمدد والوصلات الخاصة (Expanded & special joints)	2/10
10-1/3/2: وصلات الانضغاط الخاصة (Special compression fittings)	3/10
10-1/3/3: اعادة ربط توصيلة قائمة (Remaking an existing joint)	3/10
10-1/3/4: توصيلات الانابيب (Pipe connections)	4/10
10-1/4: اكمام الانابيب (Pipe sleeves)	4/10
10-1/5: منافذ التنفيس (Vents)	4/10
10-1/6: الصمامات (Valves)	5/10
10-1/7: المصافي (Strainers)	6/10
10-1/7/1: المصفاة على شكل Y (Strainers “Y” type)	6/10
10-1/7/2: المصفاة الثنائية (Strainer “Duplex” type)	6/10

الموضوع	الصفحة
10-1/8: وسائل التعليق والتثبيت (Hangers and anchors)	6/10
10-1/9: لحام الانابيب (Pipe welding)	8/10
10-1/10: التنظيف والضبط (Cleaning and adjusting)	8/10
10-1/11: فحص منظومة الانابيب (Testing of piping system)	8/10
10-1/12: مواد الانابيب (Piping materials)	9/10
10-1/12/1: انابيب تجهيز الماء (Water service lines)	9/10
10-1/12/2: انابيب الماء الحار والمثلج وبرج التبريد وتصريف التكثيف وانابيب الزيت (Hot/Chilled Water, Cooling Tower, Condensate Drainage & Oil Piping)	9/10
10-1/13: عزل الانابيب (Pipe insulation)	9/10
10-1/14: المحارير (Thermometers)	11/10
10-1/15: مقاييس الضغط (Pressure gauges)	11/10
10-1/16: مقاييس جريان الماء (Water flow meters)	11/10
10-1/17: انابيب مائع التثليج (Refrigerant piping)	12/10
10-1/17/1: عام (General)	12/10
10-1/17/2: تنفيذ شبكة الانابيب (Pipe Layout Execution)	12/10
10-1/17/3: تركيب الانابيب (Piping installation)	12/10
10-1/17/4: وسائل التعليق والتثبيت (Hangers and anchors)	13/10
10-1/17/5: التوصيلات الملحومة (Brazed joints)	14/10
10-1/17/6: فحص النضح (Leak testing)	15/10
10-1/17/7: فحص منظومات انابيب مائع التثليج(Testing refrigerant piping)	15/10
10-1/18: انابيب البولي فنيل كلورايد والاسبستوس (PVC& Asbestos pipes)	16/10
10-1/19: خدمات البخار والغاز (Steam and gas service)	16/10
10-1/19/1: فكرة عامة (General)	16/10
10-1/19/2: انابيب البخار (Steam piping)	17/10
10-1/19/3: انابيب الغاز (Gas piping)	19/10
10-1/20: انابيب الالمنيوم (Aluminum piping)	20/10
10-1/20/1: ربط الانابيب (Piping joints)	20/10

الموضوع	الصفحة
10-1-2/20: عزل ونصب الانابيب (Piping insulation and installation)	20/10
10-1-21: انابيب المضخة (Pump piping)	20/10
مراجع الباب 10	21/10
الباب 11-أعمال الصفائح المعدنية وتوزيع الهواء (Sheet metal work and air distribution)	
11-1: اعمال الصفائح المعدنية وتوزيع الهواء (فكرة عامة) (General)	1/11
11-1-1: مواد تصنيع مجاري الهواء (Duct material)	4/11
11-1-2: تنصيب مجاري الهواء واسنادها (Duct installation and support)	4/11
11-1-2-1: تنصيب المجاري (Duct installation)	4/11
11-1-2-2: الحمالات والمساند (Hangers and supports)	5/11
11-1-3: الملحقات المصنعة (Sheet metal accessories)	6/11
11-1-3-1 المخمدات المنفصلة (Splitter dampers)	6/11
11-1-3-2 الجنيحات الدوارة (Turning vanes)	6/11
11-1-3-3 كاتمات صوت مجاري الهواء (Duct silencer)	7/11
11-1-3-4: مخمدات الحريق (Fire dampers)	7/11
11-1-4: منافذ الهواء (Air outlets)	8/11
11-1-4-1: موزعات (ناشرات) الهواء (Air Diffuser)	8/11
11-1-4-2: الموزعات (الناشرات) الخطية (Linear Diffuser)	9/11
11-1-4-3: الموزعات (الناشرات) المربعة او المستطيلة (Square air diffusers)	9/11
11-1-4-4: موزعات (ناشرات) سحب الهواء الخطية (Return air line diffusers)	10/11
11-1-4-5: مشبكات تجهيز الهواء (Supply air registers)	10/11
11-1-4-6: مشبكات سحب وتفريغ الهواء (Return and exhaust air grilles)	10/11
11-1-4-7: شبابيك الابواب (Door Grilles)	10/11
11-1-4-8: مداخل الهواء النقي (Fresh air intakes)	10/11
11-1-4-9: مزعنفات تفريغ الهواء (Exhaust air louvers)	11/11
11-1-5: مخمدات الحريق المعاكسة (Opposed blade dampers)	11/11
مراجع الباب 11	12/11

الموضوع	الصفحة
الباب 12 - مرشحات الهواء (Air filters)	
12-1 مرشحات الهواء (Air filters) (General)	1/12
12-1/1: انواع مرشحات الهواء (Types of air filters)	1/12
12-1/1/1: المرشحات الجافة القابلة للتنظيف (Dry- washable panel filters)	1/12
12-1/1/2: مرشحات الشحم القابلة للغسل (Grease type washable filters)	1/12
12-1/1/3: المرشحات ذات الالواح المؤقتة والاطر الدائمية (Disposable panel filters with permanent frame)	1/12
12-1/1/4: المرشحات ذات الالواح المؤقتة (Disposable panel filters)	2/12
12-1/1/5:المرشحات المؤقتة ذات السطوح الواسعة (Disposable plated filters)	2/12
12-1/1/6: المرشحات الكيسية (Bag filters)	2/12
12-1/1/7: المرشحات الصندوقية عالية الفعالية (High efficiency box filters)	3/12
12-1/1/8: المرشحات الدوارة آليا (Automatic roll type filters)	3/12
12-1/1/9: مرشحات الكاربون المنشط (Activated carbon filters)	4/12
12-1/1/10: مرشحات الرمل (فرازات القصور الذاتي) (Sand filters)	4/12
12-1/1/11: المرشحات عالية الفعالية (High efficiency filters)	4/12
12-2/1: غلاف مرشحات الهواء (Air filters housing)	5/12
مراجع الباب 12	6/12
الباب 13 - عزل وتغليف المنظومات (Insulation and covering of equipment)	
13-1: عزل وتغليف مكونات المنظومات (فكرة عامة) (General)	1/13
13-1/1: عزل انابيب ومكونات منظومات الماء البارد والمكثف والحار (Chilled, condensate and hot water piping & equipment insulation)	1/13
13-2/1: عزل مجاميع المراجل (Boiler connections insulation)	2/13
13-3/1: عزل الاغطية النهائية لمثلجات الماء (Chiller water boxes insulation)	2/13
13-4/1: عزل مجاري الهواء (Duct insulation)	2/13
13-5/1: عزل انابيب البخار (Steam pipe insulation)	3/13
مراجع الباب 13	3/13

الموضوع	الصفحة
الباب 14 – منظومة تفريغ الهواء (Exhaust system)	
14-1: منظومة تفريغ الهواء(فكرة عامة) (Exhaust system) (general)	1/14
14-1/1: مراوح التفريغ الرفاسة (Propeller exhausts fans)	3/14
14-1/2: مراوح التفريغ السقفية (Roof ventilators fans)	4/14
14-1/3: مراوح التفريغ السقفية لمظلة المطبخ (Up blast fan)	5/14
14-1/4: المراوح الانسيابية (Aero-foil fans)	5/14
14-1/5: مظلات التفريغ (Exhaust hoods)	6/14
14-1/5/1: مظلة تفريغ هواء المطبخ (Kitchen exhaust hood)	6/14
14-1/5/2: مظلة ابخرة المختبرات (Laboratory fume hood)	7/14
مراجع الباب 14	14/14
الباب 15- مسيطرات التثليج وتكييف الهواء (Refrigeration & air-conditioning controls)	
15-1: مسيطرات التثليج وتكييف الهواء (General)	1/15
15-1/1: مسيطرات التثليج (Refrigeration controls)	1/15
15-1/2: آلية اشتغال مسيطرات التثليج (Operation of refrigeration controls)	2/15
15-1/3: أجهزة السيطرة (Control apparatus)	3/15
15-1/3/1: وحدات السيطرة على درجة الحرارة والرطوبة النسبية لمناطق متعددة	4/15
15-1/3/2: وحدات السيطرة على درجة الحرارة والرطوبة النسبية لمنطقة واحدة	5/15
15-1/3/3: السيطرة على درجة الحرارة والرطوبة النسبية لصالات العمليات	6/15
15-1/3/4: السيطرة على درجة الحرارة والرطوبة النسبية لمناولات الهواء الابتدائية	6/15
15-1/3/5: السيطرة على درجة الحرارة الفضاء لوحدات المروحة والملف	7/15
15-1/4: التسليك الكهربائي (Electrical Wiring)	7/15
15-1/5: صمامات تنفيس الضغط (Pressure release valves)	7/15
15-1/6: منظومة ادارة السيطرة على البناية (Building management control system)	8/15
15-1/6/1: فكرة عامة (General)	8/15
15-1/6/2: تصميم المنظومة ومتطلبات الاداء (System Design & Performance Requirements)	8/15
مراجع الباب 15	9/15

الموضوع	الصفحة
الباب 16 - الخزانات (Tanks)	
16-1: الخزانات (Tanks)	1/16
16-1/1: خزانات الوقود والزيوت (Fuel oil storage tanks)	1/16
16-2/1: خزان الوقود اليومي (Daily oil tank)	2/16
16-3/1: خزان التمدد (Expansion tank)	2/16
16-4/1: خزانات الغاز السائل (LP Gas storage tank)	3/16
مراجع الباب 16	3/16
الباب 17 - المخازن المبردة (Cold rooms)	
17-1: المخازن المبردة (فكرة عامة) (Cold rooms) (General)	1/17
17-1/1: وحدات التكثيف المبردة بالماء (Water cooled condensing unit)	1/17
17-1/1/1: فكرة عامة (General)	1/17
17-2/1/1: السعة (Capacity)	2/17
17-3/1/1: مكونات الوحدة (Unit assembly)	2/17
17-4/1/1: المكثف (Condenser)	2/17
17-5/1/1: الخواص الكهربائية (Electrical characteristics)	2/17
17-6/1/1: الضاغط (Compressor)	2/17
17-7/1/1: المسيطرات (Controls)	2/17
17-2/1: وحدات التكثيف المبردة بالهواء (Air cooled condensing unit)	3/17
17-1/2/1: وحدة التكثيف (Condenser Unit)	3/17
17-2/2/1: المسيطرات (Controls)	3/17
17-3/1: وحدة التبخير (Cooler unit)	3/17
17-4/1: مسيطرات دورة التثليج (Refrigeration cycle controls)	4/17
17-5/1: انابيب مائع التثليج (Refrigerant piping)	5/17
17-1/5/1: المواد المستعملة (Materials)	5/17
17-2/5/1: المبادل الحراري للدورة الحرارية (Heat cycle exchanger)	5/17
17-3/5/1: العزل (Insulation)	5/17
17-6/1: بناء المنظومة (Construction)	5/17

الموضوع	الصفحة
17-7/1: اداء المنظومة (Performance)	6/17
17-8/1: الابواب ذات العزل الحراري (Insulated doors)	6/17
17-9/1: التنصيب والمهارات المطلوبة (Insulation and workmanship)	7/17
17-1/9/1: الجدران (Walls)	7/17
17-2/9/1: السقف (Ceiling)	7/17
17-3/9/1: الارضية (Floor)	7/17
17-4/9/1: الجص والقرميد (Plaster and tiles)	8/17
17-10/1: تنصيب انابيب مائع التثليج (Refrigerant pipe insulation)	8/17
17-11/1: آلات القياس (Instruments)	8/17
مراجع الباب 17	8/17
الباب 18 - منظومات التكييف ذوات الوحدات (Unitary air conditioners)	
18-1: منظومات التكييف ذات الوحدات (فكرة عامة) (General)	1/18
18-1/1: تصنيف المنظومات بحسب استعمالها (Classification of unitary air conditioners according to their use)	1/18
18-1/1/1: المنظومات السكنية (Residential unitary air conditioners)	1/18
18-2/1/1: المنظومات التجارية الخفيفة(Light commercial unitary air conditioners)	1/18
18-3/1/1: المنظومات التجارية (Commercial unitary air conditioners)	1/18
18-2/1: تصنيف المنظومات بحسب الفضاء المكيف وحجم الهواء (Classification according to conditioned space and air volume)	1/18
18-1/2/1: منظومة الفضاء المفرد والحجم الثابت (Single-zone/ constant-V)	1/18
18-2/2/1: منظومة متعددة الفضاءات والحجم الثابت (multi-zone/constant-V)	1/18
18-3/2/1: منظومة متعددة الفضاءات والحجم المتغير(Single-zone/ variable-V)	2/18
18-3/1: متطلبات التصميم للوحدات المجمعة (P.U. requirements design)	2/18
18-4/1: متطلبات وحدات التكييف المجمعة (P.U. requirements)	2/18
18-1/4/1: التثبيت (Placement)	2/18
18-2/4/1: اتجاه جريان الوحدة الداخلية (Air discharge)	2/18
18-3/4/1: التهوية (Ventilation Air)	2/18

الموضوع	الصفحة
18-4/4/1: مجاري الهواء (Ductwork)	3/18
18-3/4/1: الملحقات (Accessories)	3/18
18-2: المنظومة المنفصلة ذات الوحدات المتعددة (Multi split system (VRF))	3/18
18-1/2: التنصيب (Installation)	3/18
18-3 الصيانة (Service)	4/18
18-4: حفظ الطاقة والفعالية (Energy conservation and efficiency)	5/18
18-5: برامج شهادات معهد التثليج الأمريكي ARI (ARI Certification programs)	5/18
18-6: تصميم دورة مائع التثليج (Refrigerant circuit design)	5/18
18-7: مسيطرات الامان (Safety controls)	5/18
18-8: اجهزة السيطرة على جريان المائع (Flow control devices)	6/18
18-9: السيطرة على سعة المنظومة (Capacity Control)	6/18
18-10: منظومات مناولة الهواء (Air-handling systems)	7/18
18-11: التصاميم الكهربائية (Electrical design)	8/18
مراجع الباب 18	9/18
الباب 19 - الاعمال الانشائية (Civil works)	
19-1: الاعمال الانشائية (Civil works)	1/19
19-1/1: الأسس (Foundations)	1/19
19-2/1: فتحات البناية (Building openings)	1/19
19-3/1: اعمال الخرسانة (Concrete work)	1/19
19-4/1: مساند التثبيت (Supports)	1/19
19-5/1: تجهيز وتصريف الماء (Water supply and drains)	2/19

الموضوع	الصفحة
الباب 20 - بيانات العطاء (Information required with tender)	
20-1: البيانات المطلوبة مع العطاء (Information required with tender)	1/20
20-1/1: وحدات تثليج الماء (Water chilling units)	1/20
20-1/1/1: الضاغط (Compressor)	1/20
20-1/1/2: المحرك الكهربائي (Electric motor)	1/20
20-1/1/3: المكثف (Condenser)	2/20
20-1/1/4: المبخر (Evaporator)	2/20
20-2/1: مراجل الماء (Boilers)	2/20
20-3/1: ابراج التبريد (Cooling towers)	3/20
20-4/1: المضخات (Pumps)	4/20
20-5/1: مناولات الهواء (Air handling units)	4/20
20-1/5/1: بيانات عامة (General data)	4/20
20-2/5/1: قسم المروحة (Fan section)	5/20
20-3/5/1: ملفات التبريد والتسخين (Cooling and heating coils)	5/20
20-4/5/1: قسم المرشات (Spray section)	5/20
20-5/5/1: قسم مرشح الهواء (Air filter section)	6/20
20-6/1: وحدة المروحة والملف (Fan coil unit)	6/20
20-7/1: المرشحات عالية الفعالية (High efficiency filters)	7/20
20-8/1: المحركات الكهربائية (Electric motors)	7/20
20-9/1: أدوات بدء الاشتغال والموصلات التلامسية (Starters & contactors)	7/20
20-10/1: اجهزة التبريد التبخيري المركزية (Central evaporative cooling plants)	8/20
20-1/10/1: غاسلات الهواء (Air Washers)	8/20
20-2/10/1: البيانات (Information)	8/20
20-3/10/1: ملفات التسخين (Heating coils)	8/20
20-4/10/1: قسم مرشحات الهواء (Air filters section)	8/20
20-5/10/1: المضخات (Pumps)	8/20
20-6/10/1: مصفيات الماء الخشنة (Pot Strainers)	8/20

الموضوع	الصفحة
الباب 21- الفحص، والموازنة، والصيانة والضمان **(Guarantee &Testing, Balancing, Maintenance)**	
21-1: الفحص والموازنة والتنظيف والتدريب والاشراف	1/21
21-1/1: فحص الانابيب (Pipe testing)	1/21
21-1/2: فحص منظومة التكييف (Air conditioning system testing)	1/21
21-1/3: الموازنة (Balancing)	1/21
21-1/4: التنظيف (Cleaning)	2/21
21-1/5: التدريب (Training)	2/21
21-1/6: الاشراف (Supervision)	2/21
21-2: الصيانة والضمان (Maintenance and guarantee)	2/21
21-2/1: تعليمات التشغيل والصيانة (Operating & maintenance instructions)	2/21
21-2/2: الضمان (Guarantees)	3/21
21-2/3: بيانات الاداء (Performance data)	3/21
21-2/4: التشغيل والصيانة قبل القبول (Operation and maintenance before acceptance)	3/21
مراجع الباب 21	4/21

الملاحق - قراءات الفحوص والرموز والمصطلحات (Test Readings, Symbols & Abbreviations)	
الملحق أ : تسجيل قراءات الفحوص (Test readings)	أ/1
أ-1 قراءات منظومات الماء المثلج او المسخن (Chilled/ Hot Water System)	أ/1
أ-2 قراءات منظومات التبريد المركزية بالتبخير (Central evaporative cooling plants)	أ/5
أ-3 قراءات المخازن المبردة (Cooled stores)	أ/5
الملحق ب : الرموز (Symbols)	ب/1
الملحق ت: قاموس المصطلحات (Dictionary)	ت/1

الباب 1
المقدمة (Introduction)

1-1 مجال العمل (Scope of Work)

يشمل العطاء الخاص بالاعمال الميكانيكية تجهيز ونصب وفحص وبدء تشغيل منظومات التكييف والتهوية والتفريغ والخزن البارد وبحسبما ينطبق على المخطط المتعلق بالعطاءات.حيث أن كلمة "منظومة" يجب أن تتضمن أياً من أو جميع المنظومات الأربعة وبحسبما يحتويه العقد. ينبغي أن يُغطي العطاء المتطلبات والشروط العامة المتعلقة بالعمل، ويجب أن تتضمن أسعار العطاء كُلف العمل والمواد والآلات والإشراف والنقل والعُدد والمنظومة وفحص المنظومة وكلف تجميع وإزالة أي من المواد المرفوضة والقيام بجميع العمليات المطلوبة لإكمال التنصيب كما ذكرت في العطاء، باستثناء تجهيز جميع محركات الآلات ومفاتيح تشغيلها وأسلاك التحكم،ويجب أن يتضمن عقد الخدمات الكهربائية جميع الأعمال الكهربائية المرتبطة بالتنصيب وهي تجهيز ونصب جميع لوحات المفاتيح ومركز السيطرة على المحركات وجميع المخططات الكهربائية للمحطة.

1-2 شروط العطاء (Conditions of tender)

يجب أن تخضع جميع المواد والآلات التي تجهز وتنصب لأي مشروع لتصديق الجهة المسؤولة عن المشروع التي لها الحق برفضها إذا وجدت بأنها غير مناسبة لمتطلبات العمل من قبل المُصمم أو لأي سبب تصنيعي او تشغيلي. تُمثل الأحجام والقدرات الموضحة في المخططات والجداول ومواصفات الآلات الحد الأدنى من متطلبات السعة والنوعية للآلات ويمكن تقديم أي إنحراف عن المخططات والمواصفات للموافقة عليها قبل استيرادها او طرحها في موقع العمل،وفي حال وجود بدائل فيجب أن تتوافق البدائل مع الحد الأدنى من المتطلبات المُحددة وأن يكون البديل قابلا للإستيعاب في الحيز الموضح في المخطط.

1-3 القوانين والأنظمة والمعايير(Codes, regulations and standards)

يجب أن تكون القوانين والأنظمة والمعايير المُحدثة التالية في وقت الدعوة لتقديم العطاءات جزءا من هذا الفصل إضافة الى أي معيار آخر يُشار اليه في هذه المواصفات.

1-3/1 نظرة عامة (General)

- أنظمة مدينة بغداد والأنظمة الحكومية.
- أنظمة وزارة الأعمار والإسكان والشروط والمواصفات العامة.
- أنظمة وزارة التخطيط وشروطها ومواصفاتها للاعمال المدنية والميكانيكية والكهربائية.
- تكون المعايير المنصوص عليها في المدونات العراقية هي السائدة في حالة وجود تقاطع بينها وبين المعايير الاخرى التي تشير اليها البنود (1-3/2) الى (1-3/15).

1-2/3 **أعمال مجاري الهواء (Ductwork)**

- دليل مُتعاقدي أعمال الصفائح المعدنية والتكييف، الدليل الوطني لـــ (SMACNA) – الولايات المتحدة الأمريكية الطبعة الثالثة 1990.
- معيار ودليل آشري ASHRAE - الولايات المتحدة الأمريكية 2009.
- معيار ودليل شركة كارير (Carrier).

1-3/3 **المحركات (Motors)**

- المعايير البريطانية.
- معايير الجمعية الوطنية لمصنعي الكهربائيات- الولايات المتحدة الأمريكية 2000.

1-4/3 **الأنابيب (Piping)**

- المعايير البريطانية.
- معايير الجمعية الأمريكية لمهندسي الميكانيك (ASME) المتعلقة بأنابيب التبريد وأنابيب الضغط 2007.
- معيار NEPA رقم 54 الخاص بتركيب أنابيب الغاز 1999.
- الأجهزة والأنابيب- الولايات المتحدة الأمريكية 2001.

1-5/3 **أوعية الضغط (Pressure vessels)**

- معايير الجمعية الأمريكية لمهندسي الميكانيك (ASME) 2007.
- الجمعية الأمريكية لفحص المواد (ASTM)،المجلد 04-01.

1-6/3 **وحدات التكثيف (Condensing units)**

- معيار (ANSI/AHRI) 365-2004.
- معيار AHRI 450-2007.
- معيار AHRI 366-2009.

1-7/3 **اللحام (Welding)**

- جمعية اللحام الأمريكية 2001.

1-8/3 **محددات القياس (Gauges)**

- المعيار الأمريكي للمقاييس 2003.

1-9/3 **المرجل (Boiler)**

- الجمعية الأمريكية للمراجل وأوعية الضغط، المواصفة 04-01.
- معيار شركة **U.L.** للمراجل العاملة بإحتراق النفط.

1-**10/3مُ ثلجات الماء (Water chillers)**

- معيار ANSI/ASHRAE 90.1، 2004.
- معيار ASHRAE 15، 1994.

- معيار AHRI 550/590، 2003.
- معيار ANSI/AHRI 2000.

1-3/11 أبراج التبريد (Cooling towers)

- جمعية تقنيات التبريد (CTI).
- إختبار ASME لمعدات تبريد الماء الجوي 2005.
- معيار ARI لأبراج التبريد ذات السحب الميكانيكي.

1-3/12 وحدات مناولة الهواء(Air handling units)

- معيار ANSI/AHRI 430- 99 لوحدات مناولة الهواء المركزية.
- معيار CSA 3 ،7 -2003.
- مدونة AHRI ومعايير مناولات الهواء الأمريكية 2006.

1-3/13 الفحص (Testing)

- ASTM 2005.
- معيار فحص CTI 2001.

1-3/14 قوانين السلامة (Safety code)

- مواصفة أمان ASHRAE للتبريد الميكانيكي 2004.
- معايير ASHRAE/ANSI/AHRI/ISO 13256 2& 1، 1998.

1-3/15 المراوح (Fans)

- AMCA الأمريكية، 2000.
- AHRI 840، 1998.

الباب 2

بيانات العمل الأساسية (Basic work data)

2-1 المخططات (Drawing section)

2-1/1 مخططات العقد (Contract drawings)

إن مخططات العقد لجميع المنظومات هي تخطيطية وذات طابع دلالي فقط هدفها بيان الترتيب العام، والموقع التقريبي ومتطلبات الحيز المطلوب للآلات. على المقاول الإلتزام بهذه المخططات عند التخطيط لإنجاز العمل وعليه إستشارة المُصمم للتحقق من جميع الظروف والفضاءات المؤثرة في أعمال تنصيب آلاته. عندما تكون الإنحرافات عن مخططات العقد ضروريةً من قبل المقاول فإن تفاصيل هذه الإنحرافات وأسبابها يجب ان تُسلم الى المُصمم لإستحصال الموافقة المسبقة قبل تنفيذ أي منها.

2-1/2 سعات المنظومة (System capacities)

§ تثبت جميع سعات الآلات وقياسات المجاري والأنابيب وأبعاد منافذ الهواء وجميع بيانات القدرة والأداء الأخرى في جدول الأداء في المخططات، حيث ستشكّل قائمة المخططات جزءا من العطاء لتسلم مع وثائق العقد.

§ يجب على المقاول أن يتأكد بنفسه من أن جميع مكونات المنظومة مطابقة بشكل صحيح ومناسبة لغرض تحقيق الظروف الداخلية المشار اليها آنفاً.

§ يجب على المقاول وبدون كلفة إضافية تنفيذ التغييرات الضرورية للأنابيب والمجاري التي قد تكون مطلوبة خلال تقدم العمل بعد إستحصال الموافقة المسبقة من المُصمم.

§ من مسؤولية المقاول لفت الانتباه إلى أي سهو في هذه المواصفات أو الرسوم قبل توقيع العقد. ولا تُقبل أي مطالبة بالتعويض عن أخطاء أو سهو بعد توقيعه على العقد.

§ تعتبر جميع الأعمال غير المستبعدة صراحة من العقد والمطلوبة لإكمال تركيب المنظومة مما لم تذكر أسعارها مغطاة بالأسعار الأخرى في جدول الكميات.

2-1/3 المخططات التنفيذية (Shop drawings)

على المقاول إعداد وتقديم مخططات تنفيذية مفصلة وكاملة لأجهزة وملحقات المنظومة التي تكون مدرجة في العقد على وفق المدونات والمواصفات الفنية ذات الصلة الصادرة عن وزارة الاعمار والاسكان والشروط العامة لمقاولات الاعمال الهندسية الصادرة عن وزارة التخطيط.

يجب أن تحمل المخططات التنفيذية للآلات الرقم التعريفي لتسلسل الآلة المبينة في المخططات أو في المواصفات. وتقدم الرسوم التنفيذية التي تتطلب تصديقا بأربع نسخ، وعلى وفق المخططات الأصلية للتصديق عليها قبل إجراء أي تنصيب. لا يجوز طلب أي آلة قبل التصديق النهائي على المخططات. يكون العمل المنجز قبل التصديق النهائي على المخططات من مسؤولية المقاول وتجب إزالته وابداله

بحسب التوجيهات إذا لم يصدق عليه بما في ذلك تصحيح ما يتأثر من العمل المجاور بدون تحميل المالك كلفة إضافية. تقدم الرسوم النهائية وعلى وفق المخططات التنفيذية المصدق عليها.

تقدم الرسوم النهائية والمواصفات للموافقة عليها من قبل المُصمم قبل بدء العمل.يجب تقديم مجموعات كاملة من الرسوم النهائية التي صدقت الى المُصمم.

يجب على المقاول تقديم المخططات التنفيذية التالية:

§مخططات إنشائية مفصلة لقواعد وأسس جميع الآلات، وجميع أعمال البناء المرتبطة بالتنصيب، وتفاصيل عوازل الاهتزاز، والمساند، والعلاقات، وفتحات التفتيش، وتفاصيل الفتحات في الجدران والسقوف، والسقوف الثانوية والأرضيات والأبواب وغيرها، تتفاصيل الإطارات تزعانف التوجيه تأغطية الأنابيب حيثما ينطبق ذلك.

§بيان أبواب الدخول الى مختلف المحطات (الوحدات) والآلات والإشارة الى ابعاد الأبواب في المخططات التنفيذية.

§الترتيبات العامة ومخططات التنسيق لكامل الإنشاءات بما فيها الفقرات الميكانيكية والكهربائية وبمقياس رسم 50/1.

§مخططات تنفيذية مفصلة لجميع المحطات (الوحدات) الميكانيكية وغرف المحطة (الوحدة) بمقياس رسم 25/1. ويجب أن تتضمن المخططات جميع مكونات وروابط المحطة وتفاصيل أعمال الأنابيب والمجاري وجميع الملحقات الأخرى حيثما ينطبق ذلك.

§مخططات تنفيذية لجميع مجاري الهواء بمقياس رسم 50/1.

§مخططات تنفيذية لأحجام ومواقع الأنابيب. يجب على المقاول تهيئة مخططات تنفيذية مفصلة تبين المقاطع العرضية والطولية وتفاصيل التركيبات والتثبيتات ومواقع صمامات الغلق والسيطرة وتفريغ الهواء وعلامات الدلالة .... الخ.

§مخططات تنفيذية مفصلة لكل منظومة سيطرة وشرائط توصيل لوحات السيطرة ونظام الألوان وحدود قيم الإدخال والإخراج وتحديد علامات الإشتغال لكل منظومة سيطرة مع بيان كامل التسليك بما فيه تسلسل التشغيل.

§يجب أن تكون جميع المخططات مرسومة ببرنامج أوتوكاد حديث ويجب أن يقدم المقاول ثلاث نسخ على أقراص مدمجة مع النسخ الورقية.

§على المقاول تقديم برنامج عمل للبدء بالعمل والتنصيب والفحص واختبار الجاهزية للمنظومات على وفق توقيتات العقد. ويجب على مشرف العمل دراسة البرنامج والتصديق عليه قبل بدء العمل.

الباب 3

وحدة التثليج (Refrigeration plant)

3-1 وحدة التثليج (فكرة عامة) (Refrigeration plant) (General)

تُستعمل مثلجات الماء في مختلف تطبيقات التكييف والتبريد الصناعي. تقوم هذه الاجهزة بتبريد الماء الذي يُنقل بواسطة المضخات والأنابيب الى ملفات التبريد بالهواء في المنظومات الطرفية التي يمكن أن تحقق التبريد للعمليات الصناعية، وتُسمى المنظومات التي تستعمل مثلجات الماء بمنظومات الماء المثلج.

3-1/1 أنواع مثلجات الماء (Types of water chillers)

تتنوع مثلجات الماء التي تستعمل في دورة التبريد بضغط البخار بتنوع الضاغط المستعمل والأنواع الشائعة من الضواغط التي تُستعمل تشمل النوع الترددي، والحلزوني، والدوار الحلزوني والطارد المركزي. تحتاج هذه المنظومات للضاغط لتدوير مائع التثليج خلال المنظومة. ويعتبر المحرك الكهربائي هو مصدر الطاقة الأكثر شيوعاً لتشغيل الضاغط.

يكون لنوع الضاغط المُستعمل أكبر الأثر على فعالية وموثوقية منظومات التبريد العاملة بضغط البخار. إن التحسن في تصاميم الضاغط وتطور تقنيات جديدة في تصنيعه أدى الى منظومات تتمتع بفعالية وموثوقية أعلى.

كان الضاغط الترددي لفترة طويلة هو العمود الفقري في سوق منظومات التبريد الصغيرة التي تتيسر عادةً بسعات تصل الى 100 طن تبريد (350 كيلوواط). وللحصول على سعات اكبر يستعمل عدد من الضواغط في منظومة تثليج واحدة لرفع سعتها الى 200 طن تبريد (700 كيلواط).

ظهرت الضواغط الحلزونية كبديل جيد وفعال ومحكم الغلق للضواغط الترددية في منظومات تثليج الماء وبسعات تصل الى 15 طنا (53 كيلوواط). وكما في الضواغط الترددية، يستعمل غالبا أكثر من ضاغط حلزوني في منظومة تثليج واحدة لتلبية السعات الأكبر. وبشكل عام تكون الضواغط الحلزونية أكثر فعالية من الضواغط الترددية بـــ 10 الى 15%، كما أثبتت بأنها أكثر موثوقية لسبب رئيس هو احتواؤها على أجزاء متحركة أقل بمقدار 60% من الضواغط الترددية. تُستعمل الضواغط الترددية والحلزونية عادةً في منظومات تبريد الماء ذات السعات الصغيرة التي تقل عن 100 طن (350 كيلوواط).

أما الضواغط اللولبية (الدوار الحلزوني) فقد استعملت لعدة سنوات في ضغط الهواء وفي تطبيقات التبريد ذات درجات الحرارة المنخفضة وتستعمل الآن بصورة واسعة في منظومات تبريد الماء متوسطة السعة التي تتراوح بين 50 و500 طن (175 و1750 كيلوواط). وكما في الضواغط الحلزونية، تتميز الضواغط الدوارة الحلزونية بالموثوقية بسبب قلة الأجزاء المتحركة فيها اضافة الى فعاليتها التي تفوق فعالية الضواغط الترددية.

أما ضواغط الطرد المركزي فانها استعملت لفترة طويلة في منظومات التبريد الكبيرة وقد ساعد على انتشارها ميزاتها العديدة التي تشمل فعاليتها وموثوقيتها العاليتين وانخفاض مستويات الضوضاء فيها وقلة كلفتها النسبية. تتوافر ضواغط الطرد المركزي عموماً في منظومات التبريد مُسبقة الصنع بسعات تتراوح بين 100 و3000 طن (350 و10500 كيلوواط) وتصل الى 8500 طن (30000 كيلوواط) للمنظومات الموقعية.

3-1/1/1 المثلجات المُبرَدة بالهواء (Air cooled chillers)

الميزة الأساسية لاستعمال منظومات التبريد المُبردة بالهواء هي الإستغناء عن برج التبريد والتي تعني التخلص من متطلبات الصيانة المرتبطة بمعالجة المياه وتنظيف أنابيب المكثف والإدامة الميكانيكية لبرج التبريد والوقاية من الانجماد ومقدار توافر ونوعية ماء التعويض. يكون التخلص من متطلبات الصيانة جذابا بشكل خاص للمالكين لأنها تعني التقليل المُستدام للكلف. تحتاج المنظومات التي تستعمل برج التبريد من النوع المفتوح الى برنامج لمعالجة المياه، حيث يؤدي عدم معالجة مياه البرج الى تلوثها بالبكتريا والطحالب على الأنابيب أو تآكلها مما يقلل من فعالية منظومة التبريد ويؤدي بالنتيجة الى فشل مُبكر في المنظومة.

3-2/1/1 المثلجات المُبرَدة بالماء (Water-cooled chillers)

تكون هذه المنظومات عادةً ذات فعالية أكبر من منظومات التبريد المُبردة بالهواء. تعتمد درجة حرارة التكثف لمائع التثليج في منظومات التبريد المُبردة بالهواء على درجة حرارة البصلة الجافة للهواء المحيط فيما تعتمد هذه الدرجة في منظومات التبريد المُبردة بالماء على درجة حرارة ماء المُكثف والتي تعتمد بدورها على درجة حرارة البصلة الرطبة للهواء المحيط. وبالنظر لأن درجة حرارة البصلة الرطبة تكون عادةً أقل بشكل ملحوظ من درجة حرارة البصلة الجافة، فإن درجة حرارة التكثف (والضغط) لمائع التثليج في منظومات التبريد المُبردة بالماء تكون أقل من تلك في المنظومات المُبردة بالهواء. على سبيل المثال، عند ظروف تصميمية خارجية لدرجة حرارة البصلة الجافة 35 درجة مئوية ودرجة حرارة البصلة الرطبة 26 درجة مئوية فإن برج التبريد يُجهز ماء الى المُكثف المُبرّد بالماء بدرجة حرارة 38 درجة مئوية. عند نفس هذه الظروف الخارجية، تبلغ درجة حرارة التكثف لمائع التثليج في المكثف المُبرّد بالهواء 52 درجة مئوية تقريباً. عندما تكون درجة حرارة المكثف (وبالتالي ضغط المكثف) أقل، فإن الضاغط يحتاج الى بذل شغل أقل وبالتالي فإن الطاقة المستهلكة تكون أقل.

قد تنخفض ميزة الفعالية هذه عند ظروف التشغيل الجزئى لأن درجة حرارة البصلة الجافة تميل الى الإنخفاض بصورة أسرع من درجة حرارة البصلة الرطبة. وكنتيجة، قد تستفيد منظومات التبريد المُبردة بالهواء من قابلية المكثف على التبادل الحراري. بالإضافة الى ذلك فإن ميزة الفعالية لمنظومات التبريد المُبردة بالماء تكون أقل بكثير عند اخذ كُلف الطاقة التي يحتاجها برج التبريد والمضخة بنظر الإعتبار. إن إجراء تحليل شامل للطاقة هو الطريقة المُثلى لتقدير الفرق بكلفة التشغيل بين المنظومات المُبردة بالهواء وتلك المُبردة بالماء.

يحتوي مثلج الماء على جميع مكونات منظومة التبريد والتي تشمل الضاغط والمُكثف وصمام الخنق والمُبخر. إن الميزة الأساسية لهذا التكوين هو التركيب والفحص المصنعي لجميع مكونات المنظومة بما فيها شبكة الأسلاك وأنابيب مائع التثليج وعناصر التحكم.

3-1/1/3 مثلجات الماء اللولبية (الدوار الحلزوني) (Screw Water Chillers)

تتشابه العديد من مكونات مثلجات الماء من النوع الدوار الحلزوني مع تلك الموجودة في الأنواع الأخرى من المثلجات. يَستعمل هذا النوع من المثلجات مُبخرا من نوع القشرة والأنابيب (shell and tube) يتبخر فيه مائع التثليج داخل القشرة فيما يتدفق الماء داخل الأنابيب ويكون الضاغط من النوع الدوار الحلزوني بدوّار مزدوج يتحقق فيه تشغيل الضاغط بمحرك كهربائي مُبرّد بطريقة سحب الغاز. يُستعمل للمُكثف مبادل حراري ثان من نوع القشرة والأنابيب يتكثف فيه مائع التثليج داخل الهيكل فيما يجري الماء داخل الأنابيب. يجهز مائع التثليج من خلال مقياس ذي صمام خنق الكتروني ويمكن تعزيز فعالية دورة التبريد باستعمال فاصل السائل عن بخاره. تهيء منظومة الإمداد بالزيت مائع تثليج خالياً من الزيت تقريباً الى الهيكل لتعظيم إنتقال الحرارة في الوقت الذي تنجز التزييت وإحكام غلق دوّار الضاغط. توضع لوحة تحكم على المُبرّد ومفتاح تشغيل يقوم بتوصيل مُحرك المُبرّد مع منظومة التوزيع الكهربائي.

3-1/3/1/1 الضاغط (Compressor)

تستعمل مثلجات الماء من النوع الدوار الحلزوني لإنجاز عملية الانضغاط دوّارين متشابكين كل منهما على شكل لولب. يتحقق احتواء الدوّارين داخل غطاء بسماحية صغيرة جداً. يقوم محرك الضاغط بتدوير الدوّار الذكر فقط الذي تتعشق فصوصه لتقود الدوار الأنثى مؤدية الى دوران كلٍ منهما بصورة متعاكسة. خلال التشغيل، يدخل بخار مائع التثليج الى غطاء الضاغط من خلال منفذ الدخول الذي يقع أعلى الغطاء، ويقوم البخار الداخل، الذي يكون بضغط سحب منخفض، بملء الأخاديد والجيوب المتكونة بسبب فصوص الدوّارين. يدفع الدوّاران عند حركتهما جيوب بخار مائع التثليج باتجاه منفذ تصريف الضاغط.

عند النظر الى الضاغط من الجانب يُلاحظ ان البخار، الذي ما يزال عند ضغط سحب منخفض، بعد حركته يميناً متجاوزاً منطقة منفذ الدخول يكون محصوراً ضمن الجيوب بواسطة غطاء الضاغط.

عند النظر الى الضاغط من الأعلى يُلاحظ ان حركة فصوص اللولبين المتشابكين تدفع بخار مائع التثليج المحصور يميناً باتجاه مقدمة نقطة التشابك. تؤدي الحركة المستمرة للدوّارين الى تحرك نقطة التشابك باتجاه منفذ تصريف الضاغط دافعةً بخار مائع التثليج أمامها ويؤدي هذا الفعل الى تقليل حجم الجيوب تدريجياً وزيادة ضغط مائع التثليج. بإستمرار حركة الدوّارين، يتقلص حجم الجيوب أكثر وينجز دفع مائع التثليج المتبقي من التجاويف الى فتحة الخروج. ينبغي ملاحظة ان مائع التثليج يدخل ويخرج من الضاغط عن طريق منافذ وليس صمامات وعليه فإن الضاغط من هذا النوع يسمّى ضاغطاً ذا منافذ.

3-1/3/1/2 فاصل الزيت (Oil Separator)

يخرج مائع التثليج من الضاغط وهو مختلط بالزيت. يتحقق تخليص الزيت من مائع التثليج بواسطة فاصل الزيت الذي قد تتجاوز فعاليته 99%. يتكون فاصل الزيت من إسطوانة عمودية تُحيط بمنفذ خروج،

عندما تتحقق تغذية هذا المنفذ بخليط الزيت ومائع التثليج يُدفع الزيت الى الخارج بتأثير القوة الطاردة المركزية باتجاه جدران الأسطوانة ثم يسيل باتجاه القعر ويكتمل تجميعه خارجاً في حوض الزيت الواقع بالقرب من قعر مثلج الماء.

يسخن الزيت في حوض الزيت بواسطة مسخنات مناسبة لضمان سهولة حركته لتحقيق تزييت ملائم بين الاجزاء. في هذه المنظومة، يجري الزيت في مسارات منفصلة مؤدياً وظائف مختلفة وكما يلي:

يكون مسار الزيت الأول لتزييت وتبريد الضاغط ثم يوجّه الزيت الى كراسي التحميل الواقعة في الدوّار واغطية كراسي التحميل. يوجه كل غطاء باتجاه جانب السحب من الضاغط بحيث ان الزيت الذي يترك كراسي التحميل يوجه من خلال الدوّارين الى فاصل الزيت ليُعاد بعد ذلك الى حوض الزيت. أما المسار الثاني فهو لتزييت وإحكام غلق دوّاري الضاغط حيث يُحقن الزيت على طول الجهة العليا أو السُفلى للدوّارين داخل الغطاء. والهدف الرئيس من ذلك هو إحكام غلق مسافات السماح الصغيرة بين الدوّارين وبين الدوّار والغطاء ويسبب ذلك حاجزاً يفصل بين تجاويف الضغط العالي وتجاويف الضغط الواطيء في الضاغط. يقوم الزيت إضافة الى ذلك بتزييت أجزاء فصوص التعشيق من النوع ذكر-أنثى الخاصة بالدوّار.

يَترك الزيت الحوض ليمر خلال مُرشح زيت ثم صمام رئيس يعمل بملف لولبي يستعمل لعزل الحوض عن جانب الضغط الواطيء من المنظومة وللمحافظة على حركة الزيت رجوعا الى جانب السحب من الضاغط وعند ايقاف الضاغط عن العمل فيمتنع بذلك نزوح الزيت. ويستعمل مبادل حراري من النوع (plate tube heat exchanger) لتبريد الزيت بعد خروجه من فاصل الزيت للمحافظة على لزوجته.

3-1-1/3/3 المُكثف (Condenser)

بعد فصل بخار مائع التثليج ذي الضغط المرتفع من قطرات الزيت فإنه يستمر بالتدفق تاركاً فاصل الزيت مُتجهاً الى المُكثف. في المبادلات الحرارية المُبردة بالماء من نوع القشرة والأنابيب، يضخ الماء خلال أنابيب المبادل الحراري فيما يملأ بخار مائع التثليج القشرة مُحيطاً بهذه الأنابيب. يحتوي المُكثف على صفيحة حارفِة (baffle plate) للمساعدة في توزيع متوازن لمائع التثليج داخل القشرة. بانتقال الحرارة من بخار مائع التثليج مُرتفع درجة الحرارة والضغط الى الماء، يتكثف مائع التثليج على سطوح الأنابيب ليتجمع في قعر القشرة على شكل سائل غامراُ الأنابيب السُفلى فيتحقق بذلك التبريد دون درجة حرارة التكثف (sub-cooled) لمائع التثليج.

يتدفق الماء أولاُ خلال الأنابيب السُفلى للمُكثف ثم الأنابيب العُليا، وينتج من ذلك فرق ثابت تقريباً بدرجة الحرارة بين مائع التثليج المُتجه الى الأسفل وسطوح الأنابيب مؤدياً الى انتقال مُنتظم للحرارة خلال حُزمة الأنابيب. يترك مائع التثليج المُكثف وهو بحالة سائلة ودون درجة حرارة التكثف مُتجهاً الى أداة الخنق خلال خط السائل.

3-1/1/1/4 أداة الخنق (Throttling Device)

تستعمل أداة الخنق للحفاظ على فرق الضغط الناتج بسبب الضاغط بين جانبي الضغط العالي (المُكثف) والضغط الواطئ (المُبخر) للمنظومة ولتنظيم مرور مائع التبريد الى المبخر. يسمح فرق الضغط هذا بأن تكون درجة الحرارة في المُبخر منخفضة بما يكفي لإمتصاص الحرارة من الماء الذي يجري تبريده، في حين يسمح أيضاً لدرجة حرارة مائع التثليج بأن تكون مرتفعة بما يكفي في المُكثف لطرح الحرارة الى الماء أو الهواء عند درجة الحرارة المتوافرة. يتدفق مائع التثليج السائل عالِي الضغط خلال أداة الخنق مؤدياً الى إنخفاض كبير في ضغط مائع التثليج الى ضغط المبخر. يتسبب هذا الإنخفاض بالضغط في الغليان أو التبخر الومضي لجزء صغير من السائل فتقل بذلك السعة التبريدية للمبخر.

تكون أداة الخنق المُستعملة في هذا النوع من المبخرات صمام خنق الكترونياً. بالإضافة الى الحفاظ على الفرق بالضغط بين جانبي الضغط العالي والواطيء، يتحكم صمام الخنق الألكتروني بكمية مائع التثليج السائل الداخل الى المُبخر بما يضمن تبخره الكامل في المُبخر.

اما وصلة الخنق (لوحة ذات فتحة او فتحات) (orifice plate) فهي نوع آخر من أنواع أدوات الخنق التي تستعمل في المثلجات الحلزونية. يسبب عمود مائع التثليج السائل بعد المكثف ضغطاً رأسياً على قاعدته التي تثبت فيها وصلة الخنق، ويجبره على المرور من خلال الفتحة مُتعرضاً الى إنخفاض في درجة الحرارة والضغط. وعندما ينخفض الحمل يقل ارتفاع عمود الغاز وبذلك يقل ضغطه فتمر كمية أقل من السائل خلال وصلة الخنق وبالتالي إنتقال كمية أقل من السائل الى المُبخر.

3-1/1/1/5 فاصل السائل والبخار (Liquid/Vapor Separator)

بعد ترك مائع التثليج للمكثف، يدخل الخليط المتكون من سائل وبخار مائع التثليج الى فاصل السائل/البخار حيث يستقر السائل في قاع الحجرة فيما يسحب البخار من الأعلى ويوجه مباشرةً الى جهة السحب للضاغط، أما ما تبقى من سائل مائع التثليج فيوجه الى وصلة الخنق.

3-1/1/1/6 المُبخر (Evaporator)

في مُبخر الأنابيب والقشرة الذي يجري فيه الماء داخل الأنابيب، يدخل مائع التثليج الذي يكون بدرجة حرارة وضغط منخفضين الى نظام التوزيع داخل القشرة ليتوزع بصورة منتظمة على الأنابيب مُمتصاً الحرارة من الماء الفاتر الذي يجرى داخل الأنابيب. تؤدي الحرارة المُمتصة الى غليان الطبقة الرقيقة من مائع التثليج على سطوح الأنابيب ويسحب البخار المتكون الى الضاغط. الماء المُبرّد يمكن استعماله في تطبيقات متنوعة لأغراض الراحة أو في العمليات الصناعية.

في هذا النوع من المُبخر، يُمكن لمُتحسس أن يراقب مستوى سائل مائع التثليج فيما يمكن استعمال صمام الخنق الإلكتروني للتحكم في كمية تدفق سائل مائع التثليج الداخل الى نظام التوزيع للمُكثف من أجل الحفاظ على مستوى واطيء نسبياً لمائع التثليج في قشرة المُبخر.

3-1/1/7/3 التحكم والتشغيل (Controls and starter)

يوضع صمام تحكم في المُبخر يعمل على التحكم الدقيق في مرور الماء المُبرّد إضافة الى القيام بالمراقبة والوقاية مع أنظمة ملائمة. تقوم أجهزة التحكم بمراقبة عمل المُبخر فتمنعه من العمل خارج المُحددات كما إنها تقوم بموازنة ظروف التشغيل غير الإعتيادية مع الحفاظ على تشغيل المُبخر عن طريق ملاءمة مكونات النظام تفادياً لتوقف المنظومة بسبب معلمات الأمان. علاوة على ذلك، وعندما تحدث المشاكل فعلاً، فإن رسائل التشخيص تساعد على تحري الخلل وإصلاحه. لا يحقق نظام السيطرة هذا تحكماً دقيقاً وحماية مُثلى لمثلج الماء فحسب وإنما يسمح بالتواصل مع نظام التشغيل الآلي للبناية بهدف تحقيق نظام مراقبة متكامل. في منظومة مثلجات الماء، التحكم الأمثل هو القضية الاساسية على نطاق المنظومة، وليس مجرد السيطرة على ظروف الماء المثلج.

ان محركات الضواغط تستهلك حملاً كهربائياً كبيراً لذلك لا يمكن تشغيلها وإيقافها باستعمال مفتاح أو قابس كهربائي بسيط وإنما يستعمل بادئ تشغيل يصل بين المُحرك ومنظومة التوزيع الكهربائي تكون وظيفته الأساسية وصل (تشغيل) أو فصل (ايقاف) المُبرِّد من المصدر الرئيس. ويحتوي بادىء التشغيل أيضاً على محوّلة تجهز القدرة الى لوحة السيطرة الخاصة بمثلج الماء ومكوناته لتنفيذ وظائف الحماية من الأحمال الزائدة والحفاظ على حدود التيار الكهربائي المسموح به. أخيراً، فإن استعمال بادئ تشغيل يتطلب ايضاً توافر وسائل لقطع الاتصال والحماية من دائرة القصر.

3-1/1/8/3 التحكم في سعة الضاغط (Compressor Capacity Control)

يشغل الصمام المنزلق بواسطة تركيب يتكون من مكبس وإسطوانة. يقوم عمود التشغيل عن طريق إندفاعه وإنسحابه بوضع الصمام المنزلق في مكانه المناسب على طول دوران الضاغط. يكون تجهيز أو إستنزاف بخار مائع التثليج عاليِ الضغط، المُسيطر عليه بواسطة صمامين ذوي ملف لولبي، لوضع الصمام المنزلق في مكانه المناسب. لغلق الصمام المنزلق وشحن الضاغط، يُفتح صمام الشحن ويُغلق صمام التفريغ. يسمح هذا بدخول بخار مائع التثليج عاليِ الضغط الى الإسطوانة عن طريق فتحة تصريف الضاغط مؤدياً الى إندفاع عمود التشغيل الذي يُحرّك الصمام المنزلق ليُغطّي المزيد من طول الدوّارين.

وعلى العكس، لفتح الصمام المنزلق وتفريغ الضاغط، يُغلق صمام الشحن ويُفتح صمام التفريغ. يسمح هذا بإستنزاف بخار مائع التثليج عاليِ الضغط خارج الأسطوانة الى منطقة الضغط الواطىء ضمن غطاء الضاغط. يساعد نابض على رجوع المكبس ساحباً عمود التشغيل الذي يُحرّك الصمام المنزلق ليكشف المزيد من طول الدوّارين الذي يؤدي الى تقليل الطول الفعّال للدوّارين اللذين يقومان بضغط البخار.

ينشط عمل صمام التفريغ ذي الملف اللولبي عند إيقاف التشغيل فيقوم النابض بدفع الصمام المنزلق الى وضع التفريغ الكامل ويضمن هذا أن يبدأ الضاغط بالعمل دائماً وهو مُفرّغ بالكامل. عندما يكون كلا الصمامان مُغلقين، يقوم عمود التشغيل بتثبيت صمام الإنزلاق في موضعه الحالي.

3-1/1/4 مثلجات الماء الطاردة المركزية (Centrifugal Water Chillers)

تتوافر المثلجات المُبردة بالماء عموماً بقدرات تتراوح بين 100 و3000 طن (350 و10500 كيلوواط) كآلات مُسبقة الصنع. يستعمل هذا النوع بالخصوص في صناعة مثلجات الماء ذات المبخر من النوع ذي القشرة والأنابيب يقوم فيه مائع التثليج بإمتصاص الحرارة من الماء الذي يتدفق داخل الأنابيب. يتكون الضاغط من دولاب دفع أو أكثر من النوع ذي الطرد المركزي. يستعمل للمُكثف مبادل حراري مُبرّد بالماء أيضا من النوع ذي القشرة والأنابيب يتكثف فيه مائع التثليج داخل القشرة فيما يجري الماء داخل الأنابيب. يجهز مائع التثليج من خلال مقياس باستعمال أداة خنق مثل لوحة ذات فتحة ثابتة. يمكن استعمال مُقتصِد لزيادة فعالية المُبرّد مع ضاغط تستعمل فيه دواليب دفع متعددة. كذلك تجهز لوحة تحكم مع المُبرّد وبادئ تشغيل يوضع اما على مثلج الماء أو عن بُعد.

3-1/1/1/4 الضاغط (Compressor)

يستعمل ضاغط الطرد المركزي مبدأ الإنضغاط الديناميكي (الحركي) الذي يتحقق فيه تحويل الطاقة (الزخم) من شكل الى آخر لزيادة ضغط ودرجة حرارة مائع التثليج حيث يقوم بتحويل الطاقة الحركية الى طاقة السكون. ان المكون الرئيس لضاغط الطرد المركزي هو دولاب الدفع الدوّار. يجهز مركز الدولاب الدوّار بريش مثبتة بشكل يساعدها على سحب بخار مائع التثليج الى داخل قنوات شُعاعية في داخل جسم دولاب الدفع الدوّار.

يؤدي دوران الدولاب الى تعجيل بخار مائع التثليج داخل قنواته مسببا زيادة سرعة البخار وطاقته الحركية. يترك بخار مائع التثليج، الذي اكتمل تعجيله، الدوار ليدخل الى قنوات الناشر التي تكون صغيرة المقطع في البداية ثم تصبح أكبر كلما تقدم مائع التثليج خلالها. بزيادة حجم قنوات الناشر، تنخفض السرعة وبالتالي الطاقة الحركية لمائع التثليج ويزداد الضغط.

تتحول الطاقة الحركية لمائع التثليج الى ضغط السكون. يتجمع مائع التثليج بعد إرتفاع ضغطه في حيز كبير على شكل حلزون حول محيط الضاغط. يزداد حجم الشكل الحلزوني كلما تقدم مائع التثليج خلاله فتتحول مرة أخرى الطاقة الحركية الى ضغط السكون. بسبب ضغطه ودرجة حرارته، يكون مائع التثليج الذي يترك الضاغط في حالة تسمح له بالتخلص من الحرارة في المكثف.

3-2/1/1/4 الضاغط مُتعدد المراحل(Multistage Compressor)

تستعمل الضواغط دولابا دوّارا واحدا أو أكثر لضغط مائع التثليج. يستعمل الضاغط مُتعدد المراحل اثنين أو ثلاثة دواليب دوّارة لزيادة ضغط مائع التثليج على مراحل بدلاً من إنجاز المهمة عن طريق دولاب دوّار مُنفرد. ينتقل بخار مائع التثليج من مخرج دولاب المرحلة الأولى الى مدخل دولاب المرحلة الثانية وبعد أن يُغادر بخار مائع التثليج المُعجّل المرحلة الأخيرة، يتجمع في الحيز الحلزوني المُحيط بالضاغط ثم ينتقل الى المُكثف.

3-1/1/1/3-3/4/1/1 **المُكثف (Condenser)**

يصرف بخار مائع التثليج بعد رفع ضغطه بواسطة الضاغط الى المكثف. ويضخ الماء، في المكثف وهو مبادل من نوع القشرة والأنابيب، فيمر الماء داخل الأنابيب فيما يملأ البخار الحيز الذي يُحيط بحُزمة الأنابيب. تُساعد صفيحة حارفِة داخل المُكثف في توزيع مائع التثليج بصورة متوازنة. بانتقال الحرارة من بخار مائع التثليج ذي الضغط ودرجة الحرارة المرتفعين الى الماء، يتكثف مائع التثليج على سطوح الأنابيب. يتدفق الماء أولاً خلال الأنابيب السُفلى ثم الأنابيب العليا ويؤدي هذا الى فرق ثابت تقريباً بدرجة الحرارة بين مائع التثليج المُتجه الى الأسفل وسطوح الأنابيب وينشأ من ذلك إنتقال مُنتظم للحرارة داخل حُزمة الأنابيب. يتجمع سائل مائع التثليج في قعر القشرة وينتقل خلال خط السائل الى وصلة الخنق والمُقتصد.

3-1/1/1/4 **أداة الخنق (Throttling Device)**

تراجع العبارة 3-1/3/1/4.

3-1/1/1/5 **المُقتصد (Economizer)**

يُمكن استعمال المُقتصد جنباً الى جنب مع أدوات خنق متعددة لتحسين فعالية المُبرّد متعدد المراحل. كما يمكن فصل عملية الخنق في المثلج الذي يعمل بضاغط ذي مرحلتين الى جزأين يفصل بينهما حُجرة تمدد. يدخل مائع التثليج السائل من المُكثف الى وصلة الخنق الأولى التي تقوم بخفض ضغط مائع التثليج الى ضغط الدخول للدولاب الدوّار الخاص بالمرحلة الثانية. يؤدي إنخفاض الضغط هذا الى التبخر أو التبخر الومضي لجزء من مائع التثليج السائل وينتج من ذلك خليط من السائل والبخار يدخل الى حُجرة المُقتصد حيث يكتمل فصل البخار عن الخليط وتوجيهه مباشرةً الى مدخل المرحلة الثانية للدولاب الدوار الخاص بالمرحلة الثانية. يستمر ما تبقى من السائل ليدخل الى وصلة التمدد الثانية التي تقوم بخفض ضغطه ودرجة حرارته الى ظروف المُبخر.يؤدي التبخر الومضي لجزء من مائع التثليج الذي يسبق المُقتصد الى خفض كمية القدرة المطلوبة لإدارة الضاغط لإن بخار مائع التثليج المتولد في المُبخر يحتاج الى أن يُضغط من قبل الدولاب الدوّار الخاص بالمرحلة الثانية فقط.

3-1/1/1/6 **المُبخر (Evaporator)**

في مُبخر الأنابيب والقشرة، يدخل مائع التثليج الذي يكون بدرجة حرارة وضغط منخفضين الى نظام التوزيع داخل القشرة الذي يمتد على طول المبادل. تقوم فتحات صغيرة والواح حارفة في ممر توزيع السائل بنشر رذاذ مُنتظم من مائع التثليج على سطوح الأنابيب داخل قشرة المُبخر، حيث يقوم مائع التثليج بإمتصاص الحرارة من الماء الفاتر الذي يجري داخل حزمة الأنابيب. يؤدي إنتقال الحرارة هذا الى غليان مائع التثليج السائل على سطوح الأنابيب ليمر البخار الناتج من خلال حاجز (eliminator) يمنع سحب السائل الى الأعلى. يتجمع البخار في حُجرة كبيرة في أعلى القشرة قبل أن يسحب ليُعاد الى الضاغط. الماء البارد الناتج يمكن استعماله في تطبيقات متنوعة لأغراض الراحة أو في العمليات الصناعية.

يستعمل في بعض أنواع تصاميم مثلج الماء مُبخر من نوع القشرة والأنابيب الذي يكون فيه التمدد مُباشراً. يتدفق مائع التثليج السائل في هذا النوع من المُبخرات داخل الأنابيب فيما يملأ الماء القشرة المُحيطة. عندما تنتقل الحرارة من الماء الى مائع التثليج، يغلي مائع التثليج داخل الأنابيب ويسحب البخار المتولد الى الضاغط.

3-1/1/4/7 المُحرّك (Motor)

يستعمل مُحرك لإدارة الدولاب الدوّار الذي يُعشّق مباشرةً مع عمود الدولاب ليدور بنفس سرعة المُحرك. قد ينقل المُحرك طاقته الى عمود الدولاب الدوّار عن طريق مجموعة من التروس ويسمح هذا بأن يدور الدولاب بسرعة تفوق سرعة المُحرك. يحتاج المُحرك ذو التعشيق المباشر الى عدد أقل من كراسي التحميل كما يقلل من الخسائر التي تصاحب عملية نقل الحركة بالتروس. إضافة الى ذلك، وحيث إن الضاغط يدور بسرعة أقل فإنه يكون أكثر هدوءاً. تكون الضواغط ذات التعشيق المباشر عملية فقط في مُبردات الطرد المركزي التي تستعمل موائع التثليج ذات الضغط المنخفض.

ثمة فرق مهم آخر في محركات الضواغط هو موضوع المفاضلة بين نوعي محكم الغلق والمفتوح. يكون المحرك من النوع محكم الغلق داخل منظومة التبريد الخاصة بالمُبرّد فيما يُنصب المحرك من النوع المفتوح في الخارج.

يقوم مائع التثليج السائل الذي يتدفق حول وخلال وعلى المحرك بامتصاص الحرارة المتولدة من المحرك مُحكم الغلق لتطرح عن طريق المُكثف الخاص بالمُبرد. أما الحرارة المتولدة من المحرك المفتوح فإنها تطرح الى الهواء المسحوب من غرفة الآلات والتي تحتاج بدورها الى أن تطرح من الغرفة اما بواسطة التهوية الميكانيكية أو، إذا كانت الغرفة مُكيفة، عن طريق منظومة تبريد المبنى. وفي بعض التصاميم يسحب الهواء الى داخل غلاف المحرك بواسطة عمود المحرك. تكون فتحات القنوات مُعرضة الى تجمع الأوساخ والانسداد مما يؤدي الى درجات حرارة تشغيل أعلى وبقع ساخنة تؤثر سلباً على فعالية وموثوقية المحرك. في تصاميم أخرى مثل المحرك المُبرّد بالمروحة مُحكم الغلق ضد الأتربة والماء، تستعمل مروحة منفصلة تحتوي على غلاف واقٍ لتبريد المحرك.

تنتفي الحاجة، عند استعمال المحركات مُحكمة الغلق، الى وسائل الربط المرنة(couplings) وموانع التسرب الخارجية الخاصة بالأعمدة الدوّارة التي تحتاجها المحركات المفتوحة عادةً. ويحتاج الربط المرن الى اتزان محوري دقيق، كما إن موانع التسرب تكون مصدرا رئيساً لتسرب الزيت ومائع التثليج. من ناحية أخرى، يحتاج مثلج الماء الذي يستعمل محركا مُحكم الغلق عند إحتراق المحرك الى تنظيف شامل ودقيق على خلاف المُبرّد ذي المحرك المفتوح.

3-1/1/4/8 التحكم والتشغيل (Controls and starter)

كما ذكر في الفقرة 3-1/3/1/7.

3-1-1-1-9/4 التحكم في سعة الضاغط (Compressor Capacity Control)

يتحقق التحكم في سِعات أغلب ضواغط الطرد المركزي عن طريق جنيحات عند مدخل الدولاب الدوّار الخاص بالضاغط. وفي الوقت الذي يبين مسح لتصاميم أخرى من ضواغط الطرد المركزي وجود وسائل متعددة للتحكم في السعة فإن العديد منها يُماثل طريقة استعمال الجنيحات المنوه عنها.

يُعد تركيب الجنيحات عند مدخل الدولاب الدوّار طريقة شائعة لتناسب سعة الضاغط الذي يعمل على مجال واسع من ظروف الحمل (معدلات تدفق مائع التثليج). تقوم هذه الجنيحات بالتدويم المُسبق لمائع التثليج قبل دخوله الى الدولاب الدوّار. فبتغيير زاوية دخول مائع التثليج، تقلل هذه الجنيحات من قدرة الدولاب الدوّار على استيعاب مائع التثليج ولذلك تتغير خصائص أداء الضاغط مع كل تغيّر في وضع الدخول للجنيحات بدون الحاجة الى تغيير السرعة الدورانية للدولاب الدوّار. في الضاغط متعدد المراحل تنجز عملية تكييف خصائص التشغيل لكل دولاب دوّار عن طريق مجموعة الجنيحات الخاصة به.

3-1-1-1-10/4 الموجة المندفعة المرتدة (Surge)

عندما يستمر الحمل ومعدل جريان مائع التثليج المناظر بالإنخفاض، تنخفض السرعة نصف القطرية (والقوة) كذلك. في مرحلة ما تصبح السرعة النصف قطرية أصغر من ضغط السكون الناتج مما يسمح لبخار مائع التثليج المضغوط بالجريان الى الوراء من قنوات الناشر الى داخل الدولاب الدوّار. يؤدي هذا الى الهبوط الفوري للضغط داخل القنوات الى ما دون القوة نصف القطرية ومع ذلك يكون الضاغط قادرا على إعادة التحكم في الاتجاه الصحيح لتدفق مائع التثليج. تُسمّى هذه الحالة بالموجة المندفعة المرتدة. ان استمرار تواجد هذه الحالة غير المستقرة يعني تعاقب الجريان الى الأمام والى الخلف خلال الدوّار الدافع للضاغط مولداً الضوضاء والإهتزاز الذي يلحق اشد الضرر بكراسي التحميل والدولاب الدوار.

3-1-1-1-11/4 خارطة الضاغط (Compressor map)

تمثل خارطة الضاغط، أداء ضاغط نموذجي على عدة من أوضاع الجنيحات يرسم فيها الفرق في الضغط بين مدخل (المُبخر) ومخرج (المكثف) الضاغط على المحور العمودي ومعدل تدفق مائع التثليج على المحور الأفقي. يُمثل خط الضاغط لحالة الموجة المندفعة المرتدة الحد الفاصل لأدائه، حيث تكون أي نقطة تقع يمين الخط حالة مُرضية لغرض التشغيل المتزن. ان محركاً ذا تردد قابل للضبط (AFD) أو محركا متغير السرعة هو أداة اخرى لتغيير سعة ضاغط الطرد المركزي. تستعمل محركات (AFD) بصورة واسعة في المراوح والمضخات. ونتيجة لتطور أنظمة التحكم القائمة على المعالجات الدقيقة لمثلجات الماء، فإنها تستعمل حالياً في منظومات مثلجات الماء من النوع ذات الطرد المركزي الا إنها تقلل من فعالية الحمل الكامل لمثلج الماء. بالرغم من ذلك فإنها تؤدي الى اقتصاد في الطاقة عن طريق تقليل سرعة المحرك في حالات الحمل المنخفض عندما يتوافر ماء أكثر برودة للمكثف. كما تتحكم محركات (AFD) بالتيار المتدفق عند بدء التشغيل مقللةً بذلك الاجهاد على محرك الضاغط. وتتحسن بعض خصائص المنظومة المدرجة لاحقا عند استعمال المحرك ذي التردد القابل للضبط (AFD):

- عدد مهم من ساعات تشغيل الحمل الجزئي.

- توافر ماء أكثر برودة للمكثف.
- امكانية التحكم وإعادة ضبط درجة حرارة الماء المُبرّد.

ان القيام بتحليل شامل للطاقة هو الطريقة المُثلى لتحديد فيما إذا كان المحرك ذو التردد القابل للضبط هو المُفضّل. وإعتماداً على نوع التطبيق، فقد يكون من المنطقي استعمال المبلغ الإضافي المطلوب لشراء محرك ذي تردد قابل للضبط (AFD) في شراء مثلج الماء أكثر فعالية عوضاً عن ذلك.

3-1-1-4/12 موائع التثليج (Refrigerants)

عند اختيار أي من موائع التثليج لاستعمالها في مثلج الماء من النوع ذي الطرد المركزي، يأخذ المُصنع بنظر الاعتبار الفعالية، وضغوط التشغيل، والتوافقية مع المواد، وخصائص إنتقال الحرارة، والإستقرارية، والسُميّة، وسرعة الاشتعال، والكلفة، والتوفر والأثر البيئي. ويمكن وصف موائع التثليج (التي تستعمل عادةً في مثلجات الماء من نوع الطرد المركزي) الى منخفضة، ومتوسطة ومرتفعة الضغط إستناداً الى ضغوط التشغيل في دورة التثليج.

ان مثلجات الماء التي تستعمل موائع التثليج مرتفعة الضغط مثل HCFC-22 أو متوسطة الضغط مثل HFC-134a تعمل بضغوط اعلى بكثير من الضغط الجوي. إن بعض أقسام مثلجات الماء التي تستعمل مائع تثليج منخفض الضغط مثلHCFC-123، تعمل بضغط يقل عن الضغط الجوي.

3-1-1-4/13 إعتبارات الصيانة (Maintenance Considerations)

أ) التشغيل.

ب) العناصر الميكانيكية.

ج) سطوح انتقال الحرارة.

د) تحليل المائع.

حالما يركب مثلج الماء وإدخاله حيّز التشغيل فإنه يستمر بالعمل من دون الحاجة الى المصاحبة المستمرة. في العديد من الحالات تعمل الآلة وتتوقف بموجب جدول زمني يتحكم فيه من قبل المنظومة الأوتوماتيكية للمبنى أو بواسطة ساعة زمنية بسيطة. وتقتصر متطلبات الصيانة اليومية على مراجعة كاملة لعملية التشغيل. تصمم مثلجات الماء بأعلى قدر من الموثوقية وبأقل قدر من الصيانة، ومع ذلك، ومثل جميع المنظومات الميكانيكية الكبيرة، فإن قدراً من إجراءات الصيانة الدورية يكون مطلوباً أو مُفضلاً.

يجب أن تجهز كراسي التحميل بمنظومة تزييت قسريّة التغذية تتكون من مضخة زيت محكمة الغلق تدار بواسطة محرك مع مرشح لتجهيز زيت نظيف الى كراسي التحميل. يجب أن يتحكم في درجة حرارة الزيت في الحوض عن طريق أداة تحكم أوتوماتيكية مع تشغيل جهاز تسخين للحفاظ على درجة حرارة مناسبة للزيت لمنع تخفيفه بواسطة مائع التثليج. أداة تبريد الزيت يجب أن تكون مربوطة مع دورة الماء المُبرّد من خلال صمامات عازلة او ان يكون الزيت مبردا بالهواء. لابد من وجود مرحّل كهربائي بفارق تأخير زمني مناسب ليسمح لمضخة الزيت بالاستمرار في العمل لعدة دقائق بعد الإطفاء ليتحقق كل من التزييت والحماية الى كراسي التحميل.

5/1/1-3 مثلجات الماء الإمتصاصية (Absorption Water Chillers)

أثبتت مثلجات الماء الإمتصاصية بأنها خيار بديل لمثلجات الماء العاملة بضغط البخار. تستعمل دورة التبريد الامتصاصية الطاقة الحرارية كقوة دافعة أساسية وتجهز الحرارة اما على شكل بخار الماء أو ماء ساخن (في حالة التسخين غير المباشر) أو بحرق النفط أو الغاز الطبيعي (في حالة التسخين المباشر). هنالك فرقان اساسيان بين دورة التبريد الإمتصاصية ودورة التبريد العاملة بضغط البخار، الأول هو التعويض عن الضاغط بأداة امتصاص ومضخة وأداة توليد والثاني هو استعمال مائع ثانوي ماص إضافة الى مائع التثليج. ومع ذلك تكون أجزاء المُكثف وأداة الخنق والمبخر متماثلة في الدورتين. ولا تتضمن دورة التبريد الإمتصاصية الضاغط الذي تحتاجه دورة التبريد العاملة بضغط البخار.

تكون الكلفة الأولية لمنظومات تبريد الماء الإمتصاصية عادةً أعلى من الكلفة الأولية لمنظومات التبريد العاملة بالبخار المضغوط وينتج الفرق بالكلفة بسبب أنابيب إنتقال الحرارة الأضافية التي تحتاجها أداة الإمتصاص وأداة (أو أدوات) التوليد ومحلول المبادلات الحرارية وكلفة المائع الثانوي الماص. ويبرر هذا الفرق في الكلفة عادةً عندما يُلاحظ ان كلفة الطاقة الكهربائية لمثلج الماء تشكّل جزءا كبيراً من كلفة كهرباء المبنى. ولأن الكلفة العالية للطاقة الكهربائية تتزامن غالبا مع الحاجة الى التبريد، فإن مثلجات الماء الإمتصاصية تختار لأوقات الذروة.

لإن مثلج الماء الإمتصاصي يستهلك قدراً قليلاً من الكهرباء، فإن متطلبات السعة للمولد الإحتياطي قد تكون أقل بكثير في هذه المثلجات مقارنةً مع مثلجات الماء العاملة بالكهرباء مما يجعلها جذابة في التطبيقات التي تحتاج الى التبريد في حالة الطوارئ على فرض توافر بدائل الطاقة.

يتيسر لبعض المرافق مثل المستشفيات والمصانع فائض من بخار الماء أو الماء الساخن الناتج من بعض العمليات الإعتيادية، وتولّد بعض العمليات الأخرى مثل التوربين الغازي قدرا فائضا من البخار أو بعض انواع الغازات الضائعة التي يمكن حرقها. في مثل هذه الحالات يمكن الاستفادة من هذه الطاقة الضائعة لتجهيز مثلج الماء الإمتصاصي بالطاقة. وأخيراً فإن بعض أنواع منظومات التوليد المشترك للطاقة تستعين بمثلجات الماء الإمتصاصية كجزء من نهج تجهيز الطاقة المتكامل لإغراض الكهرباء أو التبريد والتدفئة لإغراض الراحة.

هنالك ثلاثة أنواع أساسية من مثلجات الماء الإمتصاصية والتي تكون مُتاحة بسعات تتراوح من 100 الى 1600 طن (350 الى 5600 كيلوواط) وهي:

- تحتاج مثلجات الماء الإمتصاصية ذات التسخين غير المباشر (أحادية التأثير) الى بخار ماء واطىء الضغط (103 كيلوباسكال تقريباً) أو سوائل متوسطة درجة الحرارة (132 درجة مئوية تقريباً) وتعمل بمعامل أداء يتراوح بين 0.6 و0.8. بالإمكان الاستفادة من توافر الحرارة الضائعة من الأحمال الصناعية ومحطات التوليد المشترك للطاقة وفائض السعة في المراجل البخارية، والبخار الناتج منها لإدارة مثلج الماء أحادي التأثير. لذا في هذه التطبيقات تصبح مثلجات الماء الإمتصاصية من وسائل حفظ الطاقة، ويعني ذلك إشتغالها كمثلج الماء الأساسي عند توافر الطاقة "المجانية" التي كانت ستضيع لولا ذلك.

يستعمل مثلج الماء الإمتصاصي أحادي التأثير دورة تتكون من مولّد منفرد ومكثف ومبخر وأداة إمتصاص ومبادل حراري ومضخات.

ان معامل الأداء (COP)هو نسبة لا بُعدية تستعمل للتعبير عن فعالية منظومة التبريد. يُعرّف معامل الأداء لمثلج الماء الإمتصاصي بأنه سعة تبريد المبخر مقسومة على الطاقة الحرارية المطلوبة من قبل أداة الإمتصاص، ويعنى معامل الأداء الأعلى فعالية أكبر.

يلاحظ أن معامل الأداء الذي يستعمل للتعبير عن فعالية مثلجات الماء الإمتصاصية يستثني الطاقة الكهربائية المطلوبة لتشغيل المضخات ونظام التحكم.

• تحتاج مثلجات الماء الإمتصاصية ذات التسخين غير المباشر (ثنائية التأثير) الى بخار ماء متوسط الضغط (793 كيلوباسكال تقريباً) أو سوائل بدرجة حرارة مرتفعة (188 درجة مئوية تقريباً) ولذلك فإنها تحتاج الى مرجل خاص بها. معامل الأداء النموذجي لهذه المثلجات يتراوح بين 0.9 و1.2. يتضمن مثلج الماء الأمتصاصي ثنائي التأثير نفس المكونات الأساسية لمثيله أحادي التأثير ولكنه يتضمن أيضاً مولدا ومبادلا حراريا ومضخة إضافية.

يُمكن للمولد مرتفع درجة الحرارة الاستفادة من بخار الماء أو الماء الحار (في التسخين غير المباشر) كمصدر للطاقة أو بإمكانه استعمال حرق الوقود مثل الغاز الطبيعي أو النفط (في التسخين المباشر). سنشرح أولاً مثلج الماء ذا التسخين غير المباشر ثنائي التأثير، فيما سيشرح مثلج الماء ذو التسخين المباشر لاحقاً.

• يتضمن مثلج الماء الإمتصاصي ذو التسخين المباشر، حارق وقود ملحقا به بدلاً من الإعتماد على مصدر حرارة خارجي. من أنواع الوقود الشائعة التي تستعمل لإشعال الحارق الغاز الطبيعي او زيت الوقود او النفط السائل، إضافة الى ذلك توجد نوعية من الحوارق يمكن بها تحويل الإشعال من وقود الى آخر. يتراوح معامل الأداء النموذجي لمثلجات الامتصاصية ذات التسخين المباشر ثنائية التأثير بين 0.9 و1.1 (محسوبة على أساس القيمة الحرارية العليا للوقود). يُعزى الإهتمام المتزايد بمثلجات الماء الامتصاصية ذات التسخين المباشر الى ارتفاع الفعالية الحرارية وانتفاء الحاجة الى المرجل. تملك هذه المبردات القدرة الإضافية على إنتاج الماء الحار لإغراض التدفئة ولذلك فإن هذه "المبردات-المسخنات" يمكن تهيئتها لإنتاج كل من الماء الساخن والبارد في وقت واحد. في تطبيقات معينة، يمكن لهذه المرونة أن تقلل الى حد كبير من سعة المرجل المطلوب.

تستعمل دورة التبريد الإمتصاصية مائعا ثانِيا يُعرف بمحلول الإمتصاص والذي يكون مقتصراً على جزأي الإمتصاص والتوليد في الدورة. يستعمل لنقل مائع التثليج من جانب الضغط الواطيء (المبخر) الى جانب الضغط العالي (المكثف) لمثلج الماء. لهذا السبب يجب أن يكون للمحلول الماص إنجذاب شديد لمائع التثليج بحيث يكون لمزيجهما درجة غليان أعلى بكثير من تلك لمائع التثليج بمفرده.

المائع الماص الذي يستعمل عادة مع الماء كمائع التثليج هو بروميد الليثيوم. وبروميد الليثيوم هو ملح غير سام له إنجذاب شديد الى الماء. كذلك، عندما يكوّن محلولاً مع الماء، تصبح لهذا المحلول درجة غليان

أعلى بكثير مما للماء ويؤدي هذا الى سهولة فصل مائع التثليج من المائع الماص عند الضغوط الواطئة. لذلك تضخ كمية معينة من المحلول الماص من أداة الإمتصاص الى المولد من أجل نقل مائع التثليج. من المحاليل الثنائية (مائع تثليج-محلول ماص) الشائعة هو الأمونيا وسيطاً للتبريد والماء كمحلول ماص. وتكون هذه المحاليل أكثر شيوعاً في التطبيقات المنزلية الصغيرة. وهنالك ثنائيات (مائع تثليج-محلول ماص) أخرى.

يمزج مائع التثليج والمحلول الماص في داخل مثلج الماء بتراكيز مختلفة. يُشير تعبير المحلول المخفف الى خليط ذي محتوى عال نسبياً من مائع التثليج ومحتوى قليل من محلول الإمتصاص. أما المحلول المركز فيكون ذا محتوى واطئ نسبياً من مائع التثليج ومحتوى عالٍ من محلول الإمتصاص ويكون المحلول المتوسط خليطاً من المحلولين المخفف والمركز.

ان المكونات الأربعة الأساسية لمثلج الماء الامتصاصي هي المولد والمكثف في جانب الضغط العالي والمبخر واداة الإمتصاص في جانب الضغط الواطيء. الضغط في جانب الضغط العالي يبلغ عشرة اضعاف الضغط في جانب الضغط الواطيء.

3-1/5/1/1 المولد (Generator)

ان الغرض من المولد هو تجهيز بخار مائع التثليج الى باقي أجزاء المنظومة وذلك بعزل الماء (مائع التثليج) عن محلول بروميد الليثيوم. في المولد، مصدر حراري ذو درجة حرارة مرتفعة، مثل بخار الماء أو الماء الحار، يجري خلال الأنابيب التي تكون مغمورة في محلول مخفف من مائع التثليج والمحلول الماص. يمتص المحلول الحرارة من بخار الماء أو الماء الأكثر دفئاً مما يؤدي الى غليان مائع التثليج وتبخره وإنفصاله عن المحلول الماص. عندما يغلي مائع التثليج ينفصل عن المحلول المتواجد فيه، فيصبح المحلول الماص أكثر تركيزاً. يعود المحلول المركز الى أداة الإمتصاص ويذهب بخار مائع التثليج الى المكثف. من حيث الموقع، يقع المولد والمكثف ضمن نفس الهيكل. ومع ذلك يكون الضغط في جانب المكثف أقل من الضغط في جانب المولد بسبب ان درجة حرارة ماء التبريد الذي يجري خلال أنابيب المكثف أقل من درجة حرارة بخار الماء أو الماء الجاري داخل أنابيب المولد.

3-2/5/1/1 المكثف (Condenser)

في المكثف، يجري ماء التبريد خلال الأنابيب فيما يملأ بخار مائع التثليج الحار الحيز المحيط. بانتقال الحرارة من بخار مائع التثليج الى الماء، يتكثف مائع التثليج على سطوح الأنابيب. يتجمع سائل مائع التثليج المتكثف في قعر المكثف قبل أن يغادر الى أداة الخنق. في منظومات تبريد الماء الإمتصاصية، تكون منظومة تبريد الماء مربوطة عادةً مع برج تبريد.

3-3/5/1/1 أداة الخنق (Throttling device)

يجري مائع التثليج السائل من المكثف خلال أداة الخنق الى المبخر. تستعمل أداة الخنق للحفاظ على فرق بالضغط بين جانبي الضغط العالي (المكثف) والضغط الواطيء (المبخر) من المنظومة. ان أداة الخنق هي

عبارة عن انبوب طويل يحتوي بداخله على عائق على شكل فتحة تعمل عمل مانع تسرب للسائل يعزل جانبي الضغط العالي والواطيء من الدورة. يؤدي جريان سائل مائع التثليج مرتفع الضغط خلال أداة التمدد الى انخفاض في ضغطه فيجعله مساوياً الى ضغط المبخر. يؤدي هذا الإنخفاض في الضغط الى غليان جزء صغير من مائع التثليج السائل، أو تبخره وميضياً، مبرداً مائع التثليج المتبقى الى درجة حرارة المبخر المطلوبة. يجري بعد ذلك خليط سائل وبخار مائع التثليج الذي اكتمل تبريده الى المبخر.

3-1/1/5/4 المبخر (Evaporator)

يجري خلال أنابيب المبخر ماء فاتر راجعاً من منظومة الماء البارد. تسحب المضخة الخاصة بالمبخر مائع التثليج السائل من قعر المبخر وتقوم بتدويره ليرش بإستمرار على سطوح الأنابيب. نتيجة لإنتقال الحرارة من الماء الى سائل مائع التثليج الأكثر برودة، يغلي مائع التثليج فيسحب بخاره الى أداة الإمتصاص ذات الضغط المنخفض. يقع المبخر وأداة الامتصاص ضمن جانب الضغط الواطئ من المثلج.

3-1/1/5/5 التحكم في السعة (Capacity Control)

الهدف الأساسي من نظام التحكم في سعة مثلج الماء هو ضمان الحفاظ على درجة حرارة مستقرة للماء المبرد الخارج من المبخر. تقوم منظومة السيطرة برصد درجة حرارة هذا الماء فتقارنه بمعلم الإشتغال وتعدّل كمية المحلول المجهّز الى المولد وكمية الحرارة الداخلة اليه.

في التصاميم الأكثر حداثة لمثلجات الماء تستعمل محركات بتردد قابل للضبط (AFD) تعرف أيضاً بمحركات متغيرة السرعة لتغيير سرعة محرك المضخة الخاصة بالمولد فتقلل بذلك من تدفق المحلول المُجهّز اليه. وللمحركات القابلة للضبط فائدة إضافية تتمثل بتقليل طاقة المضخة في حالات الأحمال الجزئية. من أجل تغيير تركيز المحلول، تغيّر مثلجات الماء الإمتصاصية كمية الحرارة الداخلة الى المولد. هنالك صمام طاقة قابل للضبط مربوط على مثلج الماء إمتصاصي أحادي التأثير يعمل ببخار الماء. عند الحمل الجزئي، واستجابة لتغيّر درجة حرارة الماء المبرد الخارج، يبدأ هذا الصمام بالانغلاق مقللاً كمية الحرارة الداخلة الى المولد. بالمثل.أما في مثلج الماء ذي التسخين المباشر، فيتحقق تغيير كمية الحرارة الداخلة الى المولد بتغيير سعة الحارق.

في الوقت الذي يتغير تدفق المحلول الى المولد للحفاظ على درجة الحرارة المطلوبة للماء المُبرّد، يتحقق تغيير كمية الحرارة الداخلة الى المولد للتحكم بتركيز المحلول ويضمن هذا الفعالية المُثلى ويحفظ مثلج الماء من الحالة التي تعرف بالتبلور، وهي تصلب ملح بروميد الليثيوم. في السابق، كان تغيير كمية الحرارة الداخلة الى المولد في مثلجات الماء الإمتصاصية هو الوسيلة الوحيدة للحفاظ على درجة الحرارة المطلوبة للماء المبرد الخارج. ولأن لدورة التبريد الإمتصاصية القدرة على خزن الطاقة، فإن الإعتماد على صمام الطاقة كوسيلة وحيدة للتحكم ستؤدي الى الإستجابة البطيئة جداً لمثلج الماء مقابل التغيّر في السعة. وهكذا فان تغيير معدل تدفق المحلول الى مرشات المولد وأداة الامتصاص، خاصة عند استعمال

المحركات ذات الترددات القابلة للضبط، ساهم في جعل التصاميم الحديثة لمثلجات الماء قادرة على الاستجابة بصورة سريعة جدا مع التغير المستمر في الحمل وحالات ماء التبريد.

3-1/1/5/6 التبلور (Crystallization)

يصنف بروميد الليثيوم على إنه ملح، يملك وهو في حالته الصلبة تركيبا بلوري الشكل مثل معظم الأملاح وهو قابل للذوبان في الماء. توجد لأي محلول ملحي عند تركيز معين درجة حرارة تشبع يترك الملح دونها المحلول على شكل صلب ويُسمى هذا بالتبلور. تمثل درجة حرارة التشبع للتراكيز المختلفة بواسطة خط التبلور في مخطط التوازن. على سبيل المثال، تكون جميع الأملاح لمحلول بروميد الليثيوم عند تركيز 65% ذائبة في المحلول عند درجات الحرارة التي تزيد عن 50.6 درجة مئوية. عند إنخفاض درجة الحرارة عن 50.6 درجة مئوية ولنفس التركيز يصبح المحلول مركزاً، مما يعني ان المحلول يحوي أملاحاً أكثر من قدرته على الإستيعاب عند هذه الدرجة، ولذلك يبدأ الملح بترك المحلول على شكل بلورات.

3-2/1 معايير تصنيف الآلات (Equipment rating standards)

وضَع معهد التثليج الأمريكي (ARI) معايير تصنيف اجهزة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) المُدمجة. ويصدق هذا المعهد أيضاً على بطاقات معلومات الاجهزة من خلال برنامج يتضمن اختبارات عشوائية لأجهزة المُصنِعين للتحقق من معلومات الأداء المنشورة. وقد وضع معايير تصنيف الاجهزة لمساعدة المهندسين في مقارنة اجهزة مُماثلة من شركات مختلفة. توصَف فعالية المثلجات في حالة الحمل الكامل بدلالة كيلوواط/طن ومعامل الأداء، ويجب إتباع مدونات قواعد الممارسة المدرجة لاحقا حيثما ينطبق ذلك:

- الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتبريد وتكييف الهواء /(ASHRAE).
- معهد التكييف والتثليج /1999(ARI).
- الجمعية الأمريكية لمهندسي الميكانيك / 2001 (ASME).

تهدف معادلات وطريقة حساب القيمة المتكاملة للحمل الجزئي (IPLV) الى الحصول على رقم واحد وهو رقم أداء الحمل الجزئي لمثلجات الماء. وقد اشتقت المعادلة للحصول على ما يُمثل معدل فعالية الحمل الجزئي لمُبرّد منفرد فقط. غير إنه يُفضل عمل تحليل شامل يعكس بيانات الطقس الحقيقية وخصائص حمل البناء وساعات التشغيل وقدرات المُقتصد والطاقة المستهلكة من قبل الملحقات كالمضخات وأبراج التبريد عند حساب فعالية المُبرّد والمنظومة.

تهتم معايير ASHRAE/IESNA 90.1–1999 بسِمات جميع أنواع الأبنية باستثناء الأبنية السكنية الصغيرة وتتضمن مُتطلبات مُحددة لكلٍ من مثلجات الماء. يلاحظ الجدولان (3-1/1) و(3-2/1).

الجدول3-1 /1 :أنواع معايير التصنيف (THE STANDARD RATING CONDITION)

نوع مُثلج الماء	مُعدل تدفق ماء المُبخر	مُعدل تدفق ماء المُكثف	معيار التصنيف
ضغط البخار - الترددي - الحلزوني - اللولبي - الطرد المركزي	2.4 غالون بالدقيقة/طن(0.043 لتربالثانية/كيلوواط)عند فرق درجة حرارة 5.5°م	3 غالون بالدقيقة/طن (0.054 لتر بالثانية/كيلوواط) عند فرق درجة حرارة 5.5°م	ARI 550/590.1998
الإمتصاصي	2.4 غالون بالدقيقة/طن (0.043 لتر بالثانية/كيلوواط)		ARI 560.1992
- أحادي التاثير - مزدوج التأثير		3.6 غالون بالدقيقة/طن (0.065 لتر بالثانية/كيلوواط)	
- تسخين غير مباشر مزدوج التأثير		4 غالون بالدقيقة/طن (0.072 لتر بالثانية/كيلوواط)	
- تسخين مباشر		4.5 غالون بالدقيقة/طن (0.081 لتر بالثانية/كيلوواط)	

الجدول3-2/1: متطلبات الفعالية للمُثلجات (CHILLERS EFFICIENCY REQUIREMENTS)

معيار 1999-90.1 لمتطلبات فعالية المُثلجات الكهربائية العاملة بدورة ضغط البخار			
نوع المُثلج	السعة	الحد الأدنى للفعالية	
		معامل الأداء (COP)	القيمة المتكاملة للحمل الجزئي (IPLV)
مُبرّد بالهواء	جميع السعات	2.8	3.05
مُبرّد بالماء/ ترددي	جميع السعات	4.2	5.05
دوار حلزوني/ لولبي	<150طنا (528 كيلوواط) 150 الى 300 طن (528 الى 1056 كيلوواط) > 300 طن (1056 كيلوواط)	4.45 4.9 5.5	5.2 5.6 6.15
طرد مركزي	> 300 طن (1056 كيلوواط)	5.0 5.55 6.1	5.25 5.9 6.4
لمُثلجات الإمتصاصية			
- أحادي التاثير	جميع السعات	0.7	
- مزدوج التأثير /تسخين غير مباشر	جميع السعات	1.0	1.05
- تسخين مباشر	جميع السعات	1.0	1.0

من المعايير الأخرى التي تتعلق بمنظومات الماء المُبرّد هو معيار آشري 15-1994 "مدونة السلامة لمهندسي التبريد" والمُعد لتحديد متطلبات التصميم الآمن وبناء وتركيب وتشغيل منظومات التبريد. يُغطي هذا المعيار جميع أحجام أنظمة التبريد الميكانيكي التي تستعمل جميع أنواع موائع التثليج وتُستثنى المثلجات الامتصاصية من هذا المعيار لأنها تستعمل الماء كمائع تثليج.

للعديد من أنظمة الماء المُبرّد التي يوضع فيها مثلج الماء في الداخل، يتطلب المعيار أن تنصب اجهزة التبريد داخل غرفة الآلات الميكانيكية. ومن متطلبات الغرفة هو احتواؤها على شاشات وأجهزة إنذار لمائع التثليج مع تهوية ميكانيكية وأنابيب تخفيف الضغط وما الى ذلك. تتكون منظومة الماء المثلج التقليدية من توليفة من المكونات الأساسية التالية:

- مُثلج ماء.
- أحمال طَرَفية (ملفات التبريد الناقلة للماء المُبرّد في تطبيقات تكييف الهواء للراحة).
- أبراج تبريد في المنظومات المُبردة بالماء.
- مضخات الماء المثلج وماء المُكثف.
- منظومات توزيع الماء المثلج وماء المُكثف التي تشمل مجموعة أنابيب مع جميع ملحقاتها.

يؤدي استعمال صمامات ثلاثية أو مُخمدات من النوع face-and-bypass الى درجة حرارة متغيرة للماء الراجع وتدفق ثابت نسبياً للماء المُبرّد خلال كامل المنظومة. فيما يؤدي استعمال صمامات ثنائية الى درجة حرارة ثابتة للماء الراجع وتدفق مُتغير للماء المثلج خلال كامل المنظومة. ومن الضروري قبل اختيار أي من طريقتي السيطرة هاتين، تحديد التأثير الواقع على الأجزاء الأخرى لمنظومة الماء المُبرد.

- تصنع جميع الأجهزة من مواد ملائمة لظروف الخدمة السائدة خلال التشغيل. يجب على المقاول تقديم نشرات تتضمن تفاصيل المواصفات والأبعاد والتعليمات وما الى ذلك لجميع الاجهزة.
- عند إحتمال حدوث التآكل، يجب استعمال المواد المناسبة المقاومة للتآكل والطرائق الفعالة بما فيها عزل المعادن غير المتشابهة لمنع التفاعل الكلفاني.
- يجب ان يتحقق التوازن بين جميع مكونات المنظومة لضمان التوافق بين جميع اجزائها من أجل تشغيل وأداء مُرضٍ لكامل حدود درجة الحرارة والتحكم.
- لابد من توافر جميع مُلحقات التحكم وشبكة الاسلاك والصمامات وشبكة الأنابيب والمكونات الأخرى للحصول على نظام تشغيل متكامل.
- يجب على المقاول ان يهيئ مجموعة من إرشادات البدء والتوقف مثبّتة بطريقة مناسبة ومعلقة بقرب كل قطعة من الاجهزة.
- عند الانتهاء من التنصيب، تختبر جميع الاجهزة تحت ظروف التشغيل الميداني لإثبات قدرتها على تلبية متطلبات المواصفات المنصوص عليها في العقد.
- على المقاول ان يقدّم قبل شحن المواد، مجموعة مخططات كاملة للبناء والتنصيب بما فيها عوازل الاهتزاز والقواعد متضمنة مواد البناء وطريقة التجميع.
- يجب تركيب الوحدة بصورة كاملة مع جميع شبكة الأنابيب والصمامات العازلة ومفاتيح تشغيل المُحركات وشبكة الأسلاك والمكونات الضرورية للتشغيل الكامل.
- يجب أن تكون الوحدة مُجمّعة مصنعياً ومفرغة من الهواء وجافة ومشحونة بمائع تثليج صديق لطبقة الأوزون.
- يجب قبل الشحن، إجراء فحص تشغيلي شامل للوحدة تحت ظروف التشغيل الحقيقي ينجز خلاله ضبط جميع نظم التحكم في السلامة والتشغيل والتحقق من سعة الوحدة ومتطلبات القدرة وتدقيق مقدار إنخفاض ضغط الماء عند تدفق الماء التشغيلي ويجب إحالة جميع شهادات الفحص الى المُصمم.

3-1/3 الشروط التصميمية (Design Conditions)

يجب أن تكون السعة ودرجات الحرارة ومُعدلات تدفق الماء والطاقة المستهلكة وجميع البيانات كما ذكرت في جدول العطاءات على وفق المعايير الدولية المُحدثة.

3-1/4 منظومة تنفيس الهواء(Purge System)

تحتوي مثلجات الماء عادة على منظومة لتنفيس الهواء والأبخرة التي تتسرب الى الداخل. وتساهم هذه المنظومة الى حد كبير من فقدان مائع التثليج. تتكون منظومة التنفيس من منظومة تبريد صغيرة مع منظومة ضخ وتحكم ومرشح مجفف. وتشتمل منظومة التبريد على ضاغط صغير وملف تكثيف مُزعنف مُبرد بالهواء وصمام تمدد وملف المُبخر داخل خزان التنفيس. يقوم الخزان مع ملف المبخر بفصل مائع التثليج القابل للتكثف والهواء غير القابل للتكثف. ولإن مبخر منظومة التنفيس يعمل بدرجة حرارة وضغط أقل من مكثف مثلج الماء، يسحب خليط من بخار مائع التثليج والهواء من مكثف مثلج الماء في منطقة تقع عند مستوى مائع التثليج السائل وهي المنطقة التي يتركز فيها الهواء عادةً في مثلج الماء ذي الضغط المنخفض. يدخل الخليط الى خزان التنفيس فيتكثف مائع التثليج على الأنابيب الباردة للمبخر ويعود الى المكثف الخاص بمثلج الماء على شكل سائل. أما الهواء فإنه لا يتكثف بل يتراكم في أعلى الخزان فتتجمع في نهاية المطاف كمية من الهواء كافية لتغطية جزء كبير من الملف. يقوم الهواء بعزل الملف فيؤدي الى خفض كمية الحرارة المنتقلة ودرجة حرارة مائع التثليج الذي يترك ملف مبخر منظومة التنفيس. تسمى هذه الدرجة بدرجة حرارة سحب التنفيس. يشير الإنخفاض في هذه الدرجة الى حاجة المنظومة الى عمليات التصريف.

عندما تنخفض درجة حرارة سحب التنفيس الى ما دون درجة الاشتغال، يقوم متحكم بتشغيل ضاغط التصريف ويفتح صمامات العزل. ولإن الهواء يحتوي على كمية صغيرة جداً من مائع التثليج، فإنه يُضخ من خزان التنفيس الى داخل علبة ترشيح تقوم بإمتصاص كامل ما تبقى من مائع التثليج تقريباً ثم يطرح الهواء الى خط التنفيس الخاص بمثلج الماء. عندما ترتفع درجة حرارة سحب التنفيس مجدداً، تقوم المتحكمات بغلق الصمامات وإطفاء ضاغط التصريف. أما المكون الثالث من منظومة تنفيس الهواء وهو المرشح المجفف فموقعه يكون في خط تصريف مائع التثليج بين خزان التنفيس ومرشح المكثف. يقوم هذا المرشح بإزالة الرطوبة والحامض والأوساخ من مائع التثليج السائل قبل رجوعه الى المكثف.

يجب تجهيز وتنصيب منظومة التنفيس كاملة تتضمن ضاغط والمحرك وبادئ التشغيل والمكثف إضافة الى المكونات والملحقات الضرورية لإجراء تفريغ تام لمنظومة تبريد الماء المبرد وفصل مائع التثليج عن الهواء وبخار الماء وإرجاع مائع التثليج المتكثف الى منظومة تبريد الماء المبرد. يجب أن تكون قدرة محرك الضاغط ملائمة للعمل بطور واحد و220 فولت وتردد 50 هيرتز.

3-1/5 سياقات تشغيل مثلج الماء (Chiller Sequencing)

يُقصد بسياق تشغيل مثلج الماء القرارات حول التوقيت والترتيب الذي يحصل عنده تشغيل وإطفاء مثلج الماء. يتحقق تشغيل وإطفاء مثلج الماء عادةً بهدف ملاءمة سعة محطة مثلج الماء مع حمل

المنظومة. لإنجاز ذلك بنجاح، يجب أن يجهز تصميم منظومة الماء المثلج لنظام التحكم متغيرات تعطي معلومات صحيحة عن حمل المنظومة. والتصميم الهيدروليكي وحجم منظومة الماء البارد سيحددان الطرائق الممكنة لرصد حمل المنظومة بفعالية. من الطرائق المتعارف عليها لرصد حمل المنظومة هي:

- ترصد أنظمة الأنابيب المربوطة على التوالي أو التوازي، مع درجات حرارة الماء الراجع والمجهز، وفي بعض الأحيان كمية التيار المسحوب من قبل مثلج الماء.
- ترصد في المنظومة الأساسية-الثانوية، درجة حرارة الماء الراجع والمجهز الخاص بمثلج الماء و/أو إتجاه وكمية التدفق في أنبوب التحويل.
- قد ترصد درجة حرارة الماء المجهز للمنظومة ومعدل التدفق في منظومة التدفق الأساسي المتغير.
- قد تستعمل بعض المنظومات اسلوب اجراء قياسات مباشرة لحمل المنظومة (بالطن أو الكيلوواط).

لا بد عند تصميم منظومة تبريد مثلج الماء من الاخذ بنظر الاعتبار متغيرات التحكم وإلا فإن الناتج يكون منظومة من المستحيل التحكم بها بفعالية. تستطيع أنظمة التحكم لمثلجات الماء الحالية التحكم بدرجة حرارة

الماء الخارج من مثلج الماء بدقة ولحدود واسعة من الحمل، ويكون هذا حقيقياً على وجه الخصوص لمبردات ماء الطرد المركزي واللولبي. وتسمح هذه الحقيقة بالحصول على منظومات ماء بارد ذات تدفق مستقر عن طريق إستشعار الزيادة في درجة حرارة الماء الخارج من محطة مثلج الماء. يستطيع نظام السيطرة التحكم وتحديد الوقت الذي لم تعد فيه مثلجات الماء العاملة قادرة على الحفاظ على درجة الحرارة المطلوبة. يُسمح لدرجة حرارة الماء المجهز غالباً بالإنحراف بقدر محدد مسبقاً قبل ان يعمل نظام السيطرة والتحكم على تشغيل مثلج ماء إضافي لضمان وجود قدرة كافية تسمح بإستمرار عمل مثلج الماء الإضافي. ان القرار بشأن الوقت المناسب لإيقاف تشغيل مثلج الماء يكون أكثر صعوبة. بإمكان نظام التحكم مراقبة الفرق بين درجتي حرارة الماء الراجع والمجهز، وتسمح هذه المعلومة، جنباً الى جنب مع سعات مثلجات الماء العاملة، لنظام التحكم بتحديد الوقت المناسب لإيقاف عمل مثلج الماء. للمساعدة في إستقرارية تشغيل المنظومة، يجب على نظام التحكم استعمال المنطق لمنع ان يتسبب تغير الأحمال في حدوث دورات إطفاء وتشغيل لا مبرر لها.

في المنظومات ذات التدفق الثابت التي تعاني من أعراض (إنخفاض الفرق بدرجة الحرارة) حيث ان بعض أطراف الحمل قد تكون بحاجة شديدة الى تدفق قبل أن تحصل حالة تجاوز سعة مثلج الماء العامل، وللمحافظة على فعالية المنظومة، فإن أفضل طريقة لذلك هي حل مشكلة الهواء الخارجي. ومسببات تتناقص فعالية المنظومة تكون عادةً: التوازن السيء لمنظومة الجريان، أو مرشحات أو ملفات وسخة، أو نظام تحكم سيء في مناولة الهواء، أو صمامات تحكم ملف غير دقيقة، أو أدوات مناولة هواء أصغر من المطلوب. تحتاج مثلجات الماء ذات التدفق الثابت غالباً الى معيار تحكم مستقل الهدف منه المساعدة على الحفاظ على درجة حرارة الماء المجهز الى المنظومة بالتعويض عن تحويل الماء الراجع من خلال مثلجات الماء المتوقفة عن العمل.

يقوم نظام التحكم الخاص بمحطة مثلج الماء بضبط معايير التحكم لمثلج الماء العامل (لزيادة تبريد) الماء قبل مزجه بالماء الأكثر حرارة الذي يكتمل تحويله من خلال مثلجات الماء المتوقفة عن العمل. تكون النتيجة هي إن الماء المبرد المجهز الى المنظومة يكون أقرب ما يمكن الى درجة الحرارة المطلوبة. ومع ذلك فان هنالك حدودا لمقدار الزيادة في التبريد. إعتماداً على تصميم منظومة الماء المبرد، فان احدى الحالتين التاليتين قد تحصل، اما أن يكون مثلج الماء الذي اختير غير قادر على تجهيز ماء بارد بالقدر المطلوب أو ان درجة الحرارة المطلوبة قد تكون أقل من نقطة إنجماد الماء الذي تحقق تبريده. في كلتا الحالتين، يجب أن يكون النظام ذكياً بما فيه الكفاية لوضع حد لمقدار الزيادة في التبريد لمنع الضرر بمثلج الماء. إضافة الى ذلك يجب على نظام التحكم معرفة الوقت الملائم لتشغيل مثلج الماء آخر لتحقيق معيار التحكم في درجة حرارة الماء المبرد. وقد يكون مطلوباً تشغيل مثلج الماء الآخر لتحقيق حاجة النظام الى التدفق حتى لو كان مثلج الماء العامل غير مُحمّل بصورة كاملة.

6/1-3 إعتبارات الصيانة (Maintenance considerations)

أصدرت ASHRAE تعليمات بالرقم 3 بعنوان تقليل انبعاث موائع التثليج الهالوجينية في اجهزة ومنظومات التبريد والتكييف. تتضمن هذه التعليمات قائمة مفضلة لمجموعة من البيانات التي يجب تسجيلها يومياً لكل مثلج ماء. معظم هذه البيانات قد تكون متيسرة من خلال لوحة التحكم الخاصة بمثلج الماء على أن يعطى اهتمام خاص لما يلي:

- مراجعة بيانات التشغيل وإتجاهها.
- قياس مقدار الإنخفاض في ضغط الزيت لتحديد فيما إذا كانت هنالك حاجة لتغيير مرشح الزيت.
- قياس مقدار التحميص والتبريد دون درجة حرارة التشبع لمائع التثليج.
- قياس شحنة مائع التثليج والزيت.
- درجة حرارة وضغط الماء المبرد الداخل والخارج.
- معدل تدفق الماء المبرد.
- درجة حرارة وضغط مائع التثليج في المبخر.
- الفرق بدرجة الحرارة بين الماء الداخل والخارج للمبخر.
- درجة حرارة وضغط الماء الداخل والخارج في المكثف.
- معدل تدفق الماء في المكثف.
- درجة حرارة وضغط مائع التثليج في المكثف.
- الفرق بدرجة الحرارة بين الماء الداخل والخارج للمكثف.
- درجة حرارة سحب وتجهيز مائع التثليج للضاغط.
- مستوى مائع التثليج.
- ضغط ودرجة حرارة ومستويات الزيت.
- إضافة مائع تثليج.

- إضافة الزيت.
- مستويات الضوضاء.

لا تحتاج تصاميم الضواغط من نوع (التعشيق المباشر شبه محكمة الغلق) الى إجراء صيانة دورية لتركيبة الضاغط- المحرك. إذ يحتوي الضاغط فيها على ثلاثة أجزاء متحركة رئيسة هي الدواران الذكري والأنثوي والصمام المنزلق. فلا توجد حاجة في المحرك شبه محكم الغلق الى مانع تسرب للقضبان الدوارة الخارجية التي تتطلبها المحركات المفتوحة. تكون موانع التسرب هذه مصدراً رئيساً لنضوح كل من الزيت ومائع التثليج، كما تستبعد أيضاً الحاجة الى الفحوص السنوية لأداة الاقتران، ومانع التسرب، والمحاذاة وتبديل مانع التسرب للعمود الدوار. ومع ظهور نظم التحكم القائمة على المعالجات الدقيقة، فإن لوحة السيطرة ونظم التحكم الثانوية لا تحتاج الى إعادة المعايرة أو الصيانة. تقوم المتحسسات الموضوعة عن بعد بإرسال المعلومات الى وحدة التحكم التي بالإمكان توصيلها بمنظومة إدارة السيطرة على البناية (BMCS) لنقل المعلومات وللسماح بأمثل أداء على مستوى المنظومة. تستطيع هذه المنظومات إشعار المُشغل عن طريق رسالة تنبيه أو تشخيص عند حدوث مشكلة.

يوصى القيام بفحص بصري يومي لمثلج الماء، كأي آلة ميكانيكية، للبحث عن نضوح الزيت والتكثف والتوصيلات السائبة الخاصة بالكهرباء والتحكم وأي من علامات التآكل. كما يجب أن يعطى إهتمام خاص لنظم التحكم في السلامة والإجزاء الكهربائية. يوصي بأن يقوم فني صيانة مؤهل بفحص مثلج الماء سنوياً لتحري النضوح. عند الصيانة الإعتيادية لأي منظومة تبريد بالهواء، يتطلب إسترجاع مائع التثليج عند فتح دورة التبريد.

أخيراً، يجب فحص مخارج أنابيب جميع صمامات التنفيس سنوياً لضمان عدم وجود نضح لمائع التثليج للكشف عن الصمامات غير المحكمة بصورة مناسبة كما يجب إبدال صمامات التنفيس الناضحة.

فيما يلي جملة من عناصر التحكم الواجب توافرها في لوحة التحكم الخاصة بمثلج الماء:

- مفاتيح "التشغيل-الإيقاف" الكهربائية مع مصابيح إشارة حمراء اللون.
- أداة فعالة لتحديد مقدار تيار المحرك الذي يجب أن يقوم بتشغيل آلية التحكم بالسعة بهدف تحديد حمل محرك الضاغط الى المستوى الآمن.
- مقياس مدرج لقراءة ضغط السحب.
- مقياس مدرج لقراءة الضغط الرأسي.
- مقياس حرارة لمائع التثليج الخاص بمثلج الماء.
- مقياس مدرجة لقراءة ضغط الزيت.
- قاطع عند درجات الحرارة المنخفضة للماء المثلج.
- أداة أوتوماتيكية دالة لتنظيم درجة حرارة الماء المثلج الخارج.
- قاطع عند درجات الحرارة أو الضغط المنخفض لمائع التثليج.
- قاطع عند الضغط المرتفع لمائع التثليج.

- قاطع عند درجة الحرارة المرتفعة للمحرك.
- نظام تحكم تفاوتي لضغط الزيت يضمن عدم عمل الضاغط إلا في حالة إدامة ضغط زيت ملائم في كراسي التحميل.
- قاطع عند درجة الحرارة المرتفعة لزيت التزييت.
- زر إعادة ضبط دوائر التعشيق.
- أضوية دلالة تؤشر جميع مواقع التحكم الخاصة بالسلامة.
- جميع مرحّلات التعشيق.
- مفاتيح إشعال أوتوماتيكية بأضوية إشارة حمراء لمضخة الزيت وضاغط التنفيس.
- مفتاح إشعال لمسخن فاصل الزيت الخاص بمنظومة التنفيس مع ضوء إشارة أحمر اللون.
- يجب ان تكون مفاتيح الإشعال تعمل بالضغط التفاوتي للمكثف ودورات الماء المثلج معشقة مع دائرة بدء تشغيل المحرك. مفاتيح الإشعال هذه يجب أن لا تغلق حتى تتحقق قيمة لا تقل عن 75% من مقدار الضياع بالضغط التشغيلي للماء المتدفق خلال مكثف مثلج الماء.

يجب أن لا يكون محرك آلة التبريد جاهزا للتشغيل حتى تغلق مفاتيح الإشعال التفاوتية. يجب أن لا يكون مقدار الضغط في مفاتيح الإشعال التفاوتية أقل من 150% من ضغط السكون الرأسي للمكثف ومضخات مثلج الماء. يجب أن يكون موقع متحسسات الضغط لمفاتيح الإشعال التفاوتية على صمامات العزل الخاصة على جانب المكثف ومثلج الماء. أو يمكن تجهيز مفاتيح تشغيل بدلاً من تلك الملائمة لـــ 150% من الضغط الأقصى للنظام ولكنها يجب أن لا تنغلق ما لم يصل تدفق الماء الى 75% من ما هو مصمم لمثلج الماء والمكثف.

يجب أن تكون جميع عناصر لوحة التحكم معلمة على نحوٍ دائم بطريقة الحفر أو بلوحات بلاستيكية محفورة ومثبتة جيداً.

3-1/7 التسليك (Wiring)

يجب على المقاول تجهيز التسليك الكهربائي لنظام السيطرة الخاص بالتبريد بما يحقق تشغيلاً كاملاً للوحدة والتسليك اللازم للتعشيق بين مثلج الماء والعناصر الأخرى لمنظومة الماء المثلج بما في ذلك مضخات ماء المكثف والمبخر وبرج التبريد.

3-1/8 عوازل الإهتزاز(Vibration Isolation)

يجب أن تجهز عوازل الاهتزاز على وفق توصيات الشركة المصنعة لوحدات مثلج الماء وبضمنها جميع حشوات العزل المصنعة من الفلين أو النيوبرين (المطاط الصناعي) المحشو بين صفائح من الحديد الصلب. الأسس يجب أن تكون على وفق مواصفات (أسس الآلات) وما منصوص عليه في البند (19-1/1).

3-1/9 **الفحص (Testing)**

يجب إجراء إختبارات الأداء بعد إكمال التنصيب بحضور ممثل الشركة المصنعة وممثل الجهة المستفيدة ويجب أن تستمر هذ الفحوص حتى اقتناع المهندس المنفذ بأداء الوحدة.

3-1/10 **المواد الاحتياطية (Spare parts)**

يجب أن يجهز المقاول الأدوات الأحتياطية الموصى بها (لنوع مثلج الماء) الكافية لعمل سنتين بضمنها مائع التثليج والزيت.

3-1/11 **العدد والأدوات (Tools)**

يجب على المقاول تجهيز مجموعة كاملة من أدوات الربط والعدد والأدوات اللازمة للتشغيل والإدامة الاعتيادية والفحص وضبط مكونات المنظومة التي يجب أن تكون كما حددت في العطاء.

3-1/12 **شحنة مائع التثليج والزيت (Refrigerant and Oil Charge)**

على المقاول تجهيز شحنة إحتياطية كاملة من مائع التثليج والزيت لكل مثلج ماء بالكمية التي توصي بها الشركة المصنعة معبأة في علب مؤشر عليها بإسم المواد إضافة الى شحنة أولية كاملة. يجب عدم استعمال الشحنات الاحتياطية من مائع التثليج والزيت لمعالجة النضوح الملاحظ خلال فترة الضمان والذي يجب أن يعالج من قبل المقاول وعلى نفقته الخاصة.

3-1/13 **بدء التشغيل (Staring Up)**

الإشراف على بدء التشغيل والتعليمات الخاصة بذلك يجب أن تقدم من قبل مهندس الشركة المصنعة ويجب تضمينها في العقد. خدمات بدء التشغيل يجب أن تشمل خدمات مهندس الشركة المصنعة لمدة لا تقل عن عشرة أيام للإشراف على التهيئة الأولية للمنظومة، وبدء التشغيل، والضبط والتشغيل وإرشاد ممثل الجهة المستفيدة على إجراءات التشغيل والإدامة. إذا كانت خدمات مهندس الشركة المصنعة ضرورية لأكثر من عشرة أيام، فيجب ان يقدمها المقاول بدون أي كلفة إضافية ويكون تقدير الحاجة الى الفترة الإضافية منوطا بالجهة المستفيدة.

3-1/14 **وسيلة التواصل بين المُشغل والمنظومة (Operator Interface)**

للتواصل والتحكم على مستوى المنظومة أهمية كبيرة. حجم الإتصالات اليوم بين مكونات المنظومة (مثلجات الماء، وابراج التبريد، والمضخات، وصمامات التحكم وما الى ذلك) قد ازداد بصورة هائلة مما سمح لبعض منظومات الماء المثلج لتصبح مؤتمتة بالكامل. ولكن في بعض المنشآت، لم تتجاوز اجهزة تبريد وتكييف الهواء ذات الاستهلاك العالى للطاقة التحكم اليدوي، وقد تحولت بعض من هذه المنظومات المؤتمتة الى التحكم اليدوي بعد فترة قصيرة فقط من التشغيل النهائي للمبنى. يحدث ذلك لأن مثلجات الماء عبارة عن أجهزة كبيرة الحجم ومرتفعة الكلفة وإذا تضررت بسبب التشغيل الخاطيء فإن ذلك يُحمّل المالك كلفا عالية جداً لإجراء التصليح أو التبديل. يكون المشغلون بسبب ذلك حساسين جداً عند تشغيل محطة مثلج الماء. فإذا كان المشغل لا يفهم كيف صممت المنظومة وطريقة التحكم فيها فإن

المنظومة في الأغلب ستحوّل الى نظام التحكم اليدوي ولذلك فإن التدريب والإسناد الأولي والمستمر يكون مطلوباً.

15/1-3 تشغيل المنظومة المركزية (Operation of central system)

يجب أن يكون نظام تحكم المنظومة لكل مثلج الماء معشقا كهربائياً وميكانيكياً بحيث ان المنظومة لا يمكن أن تعمل إلا عند تحقق الظروف التالية:

- مفتاح تشغيل تدفق في دائرة مثلج الماء يتسبب في الجريان خلال مثلج الماء (المبخر).
- مفتاح تشغيل تدفق في دائرة ماء المكثف يتسبب في الجريان خلال المكثف.
- مروحة أو مراوح تعمل في برج التبريد.
- قاطع عند ضغط التفريغ المرتفع في وضع الإطفاء.
- قاطع عند ضغط السحب المنخفض في وضع الإطفاء.
- قاطع عند ضغط الزيت المنخفض في وضع الإطفاء.
- قاطع عند النهاية الصغرى لمنظم درجة الحرارة في وضع الإطفاء.
- مفتاح ضغط تفاوتي على طرفي كل مبخر ومكثف يتسبب في فرق في الضغط على طرفي كل منهما.
- قاطع لدرجة حرارة محرك الضاغط في وضع الإطفاء.
- تكون درجة حرارة الماء المثلج المجهز أعلى من المستوى المحدد سلفاً الموافقة لبداية تشغيل منظومة التبريد.
- في حالة قيام أي من التحوطات المشار اليها آنفاً بإيقاف عمل الضاغط، فإن المرحّل يجب أن يعمل على بدء تشغيل دورة الإطفاء.
- يجب تشغيل مضخات ماء المكثف والماء المثلج.
- يجب تعشيق مراوح برج التبريد مع مفاتيح تحسس الجريان الثلاثة الخاصة بدورات ماء المكثف الثلاث. يجب أن تقوم مفاتيح الجريان بتشغيل مراوح برج التبريد أوتوماتيكياً عند تحسس مفتاح أو اثنين لوجود الجريان. عند عدم تحسس أي من مفاتيح الجريان لوجود الجريان فإن المراوح يجب أن تتوقف. كما يجب تجهيز مروحة برج التبريد بمفتاح إختيار لتجاوز التعشيق كلما كان ذلك ضرورياً.
- مفاتيح الجريان في دوائر الماء المثلج وماء المكثف يجب ان تتحسس الجريان.
- على دوائر ماء المكثف ان تقوم بتشغيل مروحة برج التبريد عند تحسسها للجريان.
- حالما يبدأ الضاغط بالعمل فانه يجب ان يعمل تدريجياً لتحقيق السعة الضرورية لإدامة درجة حرارة الماء المثلج عند القيمة التصميمية.
- يجب ان يتحقق التحكم في موجه تنظيم الدخول لسعة الضاغط من قبل "وحدة تحكم الخطوة العائمة" floating step controller تحت قيادة "وحدة تحكم درجة الحرارة العائمة" floating temperature controller والتي يجب ان تؤدي الى قيام ريشة مروحة الضاغط بتقليل السعة عند انخفاض درجة حرارة الماء المثلج وزيادتها عند ارتفاع درجة حرارة الماء المثلج.

• يجب استعمال مرحل اعادة تدوير لإعادة ريشة مروحة الضاغط الى وضع البداية في الوقت الذي يحافظ فيه على ابقاء الضاغط متوقفا عندما يستأنف تجهيز القدرة بعد انقطاع.

• عندما تتوقف احدى او كلتا مضختي الماء المثلج و/أو مضخات ماء المكثف عن العمل يجب ان تتوقف مراوح التبريد عن العمل.

• إذا توقف الضاغط عن العمل لأي من الاسباب التالية:

- انخفاض ضغط زيت التزييت على نحو غير ملائم.

- ارتفاع ضغط تصريف مائع التثليج على نحو غير ملائم.

- انخفاض درجة حرارة الماء الخارج من المبخر على نحو غير ملائم او ارتفاع درجة حرارة الماء الخارج من المكثف على نحو غير ملائم.

يجب ان يتعذر على الضاغط معاودة العمل حتى تعود الظروف الى الحالة الطبيعية بعد ان تعالج الاسباب يدوياً. يجب اعادة الضاغط الى العمل وهو غير محمل.

• هناك مواصفات ضرورية لبعض المكونات الاخرى مثل وسيلة تحكم بدرجة حرارة الزيت في الحوض ووسائل تبريد من اجل السيطرة على اللزوجة ومرحل لتشغيل مضخة الزيت خلال هبوط الضاغط ...الخ، يجب ان يسمح العقد بإضافة هذه المتطلبات وتضمينها في المخطط الشامل.

• في ضواغط الطرد المركزي يجب وجود قاطع عند درجات الحرارة العالية للزيت وقاطع امان للضغط التفاوتي على مرشح مائع التثليج وقاطع لتحديد الطلب بين 40-100% اضافة متطلبات التحكم الاخرى.

• حيث ان المنظومة قد تتكون من أكثر من مثلج ماء واحد فيجب ان يكون المقاول مسؤولاً عن تجهيز المكونات الضرورية التي تحقق تحكما متعاقبا لكامل السعة المنصوبة (جميع مثلجات الماء). يجب ان يحقق نظام التحكم هذا تشغيلا لكامل سعة الآلات المنصوبة بالتعاقب او لجزء منها وحتى 10% من سعة الحمل الاجمالي للوحدة. يجب تجهيز نظام التشغيل المتعاقب بمفتاح متناوب تحميل-تأخير اوتوماتيكي-يدوي من النوع المتناوب لجعل استهلاك الوحدات متساوياً.

3-1/16 تحسين النظام الى الحد الأمثل (System Optimization)

يمكن تحسين اداء نظام السيطرة الخاص بمحطة مثلج الماء الى الحد الأمثل. النظام الامثل هو النظام الذي يمكن فيه تقليل الطاقة المستهلكة من قبل مكونات محطة مثلج الماء (بضمنها مثلجات الماء ومضخات الماء المثلج ومضخات ماء المكثف وبرج التبريد) الى الحد الادنى مع الحفاظ على ظروف الراحة وتلبية احمال العمليات الصناعية.

الخطوة الاولى في التحسين هي فحص الطاقة المستهلكة من قبل الاجزاء الرئيسة من محطة مثلج الماء للنظر في الاجراءات الممكنة لتقليل استهلاك كل جزء الى الحد الادنى. فمن الممكن تقليل استهلاك مثلج الماء من الطاقة بخفض درجة حرارة ماء المكثف او برفع درجة حرارة الماء المثلج.

ويمكن تقليل الطاقة المطلوبة لضخ الماء المبرد في نظام الجريان المتغير بخفض درجة حرارة الماء المثلج، اذ سيحتاج الملف عند خفض درجة حرارة الماء الى مقدار اقل من التدفق للايفاء بنفس متطلبات الحمل.

ويمكن تقليل الطاقة المطلوبة لبرج التبريد عن طريق رفع درجة حرارة ماء المكثف حيث يسمح ذلك بتناوب عمل مراوح البرج او التقليل من سرعتها. كذلك من الممكن تقليل الطاقة المطلوبة لضخ ماء المكثف بخفض الفرق بدرجة الحرارة في جانب المكثف من المنظومة وبالتالي ضخ كمية اقل من الماء. وينجز ذلك بتقليل معدل جريان الماء خلال المكثف. من البديهي ان النظر الى جزء واحد فقط من المنظومة يعطي صورة متضاربة من ناحية تقليل استهلاك الطاقة حيث ان التغيير في أحد الاجزاء يؤثر على الاجزاء الاخرى. ولتقليل استهلاك الطاقة بصورة فعلية فان جميع الاجزاء يجب ان تحلل سوية.

ان التحكم بضغط المكثف ذو صلة بدرجة حرارة ماء المكثف. اذ يحتاج كل مثلج ماء الى حد أدنى من فرق ضغط مائع التثليج بين المبخر والمكثف من اجل ضمان تدوير مناسب لمائع التثليج والزيت داخل مثلج الماء. يختلف فرق الضغط هذا باختلاف تصميم مثلج الماء وظروف التشغيل. يجب على مثلج الماء انشاء فرق الضغط المطلوب خلال فترة زمنية معينة، محددة من قبل الشركة المصنعة، والا فان نظام التحكم في مثلج الماء سيقوم باطفاء المنظومة كاجراء وقائي. في بعض حالات بدء التشغيل قد يكون من الصعب تحقيق الفرق المطلوب بالضغط خلال الفترة الزمنية المطلوبة. ولكن إذا حصل تقليل معدل جريان الماء خلال المكثف فان فرق الضغط الادنى المطلوب يمكن تحقيقه. يؤدي تقليل معدل الجريان الى زيادة درجة حرارة الماء الذي يترك المكثف وينتج من ذلك ضغط اعلى لمائع التثليج داخل المكثف. بعد الوصول الى فرق الضغط الادنى المطلوب يمكن زيادة معدل الجريان مرة اخرى.

يمكن مراقبة اما ضغط مائع التثليج خلال المكثف او فرق ضغط مائع التثليج بين المكثف والمبخر كوسيلة للتحكم بدرجة حرارة او معدل تدفق ماء المكثف لمنع هبوط فرق الضغط هذا الى ما دون الحد المقبول.

مراجع الباب 3

[1]- "*Method of Testing Liquid Chilling Packages*", ANSI/ASHRAE Standard 30-1995, 1995.

[2]- "*Number Designation and Safety Classification of Refrigerants*", ANSI/ASHRAE Standard 34-2001 with Addenda, 2001.

[3]- "*Measurements Guide - Section on Temperature Measurements*", ANSI/ASHRAE Standard 41.1-86 (RA 2001), 2001.

[4]- "*Air-Conditioning and Refrigerating Equipment Nameplate Voltages*", AHRI Standard 110-2002 (formerly ARI Standard 110-2002), 2002.

[5]- "*ASHRAE Terminology of Heating Ventilation*", Air Conditioning and Refrigeration, Second Edition, 1991.

[6]- "*Instruments and Apparatus, Part 2, Pressure Measurement*", ASME Standard PTC 19.2-1987, 1987.

الباب 4
محطة التدفئة (Heating plant)

4-1 محطة التدفئة (فكرة عامة) (Heating plant) (general)

المرجل هو وعاء ضغط مُصمم لنقل الحرارة (الناتجة من الاحتراق) الى مائع. توسع هذا التعريف ليشمل انتقال الحرارة من عناصر المقاومة الحرارية الى المائع. إن المائع المستعمل في معظم المراجل هو الماء بشكل سائل أو بخار، اما إذا كان المائع الذي يسخن هو الهواء فان المبادل الحراري يسمى فرناً وليس مرجلاً. ويُسمى صندوق الاحتراق أو غرفة الاحتراق في بعض المراجل فرناً ايضاً.

هناك انواع عديدة من المراجل هي:

4-1/1 مرجل الماء الحار (Hot water boiler)

يجب على المقاول تجهيز ونصب مرجل اوتوماتيكي لتجهيز الماء الحار والذي يجب ان يكون مركباً مصنعياً على قاعدة من الفولاذ او الخرسانة وكامل التسليك والتنصيب ومفحوصاً من قبل الشركة المصنعة. يجب ان تكون الوحدة المُجهزة قابلة للتوصيل بمصدر الطاقة وانابيب تجهيز وارجاع الوقود وانابيب تجهيز وارجاع الماء الحار وتوصيلات التنفيس. يجب ان يكون تركيب المرجل مطابقاً لمتطلبات مدونة ASME الخاصة بالمراجل ومعيار .U.L الخاصة بالمرجل الذي يعمل بالنفط او بالغاز او الاثنين معا. سعة المرجل يجب ان تكون كما هي محددة في تفاصيل العطاء.

4-1/1/1 تصميم المرجل (Boiler design)

يجب ان يكون المرجل بانابيب لهب (fire tube) من النوع الافقي وبالمواصفات التالية، ولكن لا تقتصر عليها:

4-1/1/1/1 الأبواب الأمامية والخلفية (Front and rear doors)

يجب ان تكون الابواب الامامية والخلفية محكمة الغلق للغاز ومضادة للانفجار. الالواح الامامية والخلفية والمداخن يجب ان تكون مُتاحة تماماً لاغراض الفحص او التنظيف عندما تكون الابواب مفتوحة بالكامل.

4-1/1/1/2 فتحات مراقبة اللهب (Flame observation ports)

يجب ان يكون هناك فتحات لمراقبة اللهب مجهزة بزجاج من البايركس واغطية واقية من الفولاذ في كل نهاية من المرجل لاغراض فحص حالة اللهب.

4-1/1/1/3 الحاوية والعازل والتغليف (Vessel ,Insulation and jacket)

يجب ان تتطابق الحاوية مع معايير ASME للمراجل وحاويات الضغط القسم السادس النوع(M) أو(H)، كما يُعزل المرجل بعازل مناسب بسمك 75 ملم تحت صفيحة حافظة من الحديد المغلون بسمك 1.2 ملم (قياس 18). يجب ان يتيسر ممر مناسب فوق وعلى طول منطقة التحكم بالوحدة مصنوع من الفولاذ يكون جزءاً من الدثار.

4-1-1-1/4 الطلاء (coating)

يجب طلاء كامل المرجل وإطار القاعدة بطلاء مقاوم للحرارة من المينا (enamel).

4-1-1-1/5 الحماية من الصدمة الحرارية (Thermal shock protection)

يجب ان يحتوي المرجل على وسيلة لقياس درجة حرارة الماء الراجع من المنظومات تمنع دخوله الى المرجل عندما يكون بارداً جداً. يجب ان تكون الوسيلة من النوع القابل للتكيف بصورة كاملة لتنظيم كمية الماء الراجع الداخل الى المرجل بحيث ان درجة حرارة ماء الخلط والماء الراجع لا تكون أكثر من 5% اقل من درجة الحرارة المثبتة للتحكم في درجة الحرارة التشغيلية قبل مرور الماء فوق انابيب المرجل.

يجب ان يتحقق التحكم في هذه الوسيلة بصورة مستقلة عن اجهزة تحكم المشاعل الاخرى بواسطة عنصر حراري يقع في المرجل في نقطة يكون فيها سريع الاستجابة لدرجة حرارة خليط ماء المرجل والماء الراجع. يجب ان تكون الوسيلة العاملة القابلة للتكيف قادرة فوراً على تجاوز جميع الماء الراجع من المرجل حول المنظومة في حالة انقطاع مصدر الطاقة او في حالة انخفاض درجة حرارة الماء الراجع دون 5 درجة مئوية.

4-1-1-1/6 الملحقات (Accessories)

يجب ان يحتوي بدن المرجل (ولكن لا يقتصر) على الملحقات التالية التي يجب ان تكون ارقامها وقياساتها على وفق معايير مدونة الجهة المصنعة:

- مدخل ذي شفة(فلنجة) مع صمام عزل.
- مخرج ذي شفة(فلنجة) مع صمام عزل.
- صمام تنفيس ذي شفة(فلنجة).
- مقياس ضغط مسنن مع حنفيات.
- محارير مسننة.
- تجويف للحام صمامات التفريغ.
- تجويف للحام اداة التنفيس.
- مفاتيح لكبح الشعلة عندما تتجاوز درجة حرارة الماء المعيار المحدد وتعيدها للعمل حال انخفاض درجة حرارة الماء.
- تركيبة لعمود الماء مع مقاييس زجاجية وقاطع تحكم عند انخفاض مستوى الماء.

4-1-1-1/7 دائرة التحكم (Control circuit)

يجب الحفاظ على الاحتياطات اللازمة في دائرة التحكم لغلق تجهيز الوقود في الحالات التالية:

- انخفاض مستوى الماء.
- فشل مروحة السحب القسري للحارق.
- فشل الاشعال للحارق.
- انخفاض مستوى الزيت.
- ارتفاع ضغط الماء.

يجب وجود صمام جريان مع جميع الملحقات لمنع المرجل من العمل الا عند بدء الجريان. ويجب تهيئة المنظومة للعمل بفولتية 220 فولت و50 هيرتز وتيار بطور واحد، كما يجب تجهيز محولة خفض كجزء من نظام التحكم للحصول على هذه الخصائص. كذلك يجب تجهيز مروحة سحب قسري ومفتاح قطع بفاصم لنظام التحكم مع مفاتيح تشغيل كجزء من دائرة التحكم.

4-1/1/1/8 الوقود (Fuel)

يصمم المرجل للعمل بنوعين معينين من الوقود طبقاً لنوع الحارق. يمكن ضبط بعض انواع المراجل لحرق النفط الخفيف او الغاز في حين تسمح تصاميم اخرى باستعمال اجهزة حرق لأكثر من نوع من الوقود. ان صناعة انواع مختلفة من اجهزة حرق الوقود هو من الاهتمامات الرئيسة لمصنعي المراجل الذين بإمكانهم تجهيز التفاصيل للمهندس المختص. تكون الجهة المصنعة مسؤولة عن المواصفات والتصنيف على وفق مدونة التصميم او معيار الوقود المستعمل.

4-1/1/1/9 الحارق (Burner)

يجب ان يكون كل حارق مجهزاً بمنفث ضغط تفتيت مؤتمت بالكامل يعمل بالسحب القسري مصمما لحرق زيت الوقود بالرقم 2 والغاز السائل. يجب تجهيز الحارق بمتحكم لهب قابل للضبط بالكامل مع بادئ اشعال بلهبة واطئة. الحارق يجب ان يكون من العلامات التجارية المعروفة.

تكون مكونات الحارق كما يلي:

- مرحل لتنظيف منفثات الوقود قبل وبعد الاشعال.
- محول تيار لغرض الاشعال مع الالكترونيات الملحقة.
- مضخات للوقود من النوع الدوّار او العاملة بالتروس مع مفتاح تبديل يدوي للوقود.
- نافخة هواء مع باديء تشغيل اوتوماتيكي.
- مصفاة زيت وصمامات وصمامات لا رجوعية مع صمام ذي ملف لولبي.
- صمام لتنظيم ضغط الزيت.
- مقياس لضغط الزيت.
- متحسس لفشل اشتعال اللهب من النوع فوق البنفسجي.
- مشعل غاز للخليط الخارجي.
- اداة اشعال كهربائية للغاز.
- مفتاح امان لجريان الهواء.
- مجموعة تروس رئيسة تتكون من مقياس حجم الغاز وصمام تحكم وقفل غاز يدوي وصمام غشائي يدوي للغاز.

4-1/1/1/10 مضخات الزيت (Oil pumps)

على المقاول تجهيز ونصب وفحص مضخات الزيت الرئيسة لنقل الزيت من الخزان الرأسي الخارجي الى خزان المرجل الخاص بالاستهلاك اليومي. وهذه المضخات، يجب ان تكون احداها احتياطية، ومن النوع العمودي وتدار مباشرةً بواسطة محرك وتكون ذات غطاء ضد البلل. يجب ان يكون العمود الدوار مشتركاً بين المضخة والمحرك ومصنوعاً من الفولاذ الذي يتحمل الشد العالي ومثبتاً على كراسي تحميل متينة. ويجب ان يكون بادئ التشغيل من النوع المباشر مع حمايته ضد الفولتية العالية والمنخفضة. إن تشغيل المضخة يجب ان يكون مسيطراً عليه من قبل صمام كروي كهربائي يعمل بطوافة في الخزان اليومي وانبوب الزيت الراجع. يجب ان تعمل المضخة فقط عند انخفاض الزيت عن المستوى المحدد في الخزان اليومي ويجب ان تتوقف عن العمل عندما يصبح مستوى الزيت في اعلى مستوى محدد في الخزان اليومي او ينخفض عن المستوى الآمن المحدد في الخزان. يجب ان يتحقق التحكم بواسطة مرحلات تشغل من قبل طوافات كروية في كلا الخزانين والتي تقوم بدورها بتشغيل او ايقاف عمل مضخة الزيت من خلال باديء التشغيل.

4-1/1/2 انواع السحب (Type of draft)

السحب هي الحالة التي تنتج من الفرق في الضغط مسببةً حركة الهواء و/او الغازات خلال المرجل او المدخنة. يُصمم مرجل السحب الطبيعي للعمل مع ضغط سالب في غرفة الاحتراق وتوصيلات الغازات الناتجة من احتراقه. تنشأ حركة الغاز بسبب ميل الغازات الساخنة الى الصعود باتجاه المدخنة او بسبب ارتفاع المرجل باتجاه اداة التحكم بالسحب. في المرجل ذي السحب الميكانيكي تقوم مروحة او نافخة هواء باستحداث فرق الضغط المطلوب. قد تكون هذه المراجل من النوع ذات السحب القسري او المستحث.

في المراجل ذات السحب القسري يدفع الهواء قسرياً الى داخل غرفة الاحتراق للحفاظ على ضغط موجب فيها و/او في الحيز بين الانابيب والدثار. أما في المراجل ذات السحب المستحث، يسحب الهواء الى داخل غرفة الاحتراق للحفاظ على ضغط سالب فيها.

4-1/1/3 العمل بتكثيف او بدون تكثيف (Condensing or no condensing)

صُممت المراجل حتى وقت قريب للعمل بدون تكثيف نتائج غازات الاحتراق في المرجل. كانت هذه الاحتياطات ضرورية لمنع تآكل الاجزاء المصنوعة من الحديد الزهر او الفولاذ. إن وحدات الماء الحار تعمل غالباً بماء راجع ذي درجة حرارة لا تقل عن 60 درجة مئوية لمنع الصدأ عند استعمال الغاز الطبيعي.

يمكن تحقيق فعالية اعلى للمرجل عند درجة حرارة منخفضة للماء، لهذا السبب يسمح مرجل التكثيف لبخار الماء في غازات الاحتراق بأن يتكثف ويُطرح خارجاً. المراجل التي تسمح بتكثف كامل بخار الماء تكون فريدة من ناحية التصميم وقد تحتاج الى درجة حرارة دخول ماء منخفضة جداً ومواد مقاومة للتآكل ومعالجة كيميائية لما يتكثف ومصدر مرتفع من ماء التعويض لغرض التشغيل المناسب. قد تكون هذه المراجل من نوع انابيب اللهب او انابيب الماء. تكون مراجل التكثيف التي تعمل بدرجات حرارة منخفضة للماء الراجع فعالة جداً عند التشغيل في ظروف الحمل الجزئي وعندما تكون درجة حرارة الماء العالية غير مطلوبة.

يجب تجنب المراجل التي تعمل بالاعتماد على تراكيز محددة من الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكاربون في غازات الاحتراق بحيث ان درجة حرارة غازات الاحتراق تنخفض بين نقطة الندى ونقطة الندى زائداً 80 كلفن الا اذا كان التنفيس قد صمم للعمل مع التكثيف.

4-1/1/4 اختيار العوامل (Selection of parameters)

يجب ان يكون اختيار المرجل مبنياً على مراجعة شاملة للعوامل التالية:

- المدونة ذات العلاقة التي شيد وفحص المرجل بموجبها.
- الحرارة الاجمالية الناتجة من المرجل.
- المساحة السطحية الاجمالية لانتقال الحرارة.
- كتلة او حجم محتوى الماء.
- المتطلبات المساعدة للطاقة.
- الوسائل المتوافرة للتنظيف والصيانة لسطوح انتقال الحرارة في جانبي اللهب والماء.
- الفعالية عند الحمل الجزئي والكلي.
- متطلبات المساحة وترتيب الانابيب.
- متطلبات معالجة المياه.
- قدرة الملاك التشغيلي ومتطلبات الادامة والتشغيل.
- الاجراءات التنظيمية الخاصة بالانبعاثات واستعمال وخزن الوقود.
- غرفة الاحتراق (حجم الفرن).
- نمط التدفق الداخلي لنواتج الاحتراق.
- متطلبات هواء الاحتراق والتنفيس.
- توافر وفعالية نوع الوقود.

4-1/1/5 التحكم في التدفق الداخل والخارج (Control of input and output)

تقوم انظمة التحكم في المرجل بتنظيم معدل تدفق الوقود الداخل استجابة لاشارة تمثل تغير الحمل او الطلب وبذلك يكون معدل ناتج المرجل يساوي الحمل ضمن سماحية مقبولة. تشمل انظمة تحكم المرجل تلك التي تتحكم في التشغيل والسلامة والتي تقوم بقطع تدفق الوقود عندما تتحقق عوامل التشغيل أو عند ظهور حالات تخرج عن محددات السلامة.

في الحالات التي قد يظهر فيها التآكل، يجب استعمال مواد وطرائق مقاومة للتآكل بضمنها استعمال معادن غير متشابهة ضد التفاعل الكلفاني.

يجب ان تتحقق مراقبة جميع مكونات المنظومة لتحقيق التوافق بينها للحصول على تشغيل واداء مرضٍ خلال كامل حدود درجات الحرارة التشغيلية ويتحقق التحكم في معدل تدفق الماء بواسطة المسيطرات فوق الصوتية وعلى حساب المقاول.

- تجهّز جميع انظمة التحكم والتسليك وشبكة الانابيب والصمامات وملحقات الانابيب وملحقات المكونات الاخرى لتحقيق نظام تشغيل متكامل.
- تجهّز مجموعة من ارشادات التشغيل والاطفاء مثبتة بصورة مناسبة ومعلقة بالقرب من كل آلة.
- عند الانتهاء من التنصيب، تفحص جميع المكونات تحت ظروف التشغيل الميدانية لاثبات قدرتها على تلبية متطلبات مواصفات العقد.
- على المقاول ان يقدم قبل شحن المواد مجموعة كاملة من مخططات الانشاء والتنصيب بما فيها عوازل الاهتزاز والاسس محدداً مواد الانشاء وطريقة التجميع.

4-2/1 مرجل البخار ذو الضغط العالي (High Pressure Steam boiler)

تتضمن تركيبة عمود الماء لهذا المرجل من زجاجة ومحابس عددها 3 وقاطعا عند انخفاض مستوى الماء ونظام تحكم بماء التغذية مع وصلات انذار.

- صمام تفريغ.
- مضخة ماء التغذية.
- نظام تحكم ثانٍ للحد الاقصى.
- قاطع ثانٍ لانخفاض مستوى الماء.
- حاقن ماء يدوي لماء التغذية.
- منظومة ماء التغذية.

4-2/1/1 منظومة ارجاع التكثيف (Condensate return system)

يجب ان يحتوي كل مرجل على خزان لتجميع التكثيف مع منظومة ارجاع كاملة مجهزة بشبكة انابيب ومضخة ازاحة مع باديء حركة وجميع الملحقات القياسية. يجب ان لا تقل سعة الخزان عن خمسة اضعاف كمية التكثيف الراجع بالدقيقة، كما يجب ان لا تقل سعة مضخة التكثيف عن 2.5 مرة بقدر التدفق الطبيعي. يجب ان يصنع خزان التجميع من صفائح الحديد المغلون السميك المجهز بارجل انبوبية ومنافذ تنفيس وتصريف. المضخة يجب ان تكون عمودية ومن النوع الطارد المركزي بمرحلة واحدة او مرحلتين.

4-2/1/2 مدخنة المرجل (Chimney of boiler)

المدخنة هي عبارة عن انبوب عمودي، مجرى او بناء تمر من خلاله نواتج الاحتراق على شكل غازات تطرح الى الهواء الخارجي. تنتج هذه الغازات عند حرق الفحم، أو النفط، أو الخشب او اي نوع آخر من الوقود في فرن صناعي او مرجل بخاري في محطة توليد طاقة او اي نوع آخر من مواقع الحرق. تتكون غازات الاحتراق عادةً من ثنائي اوكسيد الكاربون CO_2 وبخار الماء اضافة الى النتروجين والاوكسجين الفائض المتبقي في هواء الاحتراق المسحوب، كما تحتوي ايضاً على نسبة صغيرة من الملوثات مثل الجسيمات الدقيقة واكاسيد النتروجين واكاسيد الكبريت. تقوم المدخنة بتوزيع ملوثات غازات العادم على مساحة اوسع وتقلل بذلك من تركيز الملوثات الى الحدود المطلوبة من قبل السياسات البيئية الحكومية واللوائح البيئية باستعمال مرسبات غازات العادم. يجب تجهيز ونصب وفحص بنية المرجل ومطابقة ابعاده كما وردت في

المخططات. بنية المدخنة قد تكون من الفولاذ الاسود ملحومة في جميع الانحاء ومقواة بشكلٍ كافٍ ومدعمة بأضلاع من الحديد ويجب ان تجهّز بصفائح متحركة لغرض التنظيف ومعزولة بالكامل بلوح معدني عازل سمكه 50 ملم من 85% مغنيسيوم. يجب ان تجهّز بنية المدخنة بمخمد جوي مع بوابة عائمة تحافظ اوتوماتيكياً على مقدار السحب الصحيح المطلوب لاشتعال فعال بغض النظر عن الظروف الجوية. يجب ان تغطى المدخنة بانبوب دخان بلاستيكي لتقليل التكثيف الى الحد الادنى.

4-1/3 مرجل البخار الكهربائي (Electric steam boiler)

يجب ان يقوم المقاول بتجهيز وتنصيب مرجل اوتوماتيكي متكامل لتجهيز البخار، والذي يجب ان يكون مركباً بالكامل مصنعياً على قاعدة من الفولاذ وكامل التسليك والتنصيب ومفحوصاً من قبل الشركة المصنعة. يجب ان يكون المرجل المجهز قابلا للتوصيل بمصدر الطاقة وانابيب تجهيز البخار وانابيب التكثيف وتوصيلات ماء التغذية والتنفيس. يجب ان يكون تركيب المرجل على وفق متطلبات مدونة ASME الخاصة بالمرجل واوعية الضغط.

4-1/3/1 بيانات المرجل (Boiler Data)

يجب ان تكون قدرة المرجل كما حُددت في تفاصيل العطاء والمرجل مفحوصاً لضغط تشغيلي مقداره 6 جو على وفق متطلبات مدونة ASME الخاصة بالمراجل.

4-1/1/3/1 قشرة المرجل (Boiler shell)

يجب ان تكون القشرة من الصنف (M) او(H) تتحمل ضغطاً تشغيلياً الى620 كيلو باسكال، او صنف (S) لضغط تشغيلي فوق 690 كيلو باسكال مصنعة ومفحوصة فحصاً هايدروستاتيكياً على وفق متطلبات مدونة ASME الخاصة بالمراجل، كما يجب ان تكون القشرة مصنعة ومضمونة على وفق المعايير الامريكية للمرجل الكهربائي U.L الملائمة للتصنيف.

4-2/1/3/1 عنصر التسخين (Heating element)

يجب ان يكون من النوع الغاطس وفعالاً عند استعماله مع ماء التغذية ذي العسرة المتوسطة والعالية على حد سواء وبقدرة 116250 واط/متر مربع ويجب ان يكون من النحاس المغمد(copper sheathed) وقابلاً للتبديل كل على حدة بالادوات القياسية.

4-3/1/3/1 العازل الحراري (Insulation)

يجب ان تكون قشرة المرجل معزولة حرارياً بعازل من الالياف الزجاجية بسمك لا يقل عن 75 ملم ومثبت باحكام الى القشرة. يجب ان تحاط القشرة بعد ذلك بغطاء من الفولاذ المطلي بالمينا بقياس 18 (سمك 1.2ملم) ويجب ان تطلى تركيبة المرجل وإطار القاعدة وجميع المكونات الاخرى بطلاء من المينا المقاوم للحرارة والخدوش.

4-2/3/1 ملحقات المرجل (Boiler Trim)

يجب ان تتضمن ملحقات المرجل ما يلي:

- اداة تحكم بماء التغذية وقاطع عند انخفاض مستوى الماء.

- صمام امان.
- صمام دخول/خروج.
- مقياس ماء زجاجي.
- حنفيات تجربة.
- اداة تحكم بالضغط من النوع القابل للضبط تعمل بخطوات للتحكم تبلغ 10 الى 16 خطوة. يجب ان تتضمن اداة التحكم امكانية الاعادة الاوتوماتيكية في التشغيل والتوقف، كما يجب ان يوجد صمام تنظيم ذو ملف لولبي لماء التغذية الى المرجل.
- صمام لايقاف ماء التغذية.
- صمام لا رجوعي لماء التغذية.
- صمام لا رجوعي لماء التكثيف.
- صمام استنزاف او تفريغ.
- مقياس ضغط بمؤشر بقطر 100 ملم.
- اداة تحكم لتحديد الضغط الاقصى.
- منفذ دخول مسنن او ذي شفة (فلنجة) مع صمام عزل.
- منفذ خروج مسنن او ذي شفة (فلنجة) مع صمام عزل.
- صمام تنفيس الضغط مع اداة تحكم لتحديد الضغط الاقصى.
- تركيبة لعمود الماء مع مقياس زجاجي.
- قاطع عند كمية قليلة الماء.

4-1/3/3 الآليات الكهربائية (Electric Gear)

يجب تجهيز ترس كهربائي او مفاتيح تلامس مغناطيسية لعناصر التسخين مع فواصم للدورة القصيرة لقطع التوصيل مع مفتاح تحكم بأضوية اشارة، وسلك قابل للاستعمال مع سلك مقاومة حرارية الى مقاومة التنظيم وانظمة التحكم في السلامة.

4-1/4 مرجل الماء الحار الكهربائي (Electric Hot Water Boiler)

يجب ان يكون بناء القشرة لهذا المرجل متوافقاً مع معيارASME للمراجل واوعية الضغط القسم السادس من صنف (H). ويجب ان تكون مفحوصة مع ورقة بيانات خاصة بكلٍ منها.ويكون عنصر التسخين من النحاس المغمد ذي معدل قدرة 80600 واط/متر مربع. تعزل القشرة بـ 75 ملم من الالياف الزجاجية وثم تحاط القشرة بعد ذلك بغطاء من الفولاذ المطلي بالمينا بقياس 18 (سمك 1.2ملم). تكون اغطية المرجل ولوحات السيطرة من البناء المتين مثبتة على قاعدة منصوبة كاملة الحجم.

تشمل قائمة المكونات ما يلي:

- مقياس ضغط ودرجة حرارة.
- غطاء المرجل.

- طوافة كهربائية لقطع الماء.
- متحسس اداة التحكم بدرجة الحرارة.
- متحسس لدرجة الحرارة العالية.
- عنصر التسخين.
- مفتاح مع مصباح اشارة: دائرة التحكم بالتشغيل والاطفاء.
- مصباح اشارة: دائرة التحكم بالقدرة.
- مصباح اشارة: الوصول الى الحدود.
- متحكم بدرجة الحرارة.
- متحكم بخطوات من نوع الحالة الصلبة.
- مجموعة نهايات توصيل: تعشيق خارجي.
- فاصم رئيس لمحولة السيطرة.
- محولة دائرة السيطرة: 240 فولت.
- مفاتيح تلامس مغناطيسية.
- مجموعة فواصم: دوائر العنصر.
- أطراف توصيل التغذية الرئيسة.
- صمام تنفيس الضغط.
- فتحة فحص.
- مخرج.

4-1/5 فحوص المرجل (Boiler testes)

يجب فحص المرجل من قبل المقاول بحضور ممثل الجهة المستفيدة ومسؤولي الموقع. يجب منح شهادة فحص ASME للمرجل الذي يجب ان لا تقل فعاليته عن 80% عندما يعمل بحرق النفط المرقم 2 او الغاز السائل بالنسبة للمراجل العاملة بحرق النفط او الغاز عند الحمل التصميمي. يجب تجهيز جميع المقاييس وادوات القياس والعدادات من قبل المقاول ويجب تدقيقها بعد التنصيب واعادة معايرتها عند الضرورة من قبل المقاول. يجب تسليم محاضر الفحص الى الجهة المستفيدة للتصديق.

4-1/6 أدوات القياس (Instruments)

وتشمل، وصلة ربط ذات شفة(فلنجة) بضمنها اجهزة امان للمنظومات المغلقة، ووصلة ربط للجريان الامامي مجهزة بمحدد للارتفاع، وانبوبMonistat مع صمام غلق، وصمامات غلق (للتصريف والفحص)، وشاشة عرض للضغط، وصمام غلق مع اداة الوصل بمُحدد الضغط الاقصى.

4-1/7 وحدة المُقتصد (Economizer module)

تكون مواصفاته كما يلي: مدمج مع مبادل حراري يعمل بغازات الاحتراق، ويمكن استعماله لجميع احجام المراجل بدون ممر تحويل للمراجل العاملة بحرق الغاز، وذوممر تحويل مدمج مع محول للغاز للمراجل العاملة بحرق النفط/الغاز، وذو فعالية تحسين مقدارها 10% تقوم باسترجاع الكلفة خلال 6000 الى 9000 ساعة تشغيل.

4-1/8 منظومة ادارة المحطة (Plant management system)

تدمج منظومة ادارة المحطة كلاً من نظام التحكم في المراجل البخارية و/أو مراجل الماء الحار وانظمة السيطرة على الوحدات الفردية في نظام عام واحد لفتح نطاق واسع من الامكانيات الجديدة.

4-1/9 التصنيف بحسب السعة والضغوط التشغيلية
(Classification according to capacity and operating pressure)

4-1/9/1 المراجل البخارية واطئة الضغط (Low-pressure boilers)

تعمل بضغوط تشغيلية قصوى تبلغ 103 كيلوباسكال (مقياس) للبخار و1100 كيلوباسكال (مقياس) للماء الحار. مراجل الماء الحار تكون محددة بدرجة حرارة تشغيلية تبلغ 120 درجة مئوية. إن انظمة التحكم والتشغيل وصمامات التنفيس التي تحدد درجة الحرارة والضغط هي من الادوات المساعدة المطلوبة لحماية المرجل ومنع التشغيل خارج المحددات التصميمية.

4-1/9/2 المراجل البخارية عالية الضغط (High-pressure boilers)

تعمل بضغوط تشغيلية تتجاوز 103 كيلوباسكال (مقياس) أو اعلى من 1100 كيلوباسكال (مقياس) و/او 120 درجة مئوية لمراجل الماء. وتحتاج بالمثل الى انظمة التحكم والتشغيل وصمامات التنفيس ايضاً.

4-1/9/3 المراجل البخارية ذات الاحجام القياسية (Steam boilers)

تتراوح قدراتها بين 17 كيلوواط و30 ميكاواط ويستعمل العديد منها في تطبيقات تدفئة الفضاءات في المنظومات القائمة والجديدة على حد سواء. قد تستعمل في المنشآت الأكبر للحصول على البخار والاستفادة منه في مواقع أخرى مثل المبادلات الحرارية للماء الحار والتبريد الامتصاصي وغسل الملابس والتعقيم. اضافة الى ذلك تنتج المراجل البخارية البخار عند مختلف درجات الحرارة والضغوط لمجموعة متعددة من العمليات الصناعية.

4-1/9/4 مراجل الماء ذات الاحجام القياسية (Water boilers)

تتراوح قدراتها بين 10 كيلوواط الى اكبرمن 30 ميكاواط والعديد منها في فئة الضغط الواطيء التي تستعمل بصورة رئيسة في تدفئة الفضاءات في المنظومات القائمة والجديدة. يجهز البعض من مراجل الماء بمبادلات حرارية داخلية او خارجية للحصول على الماء الحار للأغراض المنزلية. يصنف كل مرجل ماء بحسب أعلى ضغط تشغيل على وفق المدونة التي اكتمل تصنيع المرجل بموجبها. يجب تجهيز المرجل عند تنصيبه بالحد الادنى من انظمة التحكم والتشغيل وادوات تنفيس الضغط ودرجة الحرارة التي تفرضها المدونة. تصنع المراجل لتلبية متطلبات مدونة ASME للمراجل واوعية الضغط وبحسب القواعد الخاصة بتصنيع مراجل

التدفئة ذات الضغط الواطيء وذات الضغط العالي. تشيّد جميع الاجزاء من مواد مناسبة لظروف العمل التي تواجه في اثناء التشغيل وعلى المقاول تقديم رسوم تفصيلية لجميع المكونات.

مراجع الباب 4

[1]-"*Packaged Boiler Engineering Manual*", ABMA 100, (1999).

[2]-"*Selected Codes and Standards of the Boiler Industry*", ABMA 103m, (2001).

[3]-"*Operation and Maintenance Safety Manual*", ABMA 106, (1995).

[4]-"*Fluidized Bed Combustion Guidelines*", ABMA 200, (1995).

[5]-"*Guide to Clean and Efficient Operation of Coal Stoker-Fired Boilers*", ABMA 203, (2002).

[6]-"*Guideline for Performance Evaluation of Heat Recovery Steam Generating Equipment*", ABMA 300, (1995).

[7]-"*Guidelines for Industrial Boiler Performance Improvement*", ABMA 302, (1999).

[8]-"*Measurement of Sound from Steam Generators*", ABMA 304, (1995).

[9]-"*Guidelines for Gas and Oil Emission Factors for Industrial, Commercial, and Institutional Boilers*", ABMA 305, (1997).

[10]-"*Combustion Control Guidelines for Single Burner Fire tube and Water tube Industrial/Commercial/Institutional Boilers*", ABMA 307, (1999).

[11]-"*Combustion Control Guidelines for Multiple-Burner Boilers*", ABMA 308, (2001).

[12]-"*Boiler Water Quality Requirements and Associated Steam Quality for Industrial/Commercial and Institutional Boilers*", ABMA 402, (2005).

[13]-"*Commercial Application, Systems, and Equipment*", 1st ed. ACCA Manual CS.

[14]-"*Method of Testing for Annual Fuel Utilization Efficiency of Residential Central Furnaces and Boilers*", ASHRAE ANSI/ 103-1993, (1993)

[15]-"*Boiler and Pressure Vessel Code—Section I: Power Boilers; Section IV: Heating Boilers*", ASME BPVC, (2007).

[16]-"*Fired Steam Generators*", ASME PTC 4-1998, (1998)

[17]- "*Boiler, Pressure Vessel, and Pressure Piping Code*", CSA B51-2003 (R2007), (2003).

الباب 5

برج التبريد (Cooling tower)

5-1 برج التبريد (فكرة عامة) (Cooling tower) (general)

برج التبريد هو اداة تستعمل لتبديد الحرارة التي امتصت في المكثف الخاص بمبرد الماء. وانواعه الرئيسة هي:

- ابراج التبريد المفتوحة.
- ابراج التبريد ذات الدورة المغلقة.
- المكثفات التبخيرية.

تعمل ابراج التبريد بالسحب المستحث او الدفع القسري، وقد تكون بدورة مفتوحة او مغلقة. وتتكون ابراج التبريد من: مانعات انجراف قطرات الماء، ومنظومة توزيع الماء والمنافث، والحشوة، وفتحات تهوية ذات شفرات، ومراوح مع محركاتها، وحوض تجميع، ومصفاة للماء عند الخروج، وتوصيلات لتعويض الماء المفقود تعمل بطوافة وجميع الملحقات الاخرى. تصمم الابراج لتعمل بسرعة هواء تبلغ 120 كم/ساعة وتصنع من مواد مقاومة للظروف الجوية. يجب أن يحتوي البرج على الواح او ابواب خدمة دخول لتسهيل الادامة والفحص والتصليح.

5-1/1 الغلاف الخارجي (Casing)

يكون تصنيع جزء البدن والمروحة من الفولاذ المغلون (درجة الغلونة 600غم/م^2 على الأقل من الزنك) ليكون متيناً وذا عمر تشغيلي طويل. مقطع المروحة يجب ان يتضمن المراوح والمحركات ووسائل الادارة. يجب وضع كامل منظومة الادارة (بضمنها المراوح والمحركات والبكرات والاحزمة الناقلة) في مكان دخول تيار الهواء الجاف.

يجب تجهيز حوض التجميع بنظام لتعويض الماء يعمل بطوافة وتوصيلة للملء السريع، مع توصيلة مخرج لها مصفاة مناسبة مصنوعة من الفولاذ، وتوصيلات لطفح الماء والتصريف مع سدادة.

من الضروري وجود ابواب دائرية من الفولاذ المغلون بالغمس الساخن لتيسير دخول سهل الى جزء خزان التجهيز. حوض التجميع يجب ان يحتوي على جزء مركزي منخفض مع توصيلة تصريف وتنظيف. اما منطقة الحوض تحت الحشوة فيجب ان تكون مائلة باتجاه المنطقة المنخفضة لتسهيل عملية التنظيف. الملحقات القياسية لحوض التجميع يجب ان تشمل صمام تعويض الماء مع طوافة كبيرة من النحاس او اللدائن لتنظيم مستوى الماء عند التشغيل.

5-1/2 حوض التجميع (Basin)

يجب تصنيع الحوض من صفائح الفولاذ السميك مقياس (10)(سمك 3.5ملم) او أكثر ويجب ان يكون مغلوناً بالغمس الساخن بعد التصنيع. ويجب تجهيزه بمجموعة صمام مع طوافة، مع منفذ للفيض، ومنفذ تصريف ومنفذ سحب للمضخة مع مشبّك.

5-1/3 المروحة (Fan)

يجب ان تكون المروحة من النوع المحوري او مروحة طرد مركزي تمتلك الحد الادنى من الضوضاء ويجب ان تكون مصنوعة من الفولاذ ومغلونة بالغمس الساخن بعد التصنيع ومطلية بالكروم لحماية تامة من التآكل. يجب ان تكون كراسي التحميل من النوع المتين ومنصوبة في اماكن يسهل الوصول اليها بدون الحاجة الى تفكيك المروحة، ويجب ان يكون لها مواقع تزييت يمكن الوصول اليها بسهولة أو مربوطة بانابيب مرنة وموصلة من الجانب الاخر بعلبة تحتوي مادة التزييت مع مكبس. توضع المروحة خارج البرج واعلى من مستوى محامل التزييت. يجب موازنة المروحة مصنعياً في حالتي السكون والحركة ثم تفحص قبل شحنها. تكون مراوح الطرد المركزي الخاصة بابراج التبريد من النوع ذات الريش المحنية الى الامام والمغلونة بالغمس الساخن، اما المراوح المحورية فتكون ذات شفرات عريضة وسرعة منخفضة ومصنوعة من سبائك الالمنيوم المسبوك ومرتبة بنظام ذي مرحلتين (اي مروحة امامية وخلفية) ومنصوبة تحت غطاء معدني قليل السماحية مجهز بفتحة دخول هواء. الحزام الناقل للحركة الذي مقطعه على شكل الحرفV يجب ان يكون مصمماً لتحمل 150% من قدرة الادارة.

5-1/3/1 شبكات المروحة (Fan screens)

يجب ان تكون شبكات المروحة من الفولاذ المغلون.

5-1/3/2 اعمدة الدوران الخاصة بالمراوح (Fan shafts)

تصنع اعمدة الدوران من الفولاذ المصقول، يكون الجزء المكشوف فيها مطلياً للحماية من الصدأ ويكون لمراوح الطرد المركزي كراسي تحميل محورية من الفولاذ المشكل بالطرق.

5-1/3/3 كراسي تحميل عمود دوار المروحة (Fan shaft bearings)

تكون كراسي تحميل المراوح من نوعي الطرد المركزي والمحوري ذاتية المحاذاة، متينة، كروية الشكل مليئة بالشحم مجهزة بأطواق قفل لا تمركزية. تستعمل بعض انواع مراوح الطرد المركزي كرسي تحميل كُمي وسيط فيما تمتد مواقع التشحيم في بعض انواع المراوح المحورية الى خارج الوحدة لسهولة الادامة.

5-1/4 المحركات المغلفة بالكامل (Totally enclosed motors)

تستعمل المحركات المغلقة بالكامل لجميع محركات المراوح. تساعد هذه المحركات المتميزة على اطالة العمر التشغيلي بدون اعطال تؤدي الى توقفات مكلفة. يجب ان تكون هذه المحركات من نوع "المغلقة بالكامل والمبردة بالمروحة" (TEFC) (Totally Enclosed fan cooling) المناسبة للعمل في ظروف الهواء الطلق والمركبة على قواعد قابلة للتعديل. تركب المحركات في اماكن مفتوحة مناسبة لضبط شد الحزام الناقل

وتزييت المحرك وتوصيله بالكهرباء او تغييره عند الضرورة. يكون المحرك واجزاء الادارة تحت سقف واق من اجل السلامة والحماية من الظروف الجوية.

يكون لجميع الوحدات المدارة بالاحزمة الناقلة كراسي تحميل كروية متينة ذاتية المحاذاة بتركيبات للتشحيم ممتدة الى خارج الوحدة. تصمم كراسي التحميل لعمر يبلغ 75000 الى 135000 ساعة تشغيل وتكون بذلك من أكثر كراسي التحميل متانةً.

5-1/5 الحشوة (Filling)

تعمل الحشوة المصنوعة من البولي فينيل كلوريد (PVC) المُخددة على شكل تقاطع على تحسين انتقال الحرارة. تربط الواح الـ PVC مع بعضها البعض من اجل القوة والمتانة. للحشوة خاصية اطفاء اللهب تلقائياً وتكون مقاومة للحريق ولها تصنيف لحدود انتشار لهب يبلغ 5 بحسب المعيار ASTM 84-819 كما انها مقاومة للتعفن والانحلال والاضرار البيولوجية.

يجب تركيب الحشوة لتعطي أكبر قدر ممكن من المساحة المبللة، ويجب ان تكون سهلة الازالة ويمكن الوصول اليها بسهولة. كذلك يجب ان تكون الحشوة حرة التمدد والانكماش بدون ان تتشوه ومسنودة بنفسها لمنع الترهل. تصمم الحشوة خصيصاً لاحداث أكبر قدر ممكن من الاضطراب لخلط الهواء والماء من اجل انتقال الحرارة. يكون ذلك ممكناً عن طريق تشكيل الحشوة الخام على هيئة الواح متعرجة لها سلسلة من القمم تخدم اغراضاً كثيرة منها خلق جيشان في كل من الماء والهواء في البرج يؤدي الى زيادة الاضطراب ويمنع تكون القنوات المائية ويعزز خلطاً أفضل للهواء والماء فيتحسن بذلك انتقال الحرارة. اضافة الى ذلك تسمح فتحات خاصة بتصريف كميات كبيرة من الماء بدون انخفاض مفرط في الضغط. تصنع الحشوة من الـ PVC الخامل والذي لا يتعفن او يضمحل والذي يتحمل درجة حرارة تصل الى 55 درجة مئوية.

5-1/6 مانعات انجراف قطرات الماء (Eliminators)

مانعات انجراف قطرات الماء في اعلى تصريف برج التبريد تكون من الفولاذ السميك المغلون بالتغميس الساخن من النوع المعلق ذي الحافات، يثبّت في إطار من الفولاذ ويكون سهل المناولة والازالة لتسهيل الوصول الى منظومة توزيع الماء. او تصنع المانعات من الـ PVC بالكامل في المقاطع التي يمكن التعامل معها بسهولة. يشمل التصميم ثلاثة تغييرات في اتجاه الهواء والحافات المعلقة بحيث يمكن توجيه هواء التصريف بعيداً عن المراوح لتقليل فقد الماء الى الحد الادنى. تكون المانعات المصنوعة من الـ PVC خفيفة الوزن يمكن ازالتها بسهولة للوصول الى منظومة توزيع الماء وتتحمل حرارة تصل الى 55 درجة مئوية.

5-1/7 التحكم في مستوى الماء (Water level control)

يجب تجهيز برج التبريد بصمام مع طوافة للحفاظ اوتوماتيكياً على المستوى المناسب من الماء في حوض التجهيز. يجب ان تكون تركيبة الصمام والطوافة مع الذراع من البراص بالكامل عدا الطوافة التي يجب ان تكون من اللدائن القاسية والمتينة التي لا تتأثر بالتآكل.

5-1/8 فتحات التهوية ذات الشفرات (Louvers)

تصنع فتحات التهوية خفيفة الوزن من الـ PVC وتكون سهلة الازالة عن طريق نزع اثنين من المثبتات في تركيبة الفتحات. توضع الفتحات في جميع الجوانب الاربعة من الوحدة كي يتيسر وصول سهل الى الحوض بزاوية 360 درجة (النوع المحوري). يمنع التصميم الذي يكون بتمريرين (ذهاباً واياباً) من اندفاع الماء الى الخارج ويحمي الحوض من المواد الصلبة ويحجب اشعة الشمس فيقلل احتمال تكون الطحالب وما يترتب على ذلك من الكلف العالية لمعالجة الماء.

قد تصنع الفتحات ومشبكاتها من صفائح الفولاذ المغلون بالتغميس الساخن وبسمك 1 ملم. يجب تثبيت الفتحات والمشبكات بطريقة تسمح بوصول سريع وسهل الى داخل منطقة الحوض. يجب تثبيت الفتحات في أماكنها عن طريق اخاديد مع مسامير او مسامير ملولبة.

5-1/9 منظومة التوزيع (Distribution system)

يجب تصنيع انبوب الترذيذ الرئيس وتفرعاته من انبوب من الـ PVC ليقاوم التآكل ويجب ان يحتوي على توصيلات من الفولاذ التي يجب ان تكون مهذبة الحافة او ملحومة او مسننة لتثبيتها مع الانبوب الخارجي. يجب توزيع الماء فوق الحشوة عن طريق نفاث ترذيذ مسنن دقيق بفتحات قابلة للتوسيع وحلقة للأوساخ تكون جزءاً منها لمنع الانسداد. يجب ان تكون الانابيب الداخلية لمنظومة التوزيع في البرج من النوع القابل للازالة لغرض التنظيف مع اغطية للسماح بازالة الترسبات.

5-1/10 القدرة والسعة (Rating and capacity)

يُمكن تعريف سعات المنتج بدلالة الطن الاسمي. يُعرف الطن الاسمي لبرج التبريد بانه القدرة على تبريد 3 غم/دقيقة (0.19 لتر/ثانية) من الماء من 35 درجة مئوية عند دخوله الى 29.4 درجة مئوية عند خروجه لدرجة حرارة دخول البصلة الرطبة تبلغ 26 درجة مئوية. ان الظروف الاسمية هي نفس الظروف القياسية لتصاميم منظومات التدفئة والتهوية والتكييف لمعظم اجزاء العراق ولكن لا تنطبق على جميع المشاريع.

ملاحظة: يجب اخذ موقع برج التبريد بنظر الاعتبار خلال مراحل التخطيط للمشروع. إذ من المهم منع تصريف الهواء (احتمال التلوث البايولوجي) الى مدخل الهواء النقي للمبنى.

5-1/11 دعائم البرج (Tower supports)

الدعائم الموصى بها لأبراج التبريد هي من نوع العارضات التي على شكل " I " توضع تحت الحافات المشفهة الخارجية وتكون مستمرة على طول كامل الوحدة. يجب ان يكون مستوى العارضات منخفضاً بمقدار 3 ملم لكل 2 متر قبل تنصيب الوحدة في موضعها. من غير المقبول ان يضبط المستوى عن طريق ملء الفراغات بين العارضات التي على شكل " I " لان ذلك لن يحقق اسناداً طولياً مناسباً.

12/1-5 معالجة الماء (Water Treatment)

يكون ماء التعويض في بعض الاحيان بمحتوى عال من العسرة بحيث ان عملية التصريف لا تكون كافية لمنع تكون القشور. لذا تكون معالجة الماء في هذه الحالات مطلوبة ويجب استشارة شركة متخصصة في معالجة الماء لأجل ذلك.

يجب ان تكون المواد الكيميائية المستعملة في معالجة الماء متوافقة مع الفولاذ المستعمل في تصنيع الوحدة. ينبغي المحافظة على الدالة الحامضية للماء بين 6.5 و8 لمنع "الصدأ الابيض". قد يحتاج الفولاذ المغلون في الوحدة الى السبات الدوري خلال فترات ارتفاع الدالة الحامضية. لا ينصح بالتغذية الكيميائية على شكل دفعات لأنها لا تحقق القدر الكافي من التحكم. يجب توخي الحذر الشديد عند الحاجة الى التنظيف بالحامض ولا يجوز استعمال غير الحوامض المثبطة المتوافقة مع الفولاذ المستعمل في تصنيع الوحدة.

مراجع الباب 5

[1]-" *Cooling Tower Testing, AABC National Standards*", Ch. 13, (2002).

[2]- "*Commercial Application, Systems, and Equipment*", 1st ed. ACCA Manual CS.

[3]- "*Atmospheric Water Cooling Equipment* ",ASME PTC 23-2003, (2003).

[4]- "*Water-Cooling Towers*", NFPA 214-05.

[5]- "*Acceptance Test Code for Water Cooling Towers*", ATC-105, (2000).

[6]- "*Code for Measurement of Sound from Water Cooling Towers*", ATC-128 (05), (2005).

[7]- "*Acceptance Test Code for Spray Cooling Systems*", ATC-133 (85), (1985).

[8]- "*Nomenclature for Industrial Water Cooling Towers*", BUL-109-N/C,CTI,1997.

[9]- "*Recommended Practice for Airflow Testing of Cooling Towers*", PFM-134, CTI,1994.

[10]-"*Fiberglass-Reinforced Plastic Panels*", ATC 131 (02), (1994).

[11]-"*Certification of Water Cooling Tower Thermal Performance*", (R2004), ATC 201 (04), (2004).

الباب 6
آلات الضخ (Pumping equipment)

6-1 آلات الضخ (فكرة عامة) (Pumping equipment) (general)

تنصب المضخات على وفق توصيات الجهة المصنعة، ويجب ان توضع على قواعد من الخرسانة المغطاة بمنصات عازلة للاهتزاز لمنع انتقال الاهتزازات الى المبنى. يجب محاذاة المضخات ومحركاتها وتسويتها في الاتجاهين الطولي والعرضي وفي الاماكن الضرورية الاخرى. يجب ان تتوافر البطانات المناسبة لتسهيل عملية ربط وتسوية شبكة الانابيب. ويجب ان تكون القاعدة مجهزة بأنابيب تصريف الى أقرب فتحة تصريف بانبوب ذي قطر 25 ملم.

يجب تجهيز الاعمدة الدوارة للمضخات بحلقات مانعة للتسرب متوافقة مع تصميم المضخة وبحسب توصية الجهة المصنعة. يجب تجهيز غطاء المضخات بتوصيلات للتنفيس والتصريف واجهزة قياس ضغط السحب والدفع. يجب تجهيز كل مضخة بمقياس ضغط بالحدود المناسبة بقطر 100 ملم في فتحتي السحب والدفع مع صمامات. يفضل استعمال جميع المضخات لتعمل بسرعة 1450 دورة في الدقيقة ما لم يوص بغير ذلك، ويجب ان تكون من النوع الذي لا تستطيع فيه البشارة تحميل المحرك أكثر من طاقته. يجب ان يتحقق تصميم شبكة الانابيب وتنصيب المضخات بالطريقة التي يمكن معها سحب كامل تركيبة المضخة بدون ارباك شبكة الانابيب.

يجب تجهيز كل مضخة بصمامات غلق في جهتي السحب والدفع وصمام لارجوعي ومصفاة. ويجب ان تعمل المضخات بثبات بدون حركة نبضية او اهتزاز او اعادة تدوير داخلي. ويجب اختيار مقدار التدفق التشغيلي بوحدات م^3/ساعة (غالون/دقيقة) ليكون اقل بقليل من القيمة المناظرة للحد الاقصى لقدرة المضخة عند السرعة التصميمية. يجب ان يقدم المقاول لغرض تصديقها من قبل المهندس المختص بيانات كاملة للسعة والاداء واية بيانات اخرى جاءت في جدول او مواصفات آلات الضخ.

6-1/1 المضخات الرئيسة للماء المثلج (Chilled water primary pumps)

6-1/1/1 المضخة (Pump)

يجب ان تجهز المضخة وتنصب كما مثبت في التصاميم وبالسعة والبيانات التقنية التي ذكرت في تفاصيل العطاء. يجب ان تكون لكل مضخة قاعدة حديدية للتثبيت. تكون المضخات من النوع الطارد المركزي بمرحلة واحدة، ذات غطاء يمكن فصله افقياً، بسحب مزدوج. يجب موازنة المحرك والمضخة في حالتي السكون والحركة مع تقديم شهادة فحص الموازنة. يجب تصميم المضخة بحيث يمكن ازالة عناصرها الدوارة بدون ارباك شبكة الانابيب. يجب ان يزداد ارتفاع التصريف الرأسي للمضخة باستمرار مع السعة القصوى للمضخة حتى التوقف عن العمل مع ميل منحنى سعة ارتفاع التصريف الرأسي ليصبح افقياً عند التوقف.

يجب ان يتقاطع منحنى سعة ارتفاع التصريف الرأسي مع السعة المحددة وظروف ارتفاع التصريف الرأسي ضمن حدود الفعالية القصوى لدافعة المضخة. يجب ان تكون جميع المضخات من النوع الذي لا يرتفع معه ارتفاع التصريف الرأسي الا قليلاً بانخفاض معدل الجريان ويجب ان تحتوي المخططات التنفيذية لمضخات الماء المنحنيات التي تبين خصائص اداء المضخة.

6-1/1/2 المحرك (Motor)

يجب ان يستجيب المحرك للمتطلبات المنصوص عليها في التفاصيل ويجب ان يكون له العزم الكافي لتعجيل الحمل الموصل به خلال 20 ثانية بـ 80% من قيمة الجهد الكهربائي المستقر خلال فترة بدء التشغيل. يجب ان يُحاط المحرك بغطاء مشبك من النوع المتين والمعزول حرارياً بشكل يتلاءم والاجواء الاستوائية حتى درجات حرارة 52 درجة مئوية. يجب ان تعمل جميع المحركات بدون ضوضاء ويجب ابدالها اذا كان رأي المهندس المختص انها ليست كذلك. يجب ان تدور المحركات بسرعة 1450 دورة في الدقيقة وتكون مناسبة للعمل مع 220 فولت و50 هيرتز ومجهزة بحماية ضد تجاوز الحمل وانخفاض الجهد الكهربائي للمضخات ذات الاحجام الصغيرة.

تكون كراسي التحميل كروية قابلة للادامة ومن النوع الذي يحتوي على غطاء مزدوج مع تركيبات للتشحيم وفتحة تصريف لكل كرسي تحميل. يجب ان تكون مفاتيح بدء التشغيل لمحركات المضخات اما من النوع المباشر على خط التغذية حتى قدرة 10 حصان او من النوع النجمي-المثلثي لما يزيد على ذلك. ويجب تنصيبها مع العازل والمصهر على الخط المغذي لكل وحدة. يجب ان يكون لكل مفتاح تشغيل مجموعة من المرحّلات الحرارية القابلة للتعديل من 60% حتى 100% من قدرة المحرك. يجب ان تكون مفاتيح تلامس بدء التشغيل من النوع ذات فاصم هوائي مزدوج مع الاغطية الواقية المناسبة. يجب ان يكون لها زوجان اضافيان من التوصيلات الاحتياطية لغرض التعشيق والدلالة. إن قدرة المحركات المبينة في الجداول التي تصدرها الشركات المصنعة لها هي اولية فقط ويجب على المقاول اختيار محرك بزيادة قدرة حصانية تبلغ 10% على الاقل من القيمة القصوى للقدرة الحصانية الفرملية. ويفضل ان يجهز المقاول لوح تشغيل كهربائي للمضخة من الشركة المصنعة وبحسب احتياج التصميم.

6-1/1/3 محامل الدوران (Bearings)

يجب ان تكون للمضخات محامل دوران بكريات او بمحمل أسطواني من النوع المتين الذي يتحقق تزييته بالشحم او الزيت وبعمر تشغيلي يبلغ 20000 ساعة على ان ترافق شهادة فحص بذلك. يجب ان تجهز محامل الدوران التي تزيت بالشحم بتركيبات لاجراء الصيانة الاولية وامكانية التنفيس الاوتوماتيكي لضغط مواد التزييت.

6-1/1/4 عمود الدوران (Shaft)

يجب ان يكون عمود الدوران من الفولاذ المصقول المقاوم للصدأ وان تكون المضخة متصلة بناقل الحركة عن طريق اداة ربط مرنة. يجب ان تكون جميع العناصر الدوارة متزنة ديناميكياً.

6-1/1/5 لوحة القاعدة (Bed Plate)

يجب وضع المضخة والمحرك على قاعدة من حديد الزهر او الفولاذ تكون مجهزة بإطار وفتحة تصريف تتصل بمنفذ تصريف عن طريق انبوب. يجب ان تكون القاعدة مستوية لمحاذاة كل من المضخة وناقل الحركة بصورة مناسبة. بعد المحاذاة والحشو يجب ادخال المسامير الخاصة بناقل الحركة. تستعمل مسامير مقاومة للتآكل لكل من المضخة والمحرك.

6-1/1/6 الغلاف (Casing)

يجب ان يكون الغلاف من حديد الزهر المصمم لتحمل 50 كغم/م² او مرة ونصف بقدر الضغط التشغيلي الحقيقي ايهما أكبر.

6-1/1/7 دولاب الدفع (Impeller)

يجب ان يكون دولاب الدفع متوازناً هيدروليكياً وديناميكياً ومصنوعاً من سبائك البرونز ومجهزاً بحلقة على جانبي كل من دولاب الدفع والغلاف.

6-2/1 مضخات الماء المُثلج الثانوية ومضخات الماء الحار الاساسية
(Chilled/hot water secondary and hot water primary pumps)

تكون هذه المضخات مشابهة في التركيب والمواصفات للمضخات المذكورة في البند (6-1/1) ما عدا انها تكون ملائمة للتعامل مع الماء الحار عند درجة حرارة 120 درجة مئوية وتكون بيانات السعة لها كما جاءت في تفاصيل العطاء.

6-3/1 مضخات ماء المكثف (Condenser water pumps)

تكون هذه المضخات مشابهة في التركيب والمواصفات لمضخات الماء المبرد المشار اليها في البند (6-2/1). وتكون بيانات السعة لها كما جاءت في تفاصيل العطاء.

6-4/1 المضخات المدمجة (Built-in pumps)

تستعمل هذه المضخات في المنشآت الصغيرة مثل الوحدة المدمجة، والخزن البارد، وماء مكثف وحدة التبريد الصغيرة العاملة بالتمدد المباشر ومضخات تعزيز ضخ الماء النقي. يجب ان تكون المضخة من النوع الطارد المركزي مع مضخة اعتيادية ومحور دوران من الفولاذ المقاوم للصدأ. يجب ان تكون المضخة والمحرك متوازنين في حالة السكون والحركة. يجب ان تكون خصائص ارتفاع التصريف الرأسي للمضخة ومنحنى القدرة مشابهة لمضخة الماء المثلج المذكورة في البند (6-1/1). يجب ان يكون للمضخات كراسي تحميل من النوع المتين الذي يتحقق تزييته بالشحم وبعمر تشغيلي يبلغ 20000 ساعة. يجب وضع المضخة والمحرك على لوحة مشتركة من الفولاذ او حديد الزهر. يجب ان يكون غلاف المضخة من حديد الزهر المصمم لتحمل 10 كغم/م² او مرة بقدر الضغط التشغيلي ايهما أكبر. يجب ان يكون دولاب الدفع مصنوعاً من سبائك البرونز ومجهزاً بحلقة على جانبي كل من دولاب الدفع والغلاف. أما حلقة مانع التسرب لمحور الدوران فيجب ان تكون من المعدن المخمر مع كرسي مقاوم من نوع NL وحلقة من الكاربون. يجب أن

يوجد خط تحويل بين وجهي حلقة مانع التسرب ومشفه التصريف لضمان تنفيس مناسب لغرفة الحلقة وتزييتها.

مراجع الباب 6

[1]- "*Centrifugal Pumps*", ASME PTC 8.2-1990, (1990).

[2]- "*Specification for Horizontal End Suction Centrifugal Pumps for Chemical Process*", ASME B73.1, (2001).

[3]- "*Specification for Vertical-in-Line Centrifugal Pumps for Chemical Process*", ASME B73.2, (2003).

[4]- "*Specification for Seamless Horizontal End Suction Metallic Centrifugal Pumps for Chemical Process*", ASME B73.3, (2003).

[5]- "*Specification for Thermoplastic and Thermoset Polymer Material Horizontal End Suction Centrifugal Pumps for Chemical Process*", ASME B73.5M, (1995).

[6]- "*Liquid Pumps*", CSA CAN/CSA-C22.2 No. 108-01.

[7]- "*Energy Efficiency Test Methods for Small Pumps*", CAN/CSA C820-02, (2007).

[8]- "*Performance Standard for Liquid Ring Vacuum Pumps*", 3rd ed. (2005).

[9]- "*Centrifugal Pumps for Nomenclature and Definitions*", ANSI/HI 1.1-1.2, (2000).

[10]- "*Centrifugal Pumps for Design and Applications*", ANSI/HI 1.3, (2000).

[11]- "*Centrifugal Pumps for Installation, Operation, and Maintenance*", ANSI/HI 1.4, (2000).

[12]- "*Vertical Pumps for Nomenclature and Definitions*", ANSI/HI 2.1-2.2, (2000).

[13]- "*Vertical Pumps for Design and Application*", ANSI/HI 2.3, (2000).

[14]- "*Vertical Pumps for Installation, Operation, and Maintenance*", ANSI/HI 2.4, (2000).

[15]- "*Rotary Pumps for Nomenclature, Definitions, Application, and Operation*", ANSI/HI 3.1-3.5, (2000).

[16]- "*Sealless Rotary Pumps for Nomenclature, Definitions, Application, Operation, and Test*", ANSI/HI 4.1-4.6, (2000).

[17]- "*Sealless Centrifugal Pumps for Nomenclature, Definitions, Application, Operation, and Test*", ANSI/HI 5.1-5.6, (2000).

[18]- "*Reciprocating Pumps for Nomenclature, Definitions, Application, and Operation*", ANSI/HI 6.1-6.5, (2000).

[19]- "*Direct Acting (Steam) Pumps for Nomenclature, Definitions, Application, and Operation*", ANSI/HI 8.1-8.5, (2000).

الباب 7

وحدات مناولة الهواء (Air handling units)

7-1 وحدات مناولة الهواء (فكرة عامة) (Air handling units) (general)

تصمم وحدات مناولة الهواء بنوعية وفعالية عاليتين لتلائم متطلبات التبريد والتدفئة والتهوية للفضاء المطلوب تكييفه. تكون هذه الوحدات مناسبة للفنادق، والمستشفيات، والقاعات الكبيرة، والمصارف، ومجمعات الاسواق والتطبيقات الاخرى. تصنع مناولات الهواء على شكل اجزاء قياسية يحتوي كل جزء على عنصر او أكثر وتشكل عدة اجزاء مناولة واحدة. تشحن وحدة المناولة الكاملة وهي مركبة بالكامل كاجراء قياسي ولكنها قد تشحن ايضاً وهي مركبة جزئياً كخيار مُتاح. يمكن الوصول الى جميع مكونات مناولة الهواء بسهولة من خلال الواح الدخول الى كل جزء. تكون هذه الوحدات ملائمة لدفع الهواء عن طريق مجرى هوائي او بصورة مباشرة على حد سواء. إن التصميم المرن للأجزاء يسمح للمهندس بعرض ترتيبات مختلفة للاجزاء تتناسب ومتطلبات العمل.

يكون تجهيز ونصب مناولات الهواء من النوع الملائم لفضاء واحد او أكثر كما مبين في المخططات وبمواصفات الاداء المذكورة في تفاصيل العطاء بما فيها المراوح، والمحركات، وملفات التبريد والتدفئة، واحواض تصريف التكثيف، وحوض الترذيذ في الاماكن المعينة، والغلاف، والمُرطِبات الترذذية (spray sump)، وصندوق الخلط، ومرشحات الهواء، ومانعات الاهتزاز، ومقاييس السحب، ولوحة التشغيل الكهربائية، وصمامات ماء ثلاثية واحدة للماء البارد واخرى للماء الحار وجميع المكونات القياسية والملحقات الاعتيادية الاخرى. جميع الاجهزة يجب ان تكون مُصنعة من مواد مناسبة لظروف العمل الفعلي. في حالة احتمال حدوث التآكل، يجب استعمال المواد المناسبة المقاومة للتآكل كما يجب استعمال طرائق التجميع الملائمة بما فيها عزل المعادن غير المتشابهة ضد التفاعل الكلفاني.

تنصب اجزاء مناولة الهواء المكونة من المحركات، ومانعات انجراف الهواء، والمرشحات، وملفات التدفئة والتبريد وجميع المكونات والملحقات بصورة تسمح بالوصول اليها لاغراض التصليح والادامة والتبديل. توضع تركيبات التشحيم مباشرة على كراسي التحميل الا اذا كانت الاخيرة لا يمكن الوصول اليها بسهولة. في الاماكن التي تكون فيها كراسي التحميل غير منظورة او لايمكن الوصول اليها، من الضروري ان تتوافر توصيلات يمكن الوصول اليها بسهولة تكون متصلة مع تركيبات تزييت كراسي التحميل.

7-1/1 انواع مناولات الهواء (Air handling units' types)

7-1/1/1 وحدات مناولة الهواء لمنطقة واحدة (Single zone air handling units)

يجب ان تكون تفاصيل مناولة الهواء كما مبينة في المخططات ومحددة في تفاصيل العطاء ويجب ان تتضمن المكونات التالية مُجمّعة مسبقاً:

- ملف للتبريد وآخر للتدفئة.

- مروحة دفع الهواء.
- محرك لمروحة دفع الهواء.
- لوحة تشغيل كهربائية.
- مرشحات هواء.
- صندوق خلط (ان وجد في المخططات).
- مُرطب.
- منظومة سيطرة ومتحسسات.
- خوانق هواء.

يجب ان تكون سعات مروحة دفع الهواء والملفات كما هي محددة في تفاصيل العطاء.

7-1/1/2 وحدات مناولة الهواء لمناطق متعددة (Multi-zone air handling units)

كما جاء في الفقرة 7-1/1/1 مع اضافة خوانق هواء آلية من النوع الوجهي والفرعي.

7-1/2 مواصفات مناولة الهواء (Specifications)

7-1/2/1 الهيكل (Frame)

تصنع جميع الهياكل من مقاطع الالمنيوم المؤكسد ذي الجودة العالية المصنوع بطريقة البثق.

7-1/2/2 الالواح (Panels)

تستعمل في جميع الانواع الالواح المزدوجة كاجراء قياسي وبالانواع التالية:

- الواح الالمنيوم.
- الواح الفولاذ المقاوم للصدأ.
- الواح الحديد المغلون المطلية في الفرن بمسحوق الايبوكسي الاليكتروستاتيكي.
- سمك 1.2 ملم للوح الداخلي.

7-1/2/3 إطار القاعدة (Base frame)

يصنع إطار القاعدة من الفولاذ المغلون السميك وبحسب حجم مناولة الهواء وعدد المقاطع التي تتكون منها مناولة الهواء. ويعتمد طول وعرض القاعدة على حجم وطول المناولة.

7-1/2/4 الواح وابواب الدخول (Access panels and doors)

تحتوي مناولة الهواء على باب مزدوج الالواح مثبت باحكام بواسطة اربعة روابط جسرية لتكوين الواح دخول قابلة للازالة بالكامل مع مقبض او مقبضين لسهولة تحرير اللوح. لضمان عدم نفاذ الهواء يستعمل مانع تسرب من المطاط بين الابواب والإطار المصنوع من الالمنيوم.

7-1/2/5 العازل (Insulation)

لغرض اداء أمثل لعزل الحرارة والصوت، تعزل جميع الالواح والهياكل بعازل داخلي بسمك 25ملم او 50ملم لبعض الحالات من الياف الصوف الزجاجي او من رغوة البولي يوريثين المحقون بكثافة 48 كغم/م^3 كاجراء قياسي.

7-1/2/6 المروحة (Fan Section)

تكون المراوح ذات عرض ومدخل مزدوجين (Double Width Double Inlet) (DWDI) من النوع الطارد المركزي (امامية، خلفية وجُنيح) تدار بواسطة حزام ناقل ومتزنة في حالتي السكون والحركة او مربوطة مباشرة الى المحرك بوصلة مرنة. ويمكن استعمال ترتيبات مختلفة للمحرك والمروحة. تستعمل وصلة ربط مرنة بين منفذ دفع المروحة وغلاف المناولة لتقليل الاهتزازات وبالتالي مستوى الصوت. يجب ان يكون العمود الدوار من قضبان ذات قطر كبير من الفولاذ ذات النهايات المشغولة بدقة بحيث تكون ملائمة لكراسي التحميل القياسية التي يجب ان تكون بكريات، ذاتية المحاذاة، مُحكمة الغلق بمانع تسرب من الشحم وموضوعة على كتل من المطاط او حديد الزهر. يجب تشغيل المروحة بسرعة تقل بمقدار 25% عن السرعة الحرجة الاولى. يجب ان تكون متطلبات القدرة الحصانية الفرملية مبنية على اساس بيانات الاداء المستخلصة من فحوص أجريت على نموذج من مناولة الهواء. يكون للمروحة حزام ناقل للحركة على شكل الحرف V وبكرة بخطوة متغيرة وقاعدة محرك شاملة قابلة للتعديل لها سعة دفع تكون أكبر بمقدار 10% من كمية الهواء المنزوع منه الرطوبة. يجب تصنيع جميع المراوح والاجزاء الدوارة من صفائح الحديد المغلون.

7-1/2/6/1 المروحة ذات الريش المحنية الى الامام (Forward curved fan)

تستعمل مروحة طرد مركزي ذات ريش محنية الى الامام ومتوازنة في السكون والحركة. لجميع مناولات الهواء تستعمل كراسي تحميل بكريات تكون مغلقة باحكام ومشحمة مسبقاً وذاتية المحاذاة مع حلقة لامركزية لتثبيتها بالعمود الدوار.

7-1/2/6/2 المروحة ذات الريش المحنية الى الخلف (Backward curved fan)

تستعمل شفرات توجيه عند الدخول بالنسبة للمراوح ذات الريش المحنية الى الخلف ومراوح الجُنيح للتحكم في كمية الهواء الداخل مع شبكة سلكية عند مدخل المروحة.ويستعمل هذا النوع للمناولات ذات الضغط الستاتيكي العالي. جميع كراسي التحميل تكون بكريات، مغلقة باحكام، مشحمة مسبقاً وذاتية المحاذاة مع حلقة لامركزية لتثبيتها بالعمود الدوار.

7-1/2/7 محرك المروحة (Fan Motor)

يكون تركيب المحركات على قاعدة من الفولاذ غير القابل للصدأ معزولة عن غطاء مناولة الهواء بألواح من المطاط كاجراء قياسي. تكون جميع المحركات بقدرة 5.5 كيلوواط او اقل وببكرة متغيرة الخطوة بالنسبة للمحرك وثابتة بالنسبة للمروحة. تكون المحركات مغلفة بالكامل ومبردة بالهواء (TEFC)، مع قفص مشبّك، وعازل من الصنف "F"، وحماية من الصنف IP55 وعوازل لولبية للاهتزازات.

تجهز المحركات الاحتياطية بمفتاح تحويل يدوي او اوتوماتيكي. تكون سرعة دوران المحركات 1450 دورة/دقيقة، بتردد 50 ميكاهيرتز ويجب ان تكون مهيأة لادارة المروحة بالقدرة الحصانية المطلوبة كما ذكرت في تفاصيل العطاء. يجب ان تكون مفاتيح تشغيل المحركات اثنين لكل محرك، واحد لكل ملف (سرعة)، يجهز كل منهما بمرحلات حرارية للحمل الزائد بالقدرة المناسبة لحماية محرك المروحة.

8/2/1-7 الملفات (Coils)

يجب ان تكون الملفات من النحاس ومجهزة بزعانف مصنوعة من الالمنيوم ومركبة في إطار من الفولاذ المطلي بالزنك. يجب ان يكون الملف مثبتاً بصورة مائلة قليلا في غلاف المناولة لغرض التصريف المناسب كما يجب توصيل انبوب الى فتحة التصريف في الارضية. إذا كان الملف المُحدد في المواصفات ملفاً مركباً، يجب ان تجهز صفيحة حارفة مثقبة في جزء المجرى الجانبي يكون هبوط الضغط فيها مساوياً لهبوط الضغط في الملف. يجب فحص الملف تحت الماء عند ضغط هواء قدره (17.6 كغم/سم^2) ضغط مقياس لمدة ساعتين.

تستعمل ملفات الماء المبرد والماء الحار وملفات البخار وملفات التمدد المباشر لتتناسب مع حاجات الزبون. تصمم الملفات لانجاز المهمات المحددة لها وبافضل اداء تحت جميع الظروف التصميمية. تصنع الملفات من انابيب النحاس غير الملحومة والموسعة ميكانيكياً داخل زعانف من الالمنيوم. تفحص جميع الانابيب تحت ضغط هواء قدره 3140 كيلوباسكال مطلق تحت الماء. تخضع جميع الملفات الى تنظيف كيميائي جاف بعد التصنيع من اجل منظومة بنظافة مُثلى. تستعمل حشوات مانعة لتسرب الهواء في اماكن خروج الانابيب من الغلاف. إن مانعات التسرب حول الملف تمنع التفاف الهواء. تصنع الملفات من انابيب بقطر خارجي قياس 10 ملم توضع بترتيب متناوب في اتجاه تدفق الهواء. تجهّز الملفات بانابيب رئيسة من النحاس ضمن منطقة الملفات ، تحتوي على منفذ يدوي لتنفيس الهواء يمكن الوصول اليه من خارج الغلاف لتسهيل عملية التنفيس.

9/2/1-7 حوض التصريف (Drain pan)

يجب تجهيز حوض تصريف تحت الملف كاجراء قياسي، ويكون من الفولاذ غير القابل للصدأ بسمك 1.5 ملم مع توصيلات في الجانبين. يُعزل الحوض من الجوانب ومن الاسفل لمنع التكثف.

10/2/1-7 مانع القطيرات (Droplet eliminator)

لمنع انجراف الماء عند السرعات العالية يُنصح باستعمال مانع القطيرات في المناولة. تصنع شفرات مانع القطيرات من البولستايرين المسلح الموضوع داخل إطار من الفولاذ المغلون والذي يُصمم لمنع كامل لانجراف القطيرات من ملفات التبريد وبالحد الادنى من هبوط الضغط. في معظم الحالات يجب تثبيت مانع القطيرات داخل وحدة ملف التبريد ولكن يمكن تثبيته في اي مكان ضمن مناولة الهواء عند اللزوم.

7-1/2/11 المرشحات (Filters)

يمكن اختيار انواع المرشحات للايفاء باي من متطلبات الترشيح، لذلك تتوافر مجموعة متنوعة من انواع المرشحات بضمنها المرشحات المستوية، والمرشحات على شكل الحرف V، والمرشحات الكيسية، والمرشحات عالية الفعالية (HEPA)، والمرشحات الكاربونية وغيرها. يعتمد اختيار المرشح على متطلبات جودة الهواء الداخلي.

7-1/2/1/11 المرشحات المستوية والمرشحات على شكل الحرفV (Flat filter and V-filters)

تتوافر انواع من مرشحات الالمنيوم القابلة للغسل والمصنوعة من المواد الاصطناعية بسمك 50 او 100 ملم. يجب اختيار المرشح على شكل الحرف V إذا كان تقليل السرعة عند مدخل المرشح مطلوباً.

7-1/2/2/11 المرشح الكيسي (Bag filter)

يمكن استعمال المرشحات الكيسية عندما يكون مستوى اعلى من الترشيح مطلوباً. تصنع هذه المرشحات من المواد الاصطناعية بفعالية تصل الى 85%.

7-1/2/3/11 مرشح جزيئي عالي الفعالية (HEPA filter)

تستعمل مرشحات الجسيمات ذات الفعالية العالية عندما تكون درجة الترشيح المطلوبة عالية جداً كما في المستشفيات وغرف الحاسبات والتطبيقات الاخرى. يمكن ان تصل فعالية هذا النوع الى 99.97%.

7-1/2/4/11 الانواع الاخرى من المرشحات (Other type of filters)

(أ) المرشح الذي يحتوي على ثنيات(Pleated filter) .

(ب) المرشح الملفوف(Auto roll filter) .

(ج) المرشح الالكتروستاتيكي(Electrostatic filter) .

(د) المرشح الكاربوني(Carbon filter) .

7-1/2/12 صندوق الخلط وصندوق العادم (Mixing box & exhaust box)

تقوم وحدة صندوق الخلط بجمع الهواء النقي مع الهواء المدوّر الراجع من الفضاء المكيف. يجب تجهيز صندوق الخلط بخوانق هواء يدوية او آلية للهواء النقي والراجع في حين يكون عمل صندوق العادم هو طرح بعض من الهواء المدوّر واعادة المتبقي الى مجرى الهواء المجهز الى الفضاء.

7-1/2/13 خوانق الهواء (Dampers)

تصنع جميع خوانق الهواء من هيكل من الالمنيوم الصلب مع شفرات من رقائق الالمنيوم لتقليل هبوط الضغط والصوت المتولد نتيجة مرور الهواء من خلال الشفرات. يستعمل ترتيب الشفرات المتعاكسة لمنع تسرب الهواء. ان دوران شفرات الخانق يتحقق عن طريق دوران مسننات مصنوعة من الـ PVC. يمكن وصل الخوانق بوسيلة تديرها آلياً، كما يمكن عند اللزوم تجهيز الخوانق بذراع في احد جانبيها لضبطها يدوياً.

7-1/2/14 فضاء تدوير الهواء (Plenum section)

يمكن تهيئة فضاء خاص لتدوير الهواء لاغراض محددة او كمنفذ للدخول.

7-1/2/15 المُسخن الكهربائي (Electric heater)

تتوافر المسخنات الكهربائية ضمن مجموعة متعددة من السعات والمراحل ويكون موضعها في وحدات الملف وتستعمل لتقليل الاثر البيئي للوحدة ويمكن تجهيزها كوحدات مستقلة عند اللزوم. تصنع المُسخنات من عناصر انبوبية مزعنفة من (الفولاذ المغلف المقاوم للصدأ). يجب تجهيز قاطع آلي مع المسخنات الكهربائية كاجراء قياسي مع منظم لدرجة الحرارة وقاطع دورة مع مفتاح تلامس او أكثر.

7-1/2/16 خانق الهواء ذو النوع الوجهي والفرعي (Face and by-pass damper)

يصمم هذا النوع من الخوانق لتمرير تيار الهواء حول الملف للتحكم بظروف تيار الهواء. يمكن تحويل 100% من الهواء عند اللزوم.

7-1/2/17 فتحات مصائد الرمل المشفرة (Sand trap louver)

تصنع من الفولاذ المغلون السميك بصفائح على شكل الحرف U وتثبت وتوضع داخل هيكل من الفولاذ المقاوم للصدأ. تمنع هذ الصفائح دخول الجسيمات الكبيرة الى المناولة مع الهواء النقي فتساعد بذلك على اطالة العمر التشغيلي للمرشح وضمان نظافة الهواء النقي وتكسى قاعدتها بمادة لزجة لمنع الغبار والاتربة من المرور.

7-1/2/18 مخففات الصوت (Sound attenuators)

توضع مخففّات الصوت عند مدخل الهواء (ومخرجه عند اللزوم) ويمكن تصنيعها باطوال مختلفة على وفق متطلبات مستوى الصوت.

7-1/2/19 اجزاء استرداد الحرارة (Heat recovery sections)

تتضمن هذه الوحدة، التي تصنع بحسب الطلب، وسيلة لاسترجاع الحرارة تعتمد على الظروف الجوية وتستعمل تيار الهواء المطروح للتحكم في ظروف الهواء الخارجي الداخل.

7-1/2/19/1 عجلة الطاقة (Energy wheel)

وهي عجلة دوّارة مطلية بمادة خاصة ملائمة لانتقال الحرارة. يمر الهواء المجهز خلال نصف العجلة الدوّارة فيما يمر الهواء المطروح خلال النصف الآخر بالاتجاه المعاكس. يمر كل من الهواء المجهز والهواء المطروح بالتناوب خلال ممرات صغيرة في العجلة الدوّارة باتجاهين متعاكسين مما يؤدي الى انتقال الحرارة. تستعمل هذه المبادلات الحرارية في المناولات ذات الطابقين وتكون على نوعين:

- عجلات التكثيف (الحرارة المحسوسة).
- عجلات المحتوى الحراري.

7-2/19/2/1 المبادل الحراري ذو الجريان المتعاكس (المبادل ذو الالواح الثابتة)
(Cross Flow Heat Exchanger (fixed plate exchanges)

تعتمد وسيلة استرجاع الحرارة هذه على نقل الحرارة بالتوصيل. يتكون المبادل من طبقات متناوبة من الصفائح الصغيرة المغلقة والمفصولة عن بعضها البعض. يقتصر هذا النوع من المبادلات على استرجاع الحرارة المحسوسة ويستعمل في المناولات ذات الطابقين ويفضل للمناولات المستعملة في المستشفيات.

7-3/19/2/1 المبادل الحراري ذو الانبوب الحراري (Heat pipe heat Exchanger)

هذا النوع يحوي على مجموعة من الانابيب الحرارية التي تعمل بوجود فارق في درجة الحرارة بين الهواء الراجع والهواء المجهز، حيث تنتقل الحرارة من الهواء المجهز الحار الداخل من الخارج وتطرحه الى الهواء البارد الراجع من الفضاء المكيف بدون الحاجة الى اية طاقة كهربائية.

7-4/19/2/1 الملفات من النوع ذات الجريان الدوراني (Run around coils)

تتكون من ملفين (من الانابيب النحاسية ذات الزعانف من الالمنيوم) (مع تبادل حراري من الماء الى الهواء) يوضع الاول في مجرى الهواء الراجع حيث يبرد الماء بداخله ويوضع الآخر في مجرى الهواء الداخل حيث يكتسب الماء الحرارة من الهواء الداخل من الخارج، ويدور الماء بواسطة مضخة صغيرة (In line). يقتصر هذا النوع من المبادلات على انتقال الحرارة المحسوسة، وهو من الجيل القديم للطاقة المسترجعة اما الانواع الثلاثة السابقة فهي من الجيل الجديد.

7-20/2/1 الصفيحة الناشرة (Diffuser plate)

يجب تجهيز هذه الصفيحة عندما تكون سرعة الهواء الخارج عالية وخصوصاً عند استعمال مرشحات في نهاية مناولة الهواء. وتصنع من صفائح مثقبة من الحديد المغلون السميك.

7-21/2/1 المُرطبات (Humidifiers)

تتوافر مجموعة متنوعة من المُرطِّبات اعتماداً على موقع الاستعمال وكما يلي:

7-1/21/2/1 المُرطب ذو الحوض الكهربائي (Electric pan humidifier)

يتحقق ترطيب الهواء بتبخير الماء في حوض معدني من الفولاذ المطلي باستعمال عناصر تسخين كهربائية. يجهز الحوض بصمام مع طوافة ومنفذ تصريف وفتحة للملء السريع ومفتاح لتحديد مستوى الماء.

7-2/21/2/1 المُرطب البخاري (Steam type)

يتحقق الترطيب باستعمال اقطاب كهربائية مغموسة، واسطوانة للبخار، وانبوب لتوزيع البخار من الفولاذ المقاوم للصدأ، ووسائل تحكم الكترونية لتنظيم مستوى الماء.

7-3/21/2/1 المُرطب ذو الوسط الرطب (Wetted media type)

يتحقق في هذا النوع ترذيذ الماء فوق صفيحة يمر عليها الهواء لتزداد رطوبته وتنخفض درجة حرارته.

7-4/21/2/1 المُرطب ذو الرذاذ (Spray humidifier)

للترطيب في فصل الشتاء يجب عند اللزوم تجهيز وتنصيب هذا النوع من المُرطِّبات، الذي يتكون من فوهات ترذيذ وانبوب رئيس من الحديد المغلون بقطر 20 ملم وانابيب توزيع عمودية بقطر 15 ملم مع جميع

التركيبات الضرورية لمنظومة كاملة التجميع. تكون فتحات الترذيذ من مادة البراص المُشكل بالطرق، وضد الانسداد، بقطر 4 ملم مع غطاء ملولب قابل للازالة، ملائم لانبوب مغلون بقطر 10 ملم، أما زاوية الرذاذ فلا تقل عن 30 درجة، وسعة الترذيذ تصل الى 1.7 لتر/دقيقة.

7-1/2/22 غاسلة الهواء (Air washer type)

تتكون هذه الوحدة من:

(أ) الواح من صفائح معدن مغلون مثبتة بالصامولات ومغلقة من الداخل لمنع تسرب الماء.

(ب) صفائح من الـ PVC المشكلة لتكوين موانع انجراف قطيرات الماء.

(ج) حوض ماء مجهز بالفتحات التالية:

(اولا) توصيلة تصريف.

(ثانيا) توصيلة تجهيز.

(ثالثا) توصيلة شفط.

(رابعا) منفذ فيضان.

(خامسا) فتحة للملء السريع.

(د) شباك مراقبة.

(هـ) انابيب بفتحات ترذيذ تقوم بتجهيز ضباب ناعم.

7-1/2/23 ملفات اعادة التسخين الكهربائية (Electric re-heaters)

يجب أن تجهز صفوف من عناصر التسخين الكهربائية وتنصب مع مناولات الهواء كما هو محدد في العطاء. يجب ان تصمم هذه المسخنات لتنصب في مجاري تجهيز الهواء على شكل ملفات مكشوفة مصنعة من اسلاك من سبيكة (النيكل – كروم) ذات مقاومة قليلة لحركة الهواء وتتحمل الاشتغال بدرجات حرارة عالية، او ان تكون الملفات من اسلاك معدنية من النحاس مدفونة داخل مادة عازلة ضمن غلاف معدني انبوبي مجهز بزعانف او بدون زعانف وبمساحة سطحية جيدة.

يجب ان تكون عناصر التسخين ملائمة للاشتغال الطويل. ويبرمج اشتغال العناصر من خلال لوحة سيطرة تعمل على تفعيل عمل العناصر بمرحلتين على الاقل من خلال مسيطر حراري (ثرموستات) ذي مرحلتين. يجهز لهذا الغرض مسيطر حراري ملائم للاشتغال في ظروف درجات الحرارة العالية لحماية عناصر التسخين من فرط التسخين او الاحتراق في حالة عطل مناولة الهواء او لاسباب اخرى.

تثبت عناصر التسخين المكشوفة في بطانة من الحديد المغلون تحيط بالعناصر لتعمل كواقية لحرارة الاشعاع وتهيء مجالا لمرور الهواء بسلاسة من خلال وحدة التسخين.

تجهز وحدة التسخين القياسية بصندوق سيطرة من الحديد ينجز تسليكه مصنعيا، يحتوي قطعتي موصلات تلامس، قطعة لكل مرحلة تسخين. تحتوي الدائرة الكهربائية على مسيطر حراري (ثرموستات) للحماية من فرط التسخين. في حين يجهز آخر للحماية من احتراق العناصر من خلال مفتاح اعادة ضبط يدوي يعمل لتأمين الوحدة في حالة عطل آلية الحماية عن طريق المسيطر الحراري.

يجب ان تتضمن الوحدة مفتاح تحسس لجريان الهواء، حيث يمنع اشتغال المسخنات عند عدم كفاية او انقطاع تيار الهواء.

7-1/2/24 موانع الاهتزاز (Vibration isolators)

يجب عزل اجزاء مناولة الهواء التي من المحتمل ان تنقل الاهتزازات الى هيكل المبنى بواسطة عوارض واسس من مواد مُصدق عليها توضع بين المناولة والمبنى. يجب ان تحتوي هذه الاسس على العدد الملائم من وحدات العزل القياسية التي يجب ان تكون من منتجات الدليل التسويقي المعتمد والتي تحمل تصنيف الحمل مطبوعاً عليها. يجب تقديم مخططات اساس كل مناولة هواء الى ادارة المشروع للتصديق عليها.

مراجع الباب 7

[1]- "*Conditioning and Refrigerating Equipment Nameplate Voltages*", AHRI Standard 110,(2002).

[2]- "*Performance Rating Unitary Air-Conditioning and Air-Source Heat Pump Equipment*", AHRI Standard 210/240-2008, (2008).

[3]- "*Performance Rating Commercial and Industrial Unitary Air-Conditioning and Heat Pump Equipment*", AHRI Standard 340/360, (2007).

[4]- "*Forced- Circulation Air-Cooling and Air-Heating Coils*", AHRI Standard 410-2001 with addenda, (2001).

[5]- "*Unit Coolers for Refrigeration*", AHRI Standard 420, (2008).

[6]- "*Room Fan Coils*", AHRI Standard 440, (2008).

[7]- "*Unit Ventilators*", AHRI Standard 840, (1998).

[8]-"*Laboratory Methods of Testing Fans for Aerodynamic Performance Rating*", ANSI/AMCA Standard 210, (1999).

[9]- "*Laboratory Methods of Testing Fans for Ratings*", ANSI/ASHRAE Standard 51, (1999).

[10]-"*ASHRAE Terminology of Heating, Ventilation, Air-Conditioning and Refrigeration*", (1991).

[11]- "*Standard Voltages, IEC Standard 60038*", (2002).

الباب 8
وحدات المروحة والملف (Fan coil units)

8-1 وحدات المروحة والملف (فكرة عامة) (Fan coil units) (general)

يكون تجهيز وحدات المروحة والملف للغرف لاغراض التبريد او التدفئة او كلاهما معا، ويجب ان تكون مجمعة مصنعيا. تصمم هذه الوحدات لدفع الهواء الى الغرف بشكل مباشر، وربما تستعمل بمعية ادنى قدر من مجاري الهواء بحيث لاتزيد خسارة الضغط فيها على 6 ملم (62 باسكال) من عمود الماء. يمكن تصميم هذه الوحدات لتكون مخفية ضمن ديكور الغرفة او تكون في غلاف يثبت في الفضاء المكيف.

تصنف وحدات المروحة والملف استنادا الى الاسس التالية:

- استنادا الى ترتيبات التثبيت، وتقسم الى:
  - ارضية
  - جدارية
  - سقفية
- استنادا الى ارتفاع درجة حرارة الماء في الملف، وتقسم الى:
  - ارتفاع اعتيادي
  - ارتفاع عالٍ

يجب ان تكون تقديرات استعمال هذه الوحدات في تصميم منظومة التكييف بحيث تقع ضمن الظروف المألوفة للاستعمال، وتستند الى الحدود التالية لمحددات الاشتغال:

- درجة حرارة الهواء الداخل للوحدة/ محرار جاف [درجة مئوية].
- درجة حرارة الهواء الداخل للوحدة/ محرار رطب [درجة مئوية].
- درجة حرارة الماء الداخل للوحدة.
- الفرق في درجة حرارة الماء (درجة مئوية) او معدل جريان الماء [لتر/ثا].
- طريقة السيطرة على سرعة دوران محرك المروحة.

عند طلب أكثر من طراز واحد من وحدات المروحة والملف تتصف بنفس نوع المروحة والملفات، ونفس سرعات المحرك، وبنفس ترتيب الاجزاء الداخلية، فيجب ان تفحص عينة منها تمثل ذلك الطراز من قبل المصنع لايجاد تقديرات الاداء لهذه الوحدات. وتعتبر هذه العينة ذات المعدل الاقل لتجهيز الهواء هي الطراز القياسي لذلك الحجم.

8-1/1 انواع وحدات المروحة والملف (Types of fan coil units)

8-1/1/1 وحدات المروحة والملف ذات السوق المباشر(Direct drive fan coil units)

يجب ان تلائم هذه الوحدات لاستعمالات الماء البارد والماء الساخن، كما يجب ادراج تقديرات الأداء والوظائف ضمن جداول الكميات، وتتوافر فيها المواصفات التالية:

8-1/1/1/1 الخزانة (Cabinet)

يجب ان تصنع الخزانة من نوع جيد وسميك من صفائح الفولاذ، ويجب ان يقوى هيكلها لتحقيق المتانة القصوى مع توافر الالواح القابلة للتفكيك لاغراض الصيانة. ويجب ان تكون مقاومة للماء والصدأ، معزولة ببطانة داخلية ومطلية السطوح الخارجية مصنعيا. ويكون تصنيع كل وحدة منها متكاملا مع مشبك منفذ تجهيز الهواء.

8-1/1/1/2 الملف (Coil)

يصنع الملف من انابيب النحاس السميكة المجهزة بزعانف الالمنيوم، بحيث توسع انابيب النحاس بطريقة ميكانيكية لتثبت مع الزعانف. يجهز الملف بصمام تنفيس آلي من طراز معتمد. وتحتوي الوحدة على حوض لتصريف الماء المتكاثف ترتبط به توصيلة انبوب التصريف. تجهز مناطق الربط للأنابيب بصمامات غلق وسيطرة.

8-1/1/1/3 المرشح (Filters)

يجهز مرشح بسمك 25ملم من النوع الدائمي والقابل للتنظيف، ذو حشوة تصفية من اسلاك معدنية (او أي مادة اخرى معتمدة) مرتبة داخل اطار متين. تصمم الوحدة بحيث يمر جميع الهواء الطلق والمدور من خلال المرشح قبل المرور على الملفات.

8-1/1/1/4 المروحة (Fans)

يجب ان تكون المروحة متعددة الريش ومن النوع الطارد المركزي، تصنع من معدن الالمنيوم وتعشق بشكل مباشر مع المحرك الكهربائي.

8-1/1/1/5 محرك المروحة (Fan motor)

يكون من نوعية القطب المظلل (shaded pole)، ذا ثلاث سرع ومقاوماً للماء. تجهز المحركات بحامل دوران من النوع ذي الاسطوانة المعدنية المشبعة بالزيت. تجهز المحامل بفوهات خاصة لشحنها بالزيت بدون الحاجة الى التفكيك. كما تجهز المحركات بوسائل الحماية من فرط التحميل. يجب ان تجهز المحركات بخزانات لزيت المحامل تكفي لاشتغالها سنة كاملة بدون اعادة تعبئتها.

8-1/1/1/6 السيطرة (Controls)

يجهز مع كل وحدة مفتاح تشغيل ذو ثلاثة مواضع للسرع مع موضع للايقاف، ويثبت هذا المفتاح على الوحدة نفسها اذا كانت من النوع الارضي او الجداري. تجهز كل من هذه الوحدات بصمامات للموازنة واخرى للقطع وكما مبين في المخططات. تجهز الوحدات بصمامات ثلاثية او ثنائية تعمل آليا بواسطة محرك كهربائي مع مفتاح تحويل للشتاء/ او الصيف ومسيطر حراري (ثرموستات). ويمكن طلب نوعية

اخرى تعمل بواسطة التحكم عن بعد. وتكون وحدة المروحة والملف مجهزة بكارت سيطرة مشابه لوحدات التبريد المنفصلة.

8-2/1/1 وحدات المروحة والملف ذات السوق بالاحزمة (Belt drive fan coil units)

ينبغي ان تكون هذه الوحدات بنفس مواصفات الوحدات المذكورة في (8-1/1/1)، عدا الفروق التالية:

8-1/2/1/1 الغلاف (Casing)

تعزل الخزانة ببطانة عزل صوتي من الواح الصوف الزجاجي بسمك 25ملم.

8-2/2/1/1 المراوح (Fans)

تصنع عجلة المروحة من الفولاذ. وتكون بعرض مضاعف وبمدخل هواء مزدوج، وتثبت على عمود دوران من الفولاذ. يجب ان تتحقق موازنة عجلة المروحة موازنة ستاتيكية وديناميكية. تستعمل حمالات الدوران ذات الاسطوانة البرونزية ذاتية المحاذاة مع خزان زيت ذي سعة كافية. تساق المروحة بواسطة حزام يلف على محرك كهربائي حثي قابل للتنظيم، ويثبت المحرك بواسطة حمالات مرنة.

8-3/2/1/1 المرشحات (Filters)

تجهز الوحدات بمرشحات دائمية قابلة للتنظيف ذات سمك 50ملم.

8-4/2/1/1 حوض التصريف (Drain Pan)

تجهز الوحدات باحواض تصريف الماء الثانوية اضافة الى الاحواض الاولية، وذلك لتصريف الماء المتسرب من الصمامات والانابيب وتثبت تحتها. قد تحتاج بعض الوحدات المنصوبة في السقوف الثانوية الى مضخة ماء صغيرة ذات قامة دفع لاتتجاوز 70 سم ويربط أنبوب التصريف اليها.

8-5/2/1/1 تثبيت الوحدات (Units Mounting)

يجب ان تكون هذه الوحدات ملائمة للتعليق في السقف وتجهز بقواعد مناسبة لعزل الاهتزاز.

8-6/2/1/1 السيطرة (Unit Control)

يكون اسلوب السيطرة على هذه الوحدات كما هو مبين في البند(8-3/1) من هذه المواصفات.

8-2/1 المشعات الحرارية (Convectors)

- تثبت المشعات الحرارية العاملة بتيارات الحمل على ارضية الغرفة او أسفل جدرانها، وتكون بشكل خزانات ظاهرية على الجدار وكما هو مبين في المخططات. وتكون ملائمة للتدفئة بواسطة الماء الحار.

- سعة الوحدة تكون كما مدرج في جداول الكميات ومقدرة استنادا الى الظروف المناخية وبحسب المخططات.

- تكون عناصر التسخين للمشعة من النوع المناسب للعمل بالماء الحار وقد تتألف من انابيب النحاس الدائرية المبثوقة والمجهزة بزعانف من الالمنيوم مع موزعات ماء رئيسة من الحديد الزهر أو من ممرات للماء مستطيلة المقطع يدخل اليها الماء الحار من الأعلى ويخرج من الاسفل. كما يجب حماية العناصر الفولاذية والمساند ومساند الانابيب من الصدأ بطريقة مناسبة. تثبت جميع الانابيب بطريقة التوسيع الميكانيكي في ابدان الموزعات، ويجب تقوية مناطق الاتصال هذه بحشر اسطوانات من البراص داخل

فوهات الانابيب لمنعها من الارتخاء او الانسحاب من فتحة الموزع بسبب استمرار توسع فوهاتها. لايسمح باستعمال اللحام او الوصلات الانضغاطية لربط الانابيب بالموزع.

- يجب تقوية هياكل الخزانات اينما كان ذلك ضروريا لتحقيق المتانة اللازمة لها. تستعمل صفائح الحديد بسمك 1 ملم لتصنيع الواجهات الخلفية والجانبية للخزانة وبسمك 1.2ملم للواجهة الامامية والعلوية، كما يجب تحقيق ربط الواجهة الامامية بهيكل الخزانة بطريقة معتمدة. تطلى الخزانة بمادة اساس اضافة الى طبقة طلاء نهائية ذات مظهر جمالي وبحسب توجيهات المهندس المقيم.

- يجب ان تثبت المشعة الحرارية بشكل مستو في الاتجاهين الطولي والعرضي.

- تتحقق السيطرة على درجة الحرارة بواسطة عتلة تبرز خارج الخزانة تسيطر على معدل جريان الماء الحار في المشعة.

- يجب تجهيز جميع المشعات الحرارية بصمام تنفيس آلي.

8-1/2/1 المشعات الحرارية ذات الانابيب والزعانف (Fin tube radiators)

8-1/1/2/1 البيانات (Data)

يجب ان تكون هذه المشعات بالسعات والاعداد والمواقع المبينة في جداول الكميات والمخططات. يتألف عنصر التسخين من انابيب الالمنيوم ذات الجدار السميك وبقطر 30ملم وزعانف المنيوم بسمك 0.5ملم، وتكون تركيبة الزعانف ذاتية التباعد للمسافات البينية. تجهز المشعات بصمامات تنفيس آلية اينما يستلزم استعمالها.

8-2/1/2/1 المساند (Supports)

يجب اسناد المشعات بواسطة حمالات معلقة منزلقة. تصنع ابدان الحمالات الثابتة من صفائح فولاذية لايقل سمكها عن 1ملم وتحتوي هذه الابدان على فتحات طولية لتعليق الحمالات المنزلقة مع قابلية التحكم بالارتفاع من خلال اختيار فتحات التعليق ذات الارتفاع المناسب.

8-3/1/2/1 ابدان المشعات (Enclosures)

يجب تجهيز المشعات ذات الابدان التي طليت مصنعيا داخل افران خاصة بالطلاء الحراري، وتحدد ألوان الطلاء من قبل المهندس المقيم. ولايسمح بتثبيت هذه الابدان إلا بعد اتمام انهاءات وطلاء الغرف. يجب تعويض الابدان المتضررة في اثناء النقل او التنصيب من قبل المقاول وعلى نفقته. تجهز ابدان المشعات بمزعنفات لخروج الهواء الساخن في اعلاها كما تجهز بمداخل للهواء في اسفلها. تجهز المزعنفات ببوابة تحكم بكمية الهواء ويكون تحريك البوابة بواسطة مقبض يبرز خارج البدن.

8-1/3 السيطرة على درجة حرارة الفضاء (Space temperature control)

- تشمل منظومة السيطرة هذه على مفتاح تشغيل يدوي ذي ثلاث سرع لمحرك المروحة، مسيطر حراري (ثرموستات)، ومفتاح اختيار للاشتغال الصيفي او الشتوي.

- يعمل المسيطر الحراري (الثرموستات) على التحكم بعمل الصمام الثلاثي الكهربائي الذي يسيطر على جريان الماء في الوحدة.

- يجب ان تعمل المروحة باستمرار مالم يُدر مفتاح اختيار السرع الى وضعية الايقاف.

- يجهز مفتاح اختيار السرع بنقطتي توصيل اضافية مساعدة يمكن استعمالهما لتشغيل آلات اضافية عندما يكون مفتاح الاختيار على وضعية التشغيل.

- يعمل المسيطر الحراري (الثرموستات) على التحكم بالصمام الثلاثي استنادا الى درجة حرارة الفضاء الذي نصب فيه المسيطر.

- يثبت كل من المسيطر الحراري (الثرموستات) ومفتاح السرع على نفس وحدة المروحة والملف اذا كانت من النوع الشاقولي حيث يتحسس المسيطر الحراري (الثرموستات) درجة حرارة الهواء المسحوب من قبل الوحدة. كما تتضمن لوحة السيطرة للوحدة ايضا مفتاح التحويل بين وضعيتي الشتاء او الصيف.

8-1/4 التنصيب (Installation)

لغرض التنصيب يجب اولا أن يرسم خط على الجدار بارتفاع مناسب ويثبت عند هذا الخط مقطع حديد على شكل قناة بحيث لايزيد تباعد نقاط تثبيت القناة على 600 ملم. تثبت ابدان حمالات التعليق الثابتة على الجدار وبمسافات متباعدة لاتزيد على 1200 ملم بينها. تربط الحمالات المنزلقة على ابدان الحمالات الثابتة استنادا الى تعليمات المصنع.

تركب المشعات في مواضعها على الحمالات المنزلقة مع التأكد من عدم تضرر او انثناء الزعانف وضمان حرية حركة المشعة للامام والخلف استجابة للتمدد التقلص الحراري. يجب توسيط المشعة على المدرج المنزلق وتثبت جميع الصمامات عند نهاية المدرج. بحيث تقع ضمن فتحة الصيانة. بعد توسيط بدن المشعة على المدرج تملأ الفراغات بينها وبين الجدار باجزاء الديكور، واذا كانت المخططات تشير الى ان موقع البدن سيكون قريبا من الجدار الجانبي فيستعمل بدن خاص بالمواضع المنتهية. يمكن استعمال بدنين او أكثر على مدرج واحد. يجب التأكد من ترصيف مناطق اتصال الابدان مع بعضها. يجب تثبيت جميع الملحقات المستعملة مع الوحدات كما هو مبين في المخططات.

يجب السيطرة على درجة حرارة الفضاء باستعمال صمام ماء زاوي يجهز مع كل مشعة، ذلك اضافة الى بوابة السيطرة على كمية الهواء المثبتة على المزعنفة ذات التحكم اليدوي بواسطة المقبض.

مراجع الباب 8

[1]- "*Air-Conditioning and Refrigerating Equipment Nameplate Voltages*", AHRI Standard 110, (2002).

[2]- "*Unit Ventilators*", AHRI Standard 840-1998, (1998).

[3]- "*Central Station Air-Handling Units*", ANSI/AHRI Standard 430, (1999).

[4]- "*Methods of Testing for Rating Room Fan-Coil Air-Conditioners*", ASHRAE Standard 79, (2002).

[5]- "*ASHRAE Terminology of Heating, Ventilation, Air Conditioning and Refrigeration*", (1991).

[6]- "*Standard Voltages*", IEC Standard 60038, (2002).

[7]- "*Sound Rating of Ducted Air Moving and Conditioning Equipment*", AHRI Standard 260, (2001).

[8]- "*Sound Rating of Non-Ducted Indoor Air-Conditioning Equipment*", AHRI Standard 350, (2000).

[9]-" *Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice*", ACGIH 26th ed., (2007).

[10]-" *Room Fan-Coils*", ARI 440, (2005).

[11]- "*Methods of Testing for Rating Fan-Coil Conditioners*", ANSI/ASHRAE 79, (2002).

[12]-" *Heating and Cooling Equipment*", UL/CSA ANSI/UL 1995/C22.2 No. 236-95, (2005).

الباب 9

محطات التبريد التبخيري(Evaporative cooling plants)

9-1 محطات التبريد التبخيري (فكرة عامة) (general) (Evaporative cooling plants)

يجب ان تشتمل هذه المحطات على غاسلات هواء بحزمة مزدوجة من المرذذات متكاملة مع فتحات سحب بمزعنفات، ومرشحات هواء، وصفيحة حارفة للهواء، وغاسلة هواء مع صفائح الغسل الرطب، ومضخة ومروحة طرد مركزي على وفق المواصفات المثبّتة. يجب ان تكون السعة ومواصفات الاداء بحسب البيانات الفنية المنصوص عليها في تفاصيل العطاء.

9-1/1 غاسلات الهواء من النوع الرشاش (Spray type air washers)

9-1/1/1 الصفيحة الحارفة عند مدخل الهواء (Inlet baffle plates)

تجهز غاسلة الهواء بصفيحة حارفة للهواء عند المدخل بسمك 1.5 ملم من صفائح الحديد المغلون تغطي كامل مقطع غلافها. يجب ان تكون الصفيحة بقطر ومسافات موزعة بصورة تضمن جرياناً منتظماً للهواء على كامل مقطع الغاسلة.

9-1/1/2 الغلاف (Casing)

يشكل الغلاف من صفائح الفولاذ غير القابل للصدأ بسمك 1.6 ملم تكون فيه جميع مناطق الاتصال مثبتة بمسامير البرشام او اللحام وتصنع الواح الغلاف بفتحات مشفهة تكون جزءاً من الصفيحة. يجب ان لا يقل طول الغلاف عن 2.5 متر، ويجهز بحزمتين من المنافث والتي يكون حجمها بصورة تجعل سرعة الهواء خلال مقطعه لا تتجاوز 2.5 م/ثانية.

9-1/1/3 الخزان (Tank)

يجب تشكيل الخزان من صفيحة من الفولاذ بسمك 5 ملم تكون فيه جميع مناطق الاتصال مثبتة بمسامير البرشام وان يكون بعمق 450 ملم ومستوى الماء فيه بارتفاع 350 ملم. يجب لحام توصيلات الانابيب، والانابيب الرئيسة للمرشات، ومانعات الانجراف، ومساند الفتحات المشفرة على الخزان. يجب ان تتيسر توصيلات للتصريف ومنفذ الطفح وماء التعويض مع صمام وطوافة مصنوعة بالكامل من البرونز مع فتحة للملء السريع، وان تكون جميع حافات الخزان مشفهة ومثقوبة في الاماكن الضرورية لغرض اعمال مجاري الهواء. يجب ان يطلى الخزان من الداخل بعد التصنيع بطبقة سميكة من مستحلب الاسفلت وعلى الخارج بطبقتين من طلاء مانع الصدأ. يجب ان تكون مصافي الماء سهلة الازالة لغرض التنظيف بمجرد رفعها من الخزان وان تكون الطوافة قابلة للتعديل للسماح بتغيير مستوى الماء.

9-1/1/4 مانعات الانجراف (Eliminators)

يجب ان تتكون المانعات من صفائح عمودية من الفولاذ بسمك 0.8 ملم بزاوية انعطاف 30 درجة. يجب ان تتألف القطعة الواحدة من ستة سطوح (خمسة انحناءات) مع ثلاثة كلابات بمسافة 30 ملم في مركز الصفيحة. يجب اسناد الصفيحة وتثبيتها باحكام من الاعلى والاسفل بواسطة قضيب فولاذي محزز بقطر 6 ملم مثبت على صفيحة ذات قياس مناسب من الحديد المغلون سمكها 6 ملم. يستعمل للمانعات الطويلة قضيب اضافي محزز او أكثر لمزيد من الاسناد ويجب ان تكون المانعات سهلة الازالة بدون التأثير على الغلاف او اجزائه الاخرى.

9-1/1/5 مجموعة نافثات المرش (Spray Assembly)

9-1/5/1/1 نافثات المرش (Spray Nozzles)

يجب ان تكون تلقائية التنظيف من النوع الطارد المركزي مصنوعة من البرونز وبدون اي نوع من العوائق وبسطوح داخلية مشغولة بدقة وتحتوي على اغطية مسننة يمكن ازالتها لغرض التنظيف. وتعمل بضغط 1.75 كغم/سم² على ان تكون فعالية الغاسلة عند هذا الضغط 90% وسـرعة دخول مقدارها 3 م/ثا.

9-1/5/1/2 شبكة انابيب الرش (Spray piping)

تتضمن انابيب رش رئيسة افقية من الفولاذ الاسود السميك الملحوم مع الخزان. تكون احدى نهايتي الانبوب ممتدة من الجانب ومسننة لغرض التوصيل. الفتحات يجب ان تشق في اعلى الانابيب الرئيسة وتثبت بلولب او بالاقتران مع الانابيب الصاعدة التي يجب ان تكون من الفولاذ المغلون السميك مثقوبة ومثبتة في الاماكن الملائمة لتثبيت الحلمات التي تتصل بها فتحات الرش.

9-1/5/1/3 نافثات القطرات الكبيرة (Flooding Nozzles)

تجهز كل غاسلة بنافثات للقطرات الكبيرة مصنوعة من البرونز منصوبة على انبوب رئيس منفصل ممتد على طول الجزء العلوي من الغاسلة بالقرب من المانعات لتجهيز تدفق مائي مستوٍ ومتماسك على المانعات لانجاز عملية الغسل.

9-1/1/6 باب الدخول (Access door)

يجب أن تتوافر ابواب للدخول تصنع مع هيكلها من فولاذ حديد الزهر، تكون مانعة للهواء والماء باستعمال مشابك ربط من البراص مع حشوة مطاطية من الاسفنج ولها شباك زجاجي للمراقبة.

9-1/1/7 مصدر اضاءة مانع للرطوبة (Marine light)

يجب أن يتوافر مصدر اضاءة واحد يحتوي على مصباح مانع للرطوبة لكل غاسلة ومصباحين اثنين للغاسلات التي يكون عرضها اربعة أمتار.

9-1/1/8 مراوح الطرد المركزي (Centrifugal fans)

9-1/8/1/1 المروحة (Fan)

يجهز مع كل غاسلة مروحة من النوع الطارد المركزي بحماية ضد الحمل الزائد وذات مدخل وعرض مزدوج وبريش ذات انحناء مزدوج مع شفرات توجيه ثابتة عند الدخول. يجب ان لا تتجاوز سرعة الخروج القصوى عن 11 م/ثانية. يجب ان يكون قياس المروحة والحد الادنى لسمك غلافها متفقين مع معايير الجمعية الامريكية لمصنعي المراوح وان يتفق اداؤها مع آخر اصدار من معايير الاختبار القياسي للمراوح المحورية والطاردة المركزية المصدق عليه من قبل آشري والجمعية الامريكية لمصنعي المراوح. يجب ان تكون كراسي تحميل المروحة ذاتية المحاذاة مع اطواق دفعية داخلية مع حلقة زيت مغمورة في خزان كبير من الزيت مجهز بسدادات للملء السريع وتركيبات للطفح. يجب تجهيز كراسي التحميل بحلقات حافظة للزيت لجعلها مانعة للزيت والغبار وان تكون البطانات مرتبة بصورة ملائمة للازالة والتبديل. يجب ان تتحقق موازنة المروحة في السكون والحركة قبل الشحن وأن تدار بحزام ناقل مقطعه على شكل الحرف V بواسطة محرك كهربائي له بكرات قابلة للتعديل والذي يجب اختياره بمعامل خدمة يبلغ 1.5 بناءً على القدرة الحصانية للمحرك. يجب أن تجهيز وحدة ادارة المروحة بواق متين مثبت بصورة جيدة.

9-1/8/1/2 محرك المروحة (Fan motor)

تكون مواصفاته كالتالي: سرعة 1450 دورة/الدقيقة، 380 فولت، 3 PH، 50 هيرتز، عازلية صنف F وحماية 55 مع قفص واق مزدوج، بالقدرة المحددة في تفاصيل العقد مع زيادة مقدارها 5% من القدرة الحصانية القصوى المطلوبة، من النوع المغلق بالكامل المبرد بالمروحة (TEFC)، وذو تيار بدء التشغيل لمجموعة المحرك وتركيبة بدء التشغيل لا يتجاوز ضعف تيار الحمل الكلي. مفتاح بدء التشغيل يكون مجهزاً بحماية ضد الحمل الزائد وضد انخفاض الجهد وضد العمل بطور واحد مع مقياس للتيار الكهربائي ومفتاح اختيار، لا ترتفع درجة حرارته فوق 40 درجة مئوية، له مفتاح تشغيل خاص لفصل الشتاء.

9-1/8/1/3 قاعدة المروحة والمحرك (Fan & motor base)

يجب ان تكون مشكلة من الفولاذ مع عوازل مرنة من المطاط لمنع الاتصال المعدني بين المسامير الملولبة وتستطيع حمل المحرك والمروحة، وتجهز بسكك منزلقة لتنظيم شد الحزام الناقل. القاعدة العائمة للمروحة يجب ان تستند على قاعدة اضافية من الخرسانة وزنها ضعف وزن محرك المروحة التي يجب ان تعزل عن ارضية غرفة المحطة بواسطة الواح بسمك 25 ملم مغطاة ببطانة من القار المرن او المواد العازلة للاهتزازات.

9-1/1/9 المضخات (Pumps)

تكون مواصفات المضخة كالتالي: ذات سرعة دورانية 1450 دورة/دقيقة، لها السعة وارتفاع التجهيز الرأسي المحدد في تفاصيل العطاء، معشقة بصورة مباشرة، من النوع الطارد المركزي، بمرحلة واحدة، لها غلاف يمكن فصله افقياً مصنوع من حديد الزهر المسبوك، لها دافعة من البرونز مع حلقات من

البرونز في الغلاف والدافعة. يصنع العمود الدوار من الفولاذ ويحتوي على مانعات تسرب ميكانيكية مع كراسي تحميل مزيتة من البرونز. توصل المضخة مع المحرك من خلال وصلة مرنة. تكون المضخة والمحرك مركبتين مصنعياً على قاعدة من حديد الزهر او ملحومتين على صفيحة من الفولاذ، داخل قفص واق مزدوج، مع لوحة تشغيل نجمي-مثلثي، وتيار بدء التشغيل لمجموعة المحرك وتركيبة بدء التشغيل لا يتجاوز ضعف تيار الحمل الكلي، ومفتاح بدء التشغيل يكون مجهزاً بحماية ضد الحمل الزائد وضد انخفاض الجهد وضد العمل بطور واحد ومقياس للتيار الكهربائي مع مفتاح اختيار. تنصب المضخة على قاعدة من الخرسانة المستقرة على وسادة من القار المرن او الواح من الفلين بسمك 75 ملم المغطاة بالقار المرن، وزن الاساس الخرساني يجب ان لايقل عن ضعف وزن المضخة والمحرك.

9-1/1/10 شبكة الانابيب الرابطة (Interconnecting piping)

يجب ان تكون شبكة الانابيب الرابطة بين المضخة وغاسلة الهواء من الفولاذ الاسود غير الملحوم بقياس 40 وان تكون الوصلات للمصافي والصمامات والمضخات مشفهة، اما التركيبات الملحومة فيجب ان تكون ملحومة تناكبياً لتلائم سمك الجدار. يجب تجهيز مصفاة وعائية مع شبكة تصفية من اسلاك البراص عند مخرج المضخة. يصنع بدن المصفاة من حديد الزهر او الفولاذ الملحوم القابل للتنظيف بسهولة بدون التأثير على شبكة الانابيب. المصفاة الوعائية يجب ان تكون مجهزة بتوصيلة تحويل مع صمام بوابي من البرونز مجهز بساق خارجية موصولة بمقبض وبضغط تشغيلي من فئة 7 كغم/سم².

9-1/1/11 مرشحات الهواء (Air filters)

يجب أن تتوافر حزمة من مرشحات الهواء تتكون من خلايا ترشيح بسمك 50 ملم من النوع الدائمي القابل للتنظيف في مدخل سحب الهواء بمسافة 50 سم من اللوحة الحارفة الخاصة بغاسلة الهواء. يجب ان تكون المرشحات مصممة لسرعة 2 م/ثانية. يجب ان يتوافر باب دخول من النوع المتين بين المرشحات وغاسلة الهواء للوصول الى المرشحات والغاسلة لغرض الفحص.

9-1/1/12 فتحات السحب المزعنفة (Intake louvers)

يجب تجهيز الغاسلة بفتحات سحب مزعنفة قبل المرشحات من الخارج. تتكون الفتحات من زعانف افقية من الفولاذ المغلون بسمك 1 ملم (قياس 20)، المسافة بين كل منها 75 ملم وتكون سهلة التركيب والازالة وبدون نوابض، وتركب في قنوات محززة من الفولاذ بواسطة لوالب شد. يجب تثبيت شبكة واقية من اسلاك الحديد المغلون بقطر 1 ملم خارج الفتحات.

9-1/1/13 ملفات الماء الحار (Hot water coils)

يجب نصب ملفات الماء الحار بعد الحارفات في محطات التهوية، عندما تكون محددة في العطاء، بفضاء يكفي للوصول الى المانعات. ويجب ان تكون من انابيب النحاس المزعنفة بالعدد المناسب من الصفوف ومفحوصة ومصنفة على وفق معاييرARI. يجب صنع بدن الملف من صفيحة من الفولاذ غير القابل للصدأ بسمك 2 ملم، وان تكون انابيب النحاس بقطر 15 ملم مغطاة بالقصدير، وان تكون جميع توصيلات الانابيب ملحومة بالقصدير تحت درجة الحرارة العالية. يجب ان تكون المسافة الباعية بين الانابيب لا

تتجاوز 1.05 متر. يجب فحص كل ملف وهو غاطس في الماء تحت ضغط هواء 24 كغم/سم². يجب تجهيز كل محطة بصمامات توازن وعازل للماء مع محرك الي لتشغيل صمام تحكم ثلاثي الاتجاه مسيطر عليه بمسيطر حراري (ثرموستات).

9-1/1/14 اجهزة القياس (Instruments)

يجب أن تتوافر اجهزة القياس التالية مع كل غاسلة:

- مقياس لضغط التفريغ حدود قراءاته من 0 الى 5 كغم/سم² مع محبس للصمام المركب على المضخة.
- محارير البصلة الجافة والرطبة الزئبقية من النوع الصناعي عند مدخل ومخرج الهواء الى ومن الغاسلة.
- مقاييس ضغط مدرجة مع محابس ضمن الحدود المناسبة عند مدخل ومخرج الماء الحار ومن ملف الماء الحار.
- محارير البصلة الجافة والرطبة الزئبقية من النوع الصناعي عند مدخل ومخرج الماء الى ومن ملف الماء.

9-1/2 مبردات الهواء (Air coolers)

يجب ان يتحقق تجهيز ونصب مبردات الهواء كما مثبت في المخططات. ويجب ان تكون مصنوعة من قبل مصنع معتمد وان تكون من الفولاذ المغلون السميك وان تكون الاحواض العليا والسفلى لها مشكلة بالقولبة وذات سواقٍ قابلة للتعديل بسهولة بعد تركيب المبردة. يجب طلاء كامل البدن بطلاء الماستك المقاوم للصدأ والتآكل. يجب تجهيز سواقي الماء بتوصيلتين احداهما لماء التعويض والاخرى للطفح والتصريف ، وان يتحكم في مستوى الماء فيها عن طريق صمام مع طوافة. يجب تجهيز جميع مضخات الماء بمحرك مناسب للتشغيل بطور واحد و220 فولت و50 هيرتز وان تكون مصممة للتشغيل المستمر. مجموعة المروحة يجب ان تتكون من مروحة لها شفرات محنية الى الامام من النوع الطارد المركزي ومتوازنة في السكون والحركة كاملةً مع بدن مناسب مركب على قضيب من الفولاذ الصلب الذي يجب ان يكون هادئاً في أثناء التشغيل. يجب ان يكون القضيب مسنوداً بكراسي تحميل كروية دائمة التشحيم. يجب فحص المروحة وبالسعة المحددة في تفاصيل العقد ، وان يكون المحرك من النوع المقاوم للماء مع بكرة بخطوة متغيرة مصممة للتشغيل الهاديء والمستمر بدرجة حرارة 50 درجة مئوية. الخصائص الكهربائية وحجم المحرك يجب ان تكون كما حددت في تفاصيل جدول الكميات والمخططات. يجب ان تشتمل كل مبردة هواء على منصة من الفولاذ بابعاد 40 ملم×40 ملم×3 ملم مع زوايا من الفولاذ المطاوع الملحومة مع بعضها البعض والمطلي بطبقة اساس ثم طبقتين من طلاء المينا. يجب استعمال وصلة مرنة بطول لا يقل عن 200 ملم من طبقة مزدوجة من القماش السميك تصل بين فوهة مبردة بالهواء ومنظومة مجاري الهواء مجهزة بتوصيلات مانعة لتسرب الهواء.

مراجع الباب 9

[1]-*'Method of Testing Direct Evaporative Air Coolers*", ASHRAE ANSI/ASHRAE 133, (2001).
[2]-"*Method of Test for Rating Indirect Evaporative Coolers*", ASHRAE ANSI/ASHRAE143, (2007).

الباب 10
شبكة الأنابيب (Piping)

10-1 شبكة الأنابيب (فكرة عامة) (Piping) (general)

يجب تصميم جميع منظومات شبكة الانابيب وتحديد قياساتها على وفق:

- مجلد آشري للاساسيات.
- مجلد آشري للمنظومات والمعدات.

المواد التي تصلح لشبكة الانابيب هي الفولاذ الاسود والنحاس ولايسمح باستعمال انابيب الـــ PVC او الانواع الاخرى من اللدائن.

10-1/1 مهارة تنفيذ الانابيب (Pipe workmanship)

- يجب تركيب جميع الانابيب بصورة مستقيمة ومتوازية وعمودية على هيكل المبنى.
- يجب امالة شبكة الانابيب للسماح بتنفيس الهواء الى المناطق المرتفعة من المنظومة والسماح بتصريف المنظومة في المناطق الواطئة. يجب تركيب صمام تصريف في أسفل كل انبوب صاعد وفي جميع النقاط الواطئة وفي الاماكن الضرورية الاخرى للسماح بتصريف كامل لجميع الانابيب.
- يجب ان تنفذ جميع التغييرات في اتجاهات الانابيب بواسطة تركيبات ولا يسمح باستعمال التركيبات المائلة.
- جميع توصيلات الانابيب الفرعية يجب ان تكون بواسطة تركيبة على شكل الحرف T الا اذا ذكر غير ذلك المخططات.
- استعمال تراكيب تصغير منحرفة المركز كلما كان هنالك احتمال في تكوّن الجيوب الهوائية.
- تركيب شبكة الانابيب باستعمال انحناءات ووصلات جانبية لاستيعاب التمدد مع وضع وصلات التمدد في الحالات الذي يكون ذلك غير ممكن بسبب عدم توافر الحيز الملائم.
- استعمال وصلات دمج او ذات شفة (فلنجة) للسماح بتفكيك وادامة شبكة الانابيب.

10-2/1 تركيب الانابيب (Pipe installation)

10-1/2/1 شبكة الانابيب المطمورة تحت الارض (Underground piping)

يجب مد جميع الانابيب المطمورة تحت الارض في خندق يمكن الوصول اليه من السمنت مع مساند للانابيب. يجب ان تكون المناطق المحفورة جافة وخالية من المواد الغريبة عند مد الانابيب. يجب تنظيف الانابيب والصمامات والتركيبات وفحصها للتأكد من خلوها من العيوب قبل انزالها في الخندق وان تمد بصورة مستقيمة وبمحاذاة صحيحة مع المواقع التي حددت في المخططات. يجب فحص الانابيب التي ستطمرتحت الارض قبل تغطية الخندق على وفق متطلبات الفحص. الخنادق يجب ان تكون كما ثبتت في المخططات.

10-1-2/2 شبكة الانابيب المنصوبة فوق الارض (Above ground piping)

المخططات هي توضيحية على العموم وذات دلالة للعمل المطلوب تنفيذه. لذا فالتمديدات وترتيبات شبكة الانابيب يجب ان تكون مقاربة لما مذكور في المخططات وهي قابلة للتعديلات بحسب الحاجة لملاءمة ظروف المبنى وتجنب التداخل مع الاعمال الاخرى. وبسبب صغر مقياس رسم المخططات، فان الانحرافات والتركيبات والصمامات ومواقع التصريف المطلوبة وغيرها قد لا تكون محددة. على المقاول مراجعة وتدقيق تفاصيل المخططات المعمارية والانشائية والكهربائية بعناية وملاحظة مواقع الجدران الفاصلة، والسقف، والعوارض، والاعمدة وغيرها لنصب شبكة الانابيب بموجب ذلك، وتجهيز جميع التركيبات والانحرافات والصمامات وغيرها لتلبية ما هو مطلوب. يجب مد الانابيب بصورة مستقيمة ومباشرة قدر الامكان لتشكيل زوايا عمودية مع او موازية للجدران او الانابيب الاخرى وبمسافات مرتبة بعناية. يجب ان تكون انحرافات الانابيب المنصوبة حول العوائق بمقدار مصدق عليه. يجب تركيب وصلات وحنيات التمدد حيثما دعت الحاجة على وفق الاجراءات المتبعة من قبل المعيار الامريكي للانابيب تحت الضغط، ويجب ان تستعمل تراكيب تصغير منحرفة المركز في الاماكن المطلوبة للسماح بتصريف وتنفيس خطوط الانابيب وان توضع صمامات تصريف كما محدد في المخططات. يجب تجهيز النقاط الواطئة في خطوط الماء بصمام 15 ملم، مع حلمة ووسائل ربط لخرطوم الماء وفتحات لتنفيس الهواء في النقاط المرتفعة من شبكة الانابيب. يجب تركيب شبكة الانابيب بطريقة تسمح بالتمدد والتقلص بدون حدوث جهد مؤذٍ على شبكة الانابيب وان توضع الوصلات المناسبة لمقاييس الضغط ودرجة الحرارة في مناطق الدخول والخروج لكل ملف تبريد وتدفئة وفي المواقع الاخرى المحددة في المخططات.

10-1-3/1 الوصلات (Joints)

10-1-3/1-1 وصلات التمدد والوصلات الخاصة (Expanded joints and special joints)

يجب اخذ احتياطات خاصة لاي منظومة انابيب تحتوي تركيبة لوصلات تمدد وكما يلي:

- يجب اتباع ارشادات الجهة المصنعة و/او المصمم.

- يجب تفريغ الرزم التي تحتوي على وصلات التمدد ونصبها بعناية لتجنب الضرر الميكانيكي لهذه التركيبات عند المناولة. يجب استعمال اشرطة او سلاسل دلالة تحت او متصلة مع جميع مكونات وغلاف اي آلة يكتمل تركيبها.

- يجب على من يقوم بتوصيل وتركيب مجموعة وصلات التمدد ان يفحصها قبل التركيب للتأكد من ان جميع قضبان الشحن والماسكات وادوات القفل الاخرى المركبة مصنعياً في مكانها. لايسمح بتحوير او ازالة هذه الادوات الا بعد انهاء تركيب منظومة شبكة الانابيب.

- قد تجهز مجموعة وصلات التمدد بقضبان ربط دائمية او قضبان تحديد تكون ضرورية لتحقيق الهدف الذي من اجله تنصب مجموعة التمدد. يجب عدم ازالة هذه القضبان ولا تحوير الاطوال او مقادير السماح التي أنجز ضبطها مصنعياً بدون تصديق المصمم.

- يجب عدم تعريض مجموعة وصلات التمدد الى فحص هيدروستاتيكي او عمليات تنظيف بالضغط الى ان يكتمل تركيب جميع المثبتات والموجهات والمحددات الدائمية على منظومة شبكة الانابيب. يجب ان لا يتجاوز ضغط الفحص الهيدروستاتيكي او ضغط التنظيف المقدار الموصى به من قبل الجهة المصنعة. يجب ازالة جميع قضبان وماسكات الشحن الوقتية قبل ضغط المنظومة.

10-2/3/1 وصلات الانضغاط الخاصة (Special joint -compression fittings)

تعتبر التركيبات المتخصصة من الاجزاء غير المدرجة ولكن يسمح باستعمالها حيثما حددت في مواصفة شبكة الانابيب المرفقة بالعقد. الارشادات التالية ضرورية للتركيب والادامة الصحيحة لتركيبات الانضغاط:

- يجب ان تكون النهايات مربعة، والقطع بمنشار المعادن هو الطريقة المفضلة لتحقيق ذلك باستعمال دليل مناسب. قاطعات الانابيب يجب ان لا تستعمل للفولاذ غير القابل للصدأ.

- يجب ازالة النتوءات من الداخل والخارج لتحقيق ادخال مناسب في التركيبات ولمنع تلوث النظام او اعاقة الجريان

- يجب ان تكون نهايات الانابيب نظيفة بازالة جميع البرادة والقطع التي ماتزال ملتصقة بعد والرمل قبل ربط التركيبات.

- يجب تجميع خطوط الانابيب (زوايا الانحناء والاطوال التي قيست) بصورة دقيقة لتحقيق ربط بمحاذاة مناسبة للانبوب مع التركيبة. لا تستعمل القوة لربط انبوب غير مهيأ بصورة مناسبة مع التركيبات.

- يجب اعداد نهايتي الانبوب على شكل حلقة معدنية مقابل الكتف في البدن الذي يستقبل التثبيت بصورة مناسبة ويكون هذا ضرورياً لمنع حركة الانبوب في اثناء ضغط الصامولة على حلقة الوصل للمسك بالانبوب، ولغلق التسربات التي قد تكون موجودة على سطح الانبوب من الخارج.

- لا يُسمح ابداً بدوران بدن التركيبة خلال ربط نهاية الانبوب. يجب استعمال اثنين من مفاتيح الربط. تُجمّع وصلات المنفذ الى الاجزاء اولاً ثم تمسك بمفتاح الربط عند ربط وصلة الانبوب. يجب تثبيت اجسام جميع انواع مرافق الوصل عند ربط طرفي الانبوب.

- لايُستعمل العزم ابداً لانجاز الربط، بل تدار الصامولة دائماً بالقدر المحدد بغض النظر عن العزم المطلوب. تدار الانابيب ذات قياس 1.5 و5 ملم ثلاثة ارباع دورة بعد الشد باليد، وربع دورة للقياسات6 و25 ملم، وربع دورة فقط للتركيبات والسدادات لجميع الاحجام.

10-3/3/1 اعادة ربط توصيلة قائمة (Remaking an existing joint)

لاعادة ربط توصيلة قائمة اهمية لا تقل عن اهمية الربط الابتدائي. يُعمل بالارشادات التالية عند اعادة ربط هذه التوصيلات:

- يمكن اعادة ربط توصيلة مفككة بمجرد اعادة شد الصامولة الى الموقع الاصلي. لتحقيق اكبر عدد ممكن من مرات اعادة الربط، ضع علامات على التوصيلات والصامولات قبل التفكيك.

- قبل اعادة الشد تأكد من ان الاجزاء نظيفة وان الاجزاء قد اكتمل ادخالها في التركيبة حتى تستقر النهاية الخلفية لها في التركيبة.

- يعاد شد الصامولة باليد وتدار بمفتاح الربط الى الموقع الاصلي المحدد بعلامات الاصطفاف الموضوعة مسبقاً. تدل الزيادة المحسوسة في المقاومة الميكانيكية على ان النهاية الخلفية تستقر في موضع الغلق ثم تدار الصامولة متجاوزة الموقع الاصلي بمقدار 12/1 دورة.

- دقق اتجاه النهاية الخلفية عند الحاجة.

- استعمال مقياس الفجوة عند الحاجة.

10-1/4/3 توصيلات الانابيب (Pipe connections)

يجب أن تتوافر جميع مستلزمات التوصيل وصمامات التحكم التي تساعد على تسهيل عملية التفكيك وترتيب التوصيلات بالصورة التي تسمح بازالة اجزاء الشبكة التي تجري صيانتها بدون التأثير على شبكة الانابيب.

- تربط جميع انابيب الدخول والخروج الى الملفات، والمضخات، والصمامات البوابية، والمصافي، وصمامات التحكم والمكونات الاخرى بخط كامل الحجم بالتصغيرات التي تلائم فتحات الاجزاء التي تركب.

- جميع التوصيلات المشفهة (الفلنجات) يجب ان تحتوي على حشوات من الاسبست المضغوط بسمك 1.6 ملم.

- يجب تركيب توصيلة مرنة في منافذ مدخل ومخرج جميع الوحدات اينما ثبتت في المخططات. الانابيب الداخلية المتعرجة والتوصيلات المشفهة (الفلنجات) يجب ان تكون من الفولاذ غير القابل للصدأ. الغطاء الواقي الخارجي يجب ان يكون من جدائل مصنوعة من اسلاك الفولاذ المقاوم للصدأ.

- التصنيف الخاص بدرجة حرارة وضغط التشغيل يجب ان يكون كما ثبت في المخططات وبمقدار يتراوح 10.5 الى 14 كغم/سم². يجب أن تثبت التوصيلات بخط مستقيم بدون انحراف وان تثبت الانابيب بحيث ان وزن الانبوب لا يستقر على توصيلة مرنة، وان تكون قياسات واطوال التوصيلات المرنة كما حددت في المخططات.

10-1/4 اكمام الانابيب (Pipe sleeves)

- يجب تجهيز جميع الفتحات المخصصة للانابيب التي تخترق الجدران والجدران الفاصلة والبلاطات ـــباكمام لها قطر داخلي بما لا يقل عن 50 ملم اكبر من القطر الخارجي للانبوب.

- يجب ان تكون الاكمام من انابيب الفولاذ المغلون او من صفائح الفولاذ المغلون قياس 16.

- يجب ملء المسافة بين العازل الخارجي (او الانبوب) وداخل الكم بالماستك المانع للماء.

10-1/5 منافذ التنفيس (Vents)

- يجب ان تكون منافذ التنفيس والتصريف بقياس 19 ملم او اكبر وقصيرة قدر الامكان.

- التصريف من انابيب الخدمات يجب ان يتحقق نقله بانبوب للتخلص منه او تجميعه في حوض مناسب، أما التصريف من منظومات البخار فيجب نقله بانابيب الى منظومة تجهيز ماء المرجل عندما يكون ذلك مبرراً اقتصادياً والا يجب التخلص منه.

- يجب عدم نصب الصمامات في المواقع التي قد تسبب اعاقة لوظيفة او اجراءات الامان الخاصة بشبكة الانابيب (مثل خطوط طفح انابيب الخزان، صمامات التنفيس، كاسرات التفريغ وغيرها).

- تكون الاغطية ضرورية اذا كانت فتحات التنفيس والتصريف بحاجة الى فحص الضغط.

- تكون الاغطية ضرورية اذا كان هناك قلق من التلوث عند فحص المائع.

- يجب ان تكون فتحات التنفيس الخارجية التي لا تحتوي على اغطية مهيأة بصورة تمنع تجمع مياه الامطار في نهاية الانابيب.

- يمثل النضح من خلال صمامات التنفيس والتصريف في الخطوط المجهزة باغطية مسألة سلامة، حيث يتسبب الضغط خلف الغطاء في خطورة على العامل عند ازالة الغطاء. اذا كان الغطاء ضرورياً فقط لغرض التنظيف فيمكن عمل ثقب صغير في الغطاء او استعمال غطاء له خاصية منع الاحتفاظ بالضغط.

10-6/1 الصمامات (Valves)

يجب على المقاول ان يجهز وينصب جميع الصمامات على الانبوب الرئيس والتفرعات كما مبين في المخططات. يجب تجهيز خطوط الشبكة بالصمامات (مثلجات الماء، والمكثفات، وابراج التبريد، والمضخات، والخزانات، ومستلمات التكثيف، وصمامات خفض ضغط البخار وغيرها) للسماح بعزل هذه الاجزاء عن موازنة المنظومة. يجب تجهيز صمامات ايقاف يمكن الوصول اليها مع صمامات موازنة لكل مناولة هواء ووحدة ملف مروحية. كما يجب أن تتوافر اداة ربط لجميع توصيلات الماء (قياس 50 ملم او أصغر). يجب تركيب صمامات عزل مكونات المنظومة بصورة تسمح بادامة هذه الاجزاء بصورة سهلة. على المقاول تجهيز ونصب جميع صمامات الايقاف الضرورية والصمامات اللارجوعية وصمامات البوابة للحصول على تشغيل مرض مع ادوات التحكم المناسبة.

- يجب ان تكون الصمامات ذوات القياسات من 15 ملم الى 65 ملم على الانابيب المسننة من البرونز بساق بارز، وقرص دسر مرن، وغطاء اداة ربط، وصمام بوابي مسنن بضغط تشغيلي من فئة 7 كغم/سم² يصلح للماء والزيت.

- الصمامات 80 ملم فاكبر فيجب ان يكون لها ساق ومقبض خارجي، وبدن ذو شفة (مشفهة (فلنجة)) من الحديد، وصمام بوابي من البراص او البرونز بضغط تشغيلي من فئة 7 كغم/سم² يصلح للماء والزيت.

- الصمامات 30 ملم فأكبر يجب ان يكون لها بدن من الحديد مع قرص من البرونز وصمام بوابي ذي شفة (مشفهة (فلنجة)) بضغط تشغيلي من فئة 7 كغم/سم² يصلح للماء والزيت.

- الصمامات اللارجوعية من 15 ملم الى 65 ملم على الانبوب المسنن تكون من النوع المتأرجح بضغط تشغيلي من فئة 7 كغم/سم² يصلح للماء والزيت.

- الصمامات اللارجوعية 80 ملم فاكبر يجب ان تكون ببدن ذي شفة (فلنجة) من الحديد ومن النوع المتأرجح بضغط تشغيلي من فئة 7 كغم/سم² يصلح للماء والزيت.

- جميع الصمامات العازلة يجب ان تكون من النوع البوابي الا اذا ذكر في المخططات أو المواصفات غير ذلك.

10-1/7 المصافي (Strainers)

10-1/7/1 المصفاة على شكل الحرف Y (Strainers "Y" type)

يجب ان تكون المصافي من هذا النوع بقياس 50 ملم او اصغر من البرونز ومجهزة بتركيبة لولبية وتكون تلك التي بقياس 65 ملم او اكبر من الحديد ومجهزة بتركيبة مشفهة (فلنجة). شبكة المصفاة يجب ان تكون من البرونز او الفولاذ غير القابل للصدأ ولها ثقوب بالقياسات التالية:

الجدول 10-1/1: قياس المصفاة مع الثقوب (Strainer size with perforations)

قياس المصفاة	قياس الثقوب
2 ملم الى 50 ملم	0.8 ملم
65 ملم واكبر	1.6 ملم

- يجب ان لا تقل المساحة الحرة لكل شبكة المصفاة عن ثلاثة اضعاف مساحة الانبوب الداخل الى المصفاة.

- يجب نصب المصفاة كما ذكر في المخططات.

- يجب ان تكون المصفاة ملائمة لضغط تشغيلي مقداره 10.5 كغم/سم².

10-1/7/2 المصفاة الثنائية (Strainer "Duplex" type)

يجب ان يجهز هذا النوع بصمام على شكل قرص ويكون البدن من حديد الزهر او مصنوعاً من الفولاذ الكاربوني 10.5 كغم/سم². حاوية التصفية يجب ان تكون من الفولاذ غير القابل للصدأ مع دعامة مثقبة. يجب ان لا يتجاوز هبوط الضغط خلال المصفاة عن 0.07 كغم/سم² عندما تكون الحاوية مليئة بالأوساخ بمقدار 3/2 عند معدل الجريان الاقصى. يجب أن تتوافر عند الضرورة تراكيب تصغير بين قياس مشفهة (فلنجة) المصفاة وقياس الانبوب. كذلك يجب أن تتوافر مقياس ضغط تفاضلي على طرفي المصفاة او مقياس ضغط بتدريجات مقدارها 0.0175 كغم/سم² مجهز بمحبس ذي طرفين من البراص ومحابس تنفيس هواء يدوية في غطاء كل مصفاة.

10-1/8 وسائل التعليق والتثبيت (Hangers and anchors)

- تسند جميع الانابيب داخل وخارج المبنى بصورة مناسبة بواسطة وسائل التعليق والتثبيت المصدق عليها للحفاظ على المسافة بين الخطوط لمنع الاهتزاز والسماح بالتمدد والتقلص. يجب ان تكون وسائل التعليق والتثبيت من النوع الواسع والمتين لحمل وزن الانبوب مع محتوياته واغطيته.

- تجهز المساند للانابيب العمودية والافقية باكبر تباعد وكما مبين في الجدول (10-2/1)، باستثناء ما ذكر خلاف ذلك.

الجدول 10-2/1: التباعد بين المساند للانابيب الافقية والعمودية

قطر الانابيب (ملم)	المساند الافقية (متر)	المساند العمودية (متر)
32 - 15	2.4	3.0
80 - 40	3.0	3.6
125 - 100	3.6	4.5
150 فاكثر	4.0	4.5

- يجب اسناد الانابيب الافقية بواسطة وسائل تعليق قابلة للتعديل من الحديد السميك. يمكن استعمال وسائل تعليق شبيهة بالارجوحة مصنوعة من الزوايا المثبتة مع بعضها بالصامولات او التي على شكل قنوات بدلاً من وسائل التعليق المنفردة عند تعليق عدد من الانابيب المتوازية. تُسند وسائل التعليق بقضبان تعليق مجهزة بصامولة مزدوجة ومثبتة باحكام مع الهيكل بولائج، أو مشابك، أو دعائم حاملة كابولية او الوسائل المعتمدة الاخرى. يجب ان تستعمل الدعائم من النوع المعتمد لاسناد رفوف الانابيب على طول الجدران.

- تجهيز البكرات وحاملات الانابيب من النوع المعتمد.

- جميع وسائل التعليق يجب ان تجهز لــ 50 ملم للتنظيم العمودي.

- تستعمل وسائل التثبيت للانابيب الافقية حيثما حُددت وعند الضرورة لحصر التمدد او منع الجهد على الدعائم الحاملة واستعمال وسائل تثبيت متينة للاجزاء الثقيلة بصورة معزولة كلياً عن المساند.

- استعمال وسائل التثبيت للانابيب العمودية حيثما حُددت او عند الضرورة لمنع الجهد غير الضروري على الانحرافات والتفرعات. وتستعمل وسائل التثبيت المتكونة من مشابك من الحديد المطروق المثبتة باحكام على الانابيب بالصامولات او اللحام.

- يكون المقاول مسؤولاُ عن تحديد المواقع الملائمة لجميع ولائج الخرسانة وقضبان التثبيت.

- يجب أن تجهز المساند الفولاذ الاضافية التي يحتاجها التركيب المناسب لوسائل التعليق والتثبيت والموجهات.

- الصمامات والمكونات الاخرى التي تزن 18 كغم او اكثر يجب اسنادها بشكل مستقل.

- يجب تصميم عناصر الاسناد الانبوبية غير القياسية (العارضات، والاعمدة، ومايلحم وغيرها) على وفق المتطلبات الموصوفة في معايير المعهد الامريكي للهياكل الحديدية. المواد المستعملة يجب ان تكون على وفق متطلبات المواصفة لــ ASTM A36 ما لم يُحدد غير ذلك.

- الطلاء والغلونة اجراءات مقبولة للسيطرة على تآكل مساند الانابيب. عندما تكون المساند المغلونة مطلوبة فانها يجب ان تغلون على وفق شروط ASTM A123 or B633-SC4, Type 1. يجب عدم وضع الطلاء (او يجب ازالته) ضمن مسافة 25 ملم من مناطق اللحام. يجب اعادة طلاء المناطق المطلية او المغلونة التي تضررت في اثناء التركيب.

- ما لم يحدد غير ذلك في المخططات والمواصفات، فان الفتحات والثقوب التي تمت في الاماكن الخطأ يجب اصلاحها باللحام ولا يجوز ترك هذه الفتحات والثقوب مفتوحة او غلقها بمسنن وصامولة الا بتصديق تحريري من المصمم.

10-1/9 لحام الانابيب (Pipe welding)

جميع التوصيلات الملحومة يجب ان تنفذ بحسب الارشادات التالية:

ينبغي ان ينفذ اللحام دائما بطريقة صهر الاجزاء التي يراد لحامها بدون ضغط ميكانيكي او طرق. يجب ان تكون قضبان اللحام والاقطاب من المواد المناسبة للاجزاء المطلوب لحامها للحصول على لحام ذي مقاومة.

ينبغي تهذيب حافات الاجزاء المطلوب لحامها بآلة مناسبة او قطعها عند الحاجة بواسطة شعلة الاوكسي-استيلين اذا كان العامل على درجة عالية من المهارة وينتج من ذلك سطح مستو خالٍ من آثار الحرق. يجب ان تكون الاجزاء المراد لحامها خالية تماماً من اثار الطلاء والتآكل والشحم او اي من العناصر الغريبة الاخرى. يجب ازالة المواد المحروقة التي قد تتواجد، لكشف المعدن حال انهاء اللحام قبل استمرار اللحام في نفس المسارات ثم ينفذ التنظيف بواسطة فرشاة سلكية. عند التوقف عن اللحام ومعاودته لاحقا، ينبغي تنظيف الجزء الاخير بنفس الطريقة قبل الاستمرار في اللحام. اذا دعت الحاجة الى اجراء لحام مؤقت، فان آثار هذا اللحام يجب ان تختفي عند اجراء اللحام النهائي او يجب سباكته. ينبغي اتخاذ الحذر الشديد عند لحام الانابيب لتجنب تساقط او سيلان اللحام الى داخل الانابيب، الذي يؤدي الى تقليل مساحة المقطع او انجرافه مع الماء الى الاجزاء التي قد يحصل بها انسدادات او ضرر بالصمامات او اعاقتها عن العمل.

10-1/10 التنظيف والضبط (Cleaning and adjusting)

يتحقق التنظيف بتشغيل منظومة الانابيب باقصى ضغط تشغيلي وترك الجريان حتى يكتمل التصريف من النهاية والى ان تصبح المنظومة خالية تماماً من الاوساخ والزيت والقشور وغيرها. يجب ضبط الصمامات وادوات التحكم الآلية وغيرها لتحقيق تشغيل مناسب وهاديء ومع ضبط كمية الماء المبرد الازم لتشغيل وتدوير مناسبين.

10-1/11 فحص منظومة الانابيب (Testing of piping system)

- يجب فحص جميع الانابيب قبل عزلها او تغطيتها بصورة مناسبة تحت الضغط لمدة 24 ساعة كما هو محدد و/او مطلوب من قبل مهندس التنفيذ المخول من قبل الجهات المخولة في الموقع التي يجب اعلامها جميعاً قبل وقت كاف من موعد الفحص. يجب اجراء فحوص اولية والتأكد من ان نتائجها مرضية قبل الطلب من الجهات المخولة بحضور الفحص النهائي. يجب إجراء الفحص على مراحل اذا كان ذلك مطلوباً من قبل المهندس المنفذ ويجب اصلاح العيوب التي يكشفها الفحص بدون كلفة اضافية.

- ان استعمال الفتائل عند شد التوصيلات الناضحة غير مسموح به.

- يجب اجراء فحص هيدروستاتيكي لمناطق تجهيز ورجوع منظومة الانابيب تحت ضغط لا يقل عن مرة ونصف المرة بقدر اقصى ضغط تشغيلي على ان لا يقل عن 10 كغم/سم²، ويجب ان تصمد المنظومة تحت ضغط الفحص لمدة 24 ساعة بالنسبة لانابيب الماء والزيت.

- يجب ان لا يسمح بهبوط ضغط اكبر من 0.14 كغم/سم² خلال 4 ساعات التي يجب ان لا يحصل خلالها اي نضوح، كما لا يسمح خلالها ايضاً بمعالجة النضوح.

10-12/1 مواد الانابيب (Piping materials)

10-12/1/1 انابيب تجهيز الماء (Water service lines)

-يجب ان تكون الانابيب بقياس 80 ملم واصغر بقياس 40 من الفولاذ المغلون وموافقة للمعيار الامريكي ASTM A-120.

- يجب ان تكون الانابيب بقياس 100 ملم واكبر بقياس 40 من الفولاذ المغلون غير الملحوم وموافقة للمعيار الامريكي ASTM A 53-57 Grade B.

-يجب ان تكون التركيبات بقياس 65 ملم واقل ملائمة لضغط ماء قدره 10.6 كغم/سم² من الحديد المطاوع ومجهزة بلوالب وموافقة لـــ ASTM A-1 97.

-يجب ان تكون التركيبات بقياس 80 ملم واكثر ملائمة لضغط ماء قدره 9 كغم/سم² من الحديد الزهر ومجهزة بأجزاء مشفهة (فلنجات) وموافقة للمواصفة ــ ASTM A 126 Class A.

10-12/1/2 انابيب الماء الحار والماء المثلج وبرج التبريد وتصريف التكثيف وانابيب الزيت (Hot/Chilled Water, Cooling Tower, Condensate Drainage and Oil Piping)

- الانابيب بقياس 80 ملم واصغر بقياس 40 تكون من الفولاذ الاسود غير الملحوم وموافقة لمعيار المواصفة ASTM A-120 Grade 3.

- الانابيب بقياس 100 ملم واكبر بقياس 40 تكون من الفولاذ الاسود غير الملحوم وموافقة لمعيار ASTM A-53 Grade 3.

- ادوات الاقتران الملولبة تكون ملائمة لضغط ماء قدره 21 كغم/سم² بلولب مؤنث من الحديد المطاوع وتوصيلة تثبيت مجهزة بوسادة براص الى حديد.

- ادوات الربط المشفهة (فلنجة) تكون ملائمة لضغط ماء قدره 10.6 كغم/سم² من الحديد المطروق برقبة منزلقة ملحومة تلائم سُمك الجدار.

- التركيبات الملولبة تكون ملائمة لضغط ماء قدره 10.5 كغم/سم² من الحديد المطاوع المجهزة بلوالب وموافقة للمواصفة لـــ ASTM - A-l 27.

- التركيبات الملحومة تكون ملائمة لضغط ماء قدره 10.5 كغم/سم² من الفولاذ الملحوم تناكبياً وموافقة لـــلمواصفة ASTM A-234 لتلائم سُمك الجدار.

- يجب ان تكون جميع وحدات الملف المروحية ومناولات الهواء مجهزة بانابيب لتصريف التكثيف.

10-13/1 عزل الأنابيب (Pipe insulation)

- يجب ان تكون جميع الأغطية مثبتة تناكبياً باحكام.

- يجب ان يكون للعازل دثار مثبت مصنعياً وموانع للرطوبة مثبتة باشرطة من اللدائن في جميع المفاصل وفي مركز كل مقطع والمقاطع المثبتة تناكبياً.

- يجب عدم تثبيت العوازل على الانابيب الا بعد اكمال الفحوص بنجاح.

- يجب تجهيز جميع الصمامات بصندوق معدني يضم كامل البدن عدا قبضة الصمام. يجب ان يُحشى الصندوق بمادة عازلة.

- يجب تجهيز جميع عوازل الانابيب المعرضة للحركة بأغطية واقية في جميع مواضع التعليق، تكون من الحديد المغلون وممتدة من جانبي وسيلة التعليق بمسافة لقطر العازل، وان تمتد على الجانبين الى مركز الانبوب.

- يجب عزل المصافي بطريقة تسمح بازالة شبكة تجميع الاوساخ بدون التأثير على العازل او بدن المصفاة.

- يجب ان تكون عوازل الانابيب من قطع مصبوبة من الالياف الزجاجية تلائم شكل وقطر الانبوب بكثافة لا تقل عن 48 كغم/م^3 وبمعامل توصيل حراري K حراري يساوي 0.25 واط/متر.كلفن عند درجة حرارة 24 درجة مئوية وملائم لحدود درجات حرارة 1.7 الى 150 درجة مئوية. يجب ان يكون للعازل مانع للهب ابيض اللون مركب مصنعياً مع دثار مانع للرطوبة من رقائق الالمنيوم بسمك لا يقل عن 0.05 ملم مثبت على ورق الكرافيت بواسطة لاصق مانع للهب ومسلح بالالياف الزجاجية. يجب تثبيت العازل على الانبوب عن طريق وصلات طولية مرتبة بصورة متعرجة، وينبغي احكام غلق اللفات والاشرطة بواسطة صمغ مقاوم للهب في المناطق المحيطية للوصلات.

- يجب ان يتوافق عزل انابيب البخار مع ما ذكر آنفاً عدا انه يجب ان يكون ملائماً لدرجة حرارة تصل الى 316 درجة مئوية يضاف الى ذلك عدم الحاجة الى مانع الرطوبة.

- يجب ان يتوافق سمك عازل الانابيب مع القيم المبينة في الجدول (10-3/1).

الجدول 10-3/1: سمك عازل الانابيب (Thickness of the pipe insulation)

القطر الاسمي للانبوب (ملم)	سمك العازل (ملم)
الى حد 65	25
80 الى 125	40
150 واكبر	50

- بعد وضع العازل يجب تغليفه بقطعة قماش من النوع المعتمد ثم طلاؤه بطبقة من الطلاء المقاوم للماء.

- يجب طلاء الانابيب بصورة ملائمة قبل وضع العازل الذي يجب ان يكون ثلاث طبقات من الطلاء المقاوم للصدأ.

10-1/14 المحارير (Thermometers)

يجب على المقاول تجهيز محارير زئبقية من النوع الصناعي والمجهزة بواقٍ معدني في الاماكن المحددة ومن النوع الذي يمكن قراءته مباشرةً وبالحدود المناسبة والمنصوب في تجويف قابل للفصل. يجب معايرة جميع المحارير قبل التجهيز والتركيب مع تقديم شهادة بذلك من المختبر الذي قام باجراء المعايرة. يجب تجهيز المحارير في المواقع التالية:

- مواقع التجهيز والرجوع لمثلجات الماء والمكثفات والمراجل.
- مواقع التجهيز والرجوع لجميع ملفات الماء.
- في اي مكان آخر حدد في المخططات.

10-1/15 مقاييس الضغط (Pressure gauges)

يجب ان يجهز المقاول مقاييس ضغط بقطر 100 ملم يكون بدنها من الفولاذ المسحوب مع حلقة من الفولاذ. ينبغى ان تكون حدود مقاييس الضغط مناسبة لعمل المنظومات والضغط بداخلها، بحيث يكون الضغط المقاس في منتصف حدود المقياس المستعمل تقريباً. يجب ان تكون دقة المقياس ضمن(±1%)وان تكون الارقام باللون الاسود على خلفية بيضاء. ينبغى تجهيز كل مقياس بمحبس غلق وان يكون قد تمت معايرته قبل التجهيز مع تقديم شهادة فحص من المختبر الذي قام بالمعايرة. ويجب ان تنصب مقاييس الضغط في المواقع التالية:

- في منافذ التجهيز والرجوع لجميع مثلجات الماء والمكثفات والمراجل.
- في منافذ السحب والتجهيز لجميع المضخات.
- في جميع المواقع الاخرى التي حددت في المواصفات والمخططات.
- في توصيلات الدخول والخروج لكل ملف.

10-1/16 مقاييس جريان الماء (Water flow meters)

يجب على المقاول تجهيز مقاييس جريان الماء كما هو مبين في المخططات. يجب ان يكون المقياس مصمماً لقياس معدل جريان الماء بدقة في الانابيب التي يتراوح قطرها بين 20 ملم الى اكبر قطر ذكر في جدول الكميات ولمعدل جريان يتراوح بين 4 م^3/ساعة الى اكبر معدل جريان ذكر في جدول الكميات. يجب ان يتكون المقياس من العناصر التالية:

- فتحة مشفهة (فلنجة) مع لوحة بفتحة لادخالها في الانبوب الرئيس الذي يجري فيه نصب مقياس معدل الجريان.
- انابيب تحويل مع صمامات وتركيبات.
- فتحة ذات حدود او عدد من الفتحات لادخالها في انبوب التحويل او تركيبة انبوب فنتوري كبديل.
- مقياس جريان دوّار معير بصورة مناسبة لقراءة معدل جريان الماء مباشرةً لأي معدل جريان ضمن الحدود المبينة آنفاً.

يجب استعمال مقياس الجريان الدوار عند بدء تشغيل المحطة لقياس وتثبيت معدلات جريان الماء في جميع وحدات مناولات الهواء، ومبردات الماء، والمكثفات، وابراج التبريد وغيرها. حيثما كان تنظيم الجريان ضرورياً فان ذلك يجب ان يتحقق بواسطة لوحة بفتحة من الفولاذ غير القابل للصدأ بسمك 6 ملم عند مدخل كل وسيلة تثبت بصورة دائمة بين الاجزاء المشفهة (الفلنجات) بعد تنظيم معدل الجريان عند القيمة التصميمية. بعد تنظيم معدل الجريان يجب رفع المقياس وتنصيب جزء يمكن ازالته بسهولة لاعادة تركيب المقياس لتدقيق معدل الجريان عند الحاجة. لهذا الغرض يجب على المقاول ان يقوم بتجهيز وتنصيب اللوحات ذات الفتحة أو تركيبة انبوب الفنتوري، والاجزاء المشفهة (الفلنجات)، وجميع الملحقات الضرورية. إن دقة مقياس جريان الماء يجب ان تكون ضمن ±1%.

10-17/1 انابيب مائع التثليج (Refrigerant piping)

10-17/1/1 عام (General)

يجب تجهيز جميع انابيب مائع التثليج على وفق مواصفات (ASHRAE) الخاصة بموائع التثليج. يجب ان تكون قياسات الانابيب على وفق توصيات الجهة المصنعة لاجهزة التكييف وملائمة للاطوال المنصوبة. يجب ان تكون جميع اجهزة التكييف من النوع ذات التمدد المباشر المدمجة او المنفصلة، أو وحدات مدمجة من النوع الشباكي او المخترقة للجدار، او مثلجات ماء مبردة بالهواء مع مناولة هواء للماء المبرد و/او وحدات ملف مروحية.

10-17/1/2 تنفيذ شبكة الانابيب (Pipe Layout Execution)

يجب ان تكون انابيب التبريد المجهزة من النوع K مصنوعة من النحاس المسحوبة على البارد والمجهزة بتركيبات من النحاس المطاوع التي يجب ان تكون والصمامات من النوع الذي يُلحم بسبيكة اللحام. الانابيب المسحوبة على البارد يجب ان لا تكون مطوية وانما يجب تنفيذ جميع التغييرات في اتجاهات الانابيب بواسطة التركيبات المناسبة. يجب قشط النهايات وتوسيعها بعد اتمام عملية قطع الانابيب لازالة النتوءات ولا يسمح ببقاء البرادة والقشور في الانابيب بعد القشط والتوسيع. يجب تركيب جميع التوصيلات بواسطة اللحام بالفضة باستعمال سبيكة لحام خالية من الفسفور تتكون من 35 الى 40% من الفضة. يجب تنظيف التوصيلات بدقة من الداخل والخارج قبل اللحام باستعمال ورق صقل ناعم، أو قماش صقل، أو صوف الفولاذ او فرشاة معدنية. يجب تنفيذ اللحام من قبل فنيي لحام متخصصين في لحام الفضة. ينبغي قشط كل توصيلة بعد اللحام بدقة لازالة بقايا اللحام المتكونة على المعدن. يجب تدوير النتروجين خلال المنظومة في اثناء اللحام لمنع تكون اوكسيد النحاس. لمنع التأثر بالاهتزاز يجب ان تحتوي وسائل التعليق والاسناد على واقيات من الرصاص مثبتة باحكام بين انبوب مائع التثليج والمسند.

10-17/1/3 تركيب الانابيب (Piping installation)

- يجب ان تكون الانابيب المركبة قصيرة ومباشرة قدر الامكان وبأقل عدد مكن من التوصيلات والعكوس والتركيبات وان تكون موازية لخطوط المبنى ما لم يذكر خلاف ذلك وبمسافات بينية مناسبة.

- يجب قطع الانابيب بدقة وبالابعاد المقاسة في موقع العمل ويجب تركيبها في مكانها بدون اندفاع او ضغط وبصورة تسمح بالتمدد والتقلص بدون احداث ضرر بالتوصيلات او وسائل التعليق.

- يجب تجهيز ملفات انابيب مع المنظومة المشحونة مسبقاً من النوع المنفصل. إن الانابيب الزائدة في هذه المنظومات يجب ان تكون غير ظاهرة للعيان.

- يجب ترتيب الانابيب بصورة تسمح بفحص وصيانة الضاغط والاجزاء الاخرى وتركيب الصمامات في مواقع تسمح بالوصول اليها لاجراء الصيانة والفحص. يجب ان لا تتعارض الانابيب المركبة مع التشغيل الصحيح للأبواب والشبابيك وان لا تمنع الوصول اليها بيسر وان لا تتجاوز على الاروقة والممرات.

- يجب تركيب الانابيب بسماحية مناسبة بين الانبوب والجدران ووسائل التعليق او بين الانابيب وبعضها للسماح بوضع العازل. يجب استعمال الاكمام (sleeves) خلال الارضيات، او الجدران او السقوف بالقياس الذي يسمح باضافة كامل سمك العازل.

- يجب ان تكون نهايات الانابيب مجهزة باغطية او سدادات عند شحنها وخلال التركيب لمنع تلوث المنظومة.

- عندما تكون المقاييس مبينة على المخططات، فعلى المقاول تركيب مقاييس الضغط ودرجة الحرارة التي تكون بحدود القياس المناسب والمصممة لمنظومة التبريد ومن النوع المتين. يجب تركيب مقاييس الضغط لتحسس ضغط سحب ودفع الضاغط بتوصيلها مع المنظومة عن طريق صمامات خدمة.

- يجب تركيب جميع صمامات التنفيس مع صمام ثلاثي الاتجاه مزدوج الغلق اضافة الى صمام تنفيس ثان على التوازي.

- يجب توصيل التصريف المطروح من صمامات تنفيس الضغط الى خارج هيكل المبنى عن طريق انابيب بالقياس الكامل تمتد بارتفاع لا يقل عن 5 أمتار فوق درجة الانحدار المجاور وبمسافة لا تقل عن 6 أمتار من اي شباك او فتحة او مخرج تهوية.

- يجب على المقاول ان يجهز مرشحاً للتجفيف من الصنف "HH" للمنظومات المركبة والمدمجة من قياس 20 طناً فاكبر لازالة ملوثات بدء التشغيل ثم يركب مرشحاً للتجفيف نهائياً بعد شحن منظومة التبريد وتركها تعمل بصورة مستمرة لمدة اسبوع واحد.

- يجب التقيد بمواصفات الجهة المصنعة بالنسبة للزيت الراجع في انابيب التجهيز الصاعدة التي تكون بطول 6 أمتار فاكثر (اي فاصلات الزيت، ومصائد الروائح ومصائد الروائح المعكوسة).

- يجب تركيب توصيلات مرنة في المنظومات المركبة على او بالقرب من الضواغط.

10-4/17/1 وسائل التعليق والتثبيت (Hangers and anchors)

- يجب اسناد جميع الانابيب بصلابة على هيكل المبنى بواسطة وسائل تعليق خلفية قابلة للتعديل (لا يسمح باللحام مع هيكل المبنى). يجب استعمال روافد تعليق من نوع الارجوحية في المواقع التي تركب فيها الانابيب جنباً الى جنب. المسافات بين وسائل التعليق يجب ان تكون كالتالي:

الجدول 10-4/1: المسافات بين وسائل التعليق لانابيب النحاس

عمودي		افقي	
قطر الانبوب	المسافة	قطر الانبوب (ملم)	المسافة(متر)
جميع الاقطار	3.0 أمتار كحد اقصى	9.5 أو مادون	1.2
		12.7 -19.05	1.8
		25.4 -38	2.4
		50 أو أكبر	3.0

- ابعاد القضبان المستديرة الساندة لوسائل تعليق الانابيب يجب ان تكون كالتالي:

الجدول 10-5/1: ابعاد القضبان المستديرة الساندة

قطر القضيب الساند(ملم)	قطر الانبوب المستند اليه(ملم)
9.5	50 أو أقل
12.5	63 -75

- القضبان لوسائل التعليق الارجوحية يجب ان تكون بقياس لا يقل عن 9.5 ملم على ان لا تقل مساحة مقطعها عن ما ذكر آنفاً لكل انبوب مسند. لا يسمح اطلاقاً باستعمال الخطافات، أو السلاسل، أو اربطة الحديد المثقبة او الاسلاك لاسناد الانابيب.
- يجب حماية الانابيب المعزولة باستعمال واقيات من الفولاذ المغلون.
- قضبان وسائل التعليق يجب ان تكون مسننة من الفولاذ الكاربوني. يجب ان تسنن نهايات الانابيب لمسافة لا تقل عن 150 ملم.
- تركب وسيلة التعليق ضمن 30 سم من جانبي العكس الافقي.
- يجب استعمال وسائل التعليق التي يمكن تعديلها عمودياً بمقدار 38 ملم على الاقل بعد نصب الانابيب.
- يجب استعمال الاشرطة المغلفة بالمطاط على انابيب النحاس.
- تثبت الانابيب المصنوعة من النحاس اللين، حيث يُسمح باستعمالها، على هيكل المبنى بواسطة مشابك وولائج. المسافة بين المشابك يجب ان لا تكون أكبر من 1.2 متر.

10-5/17/1 التوصيلات الملحومة (Brazed joints)

- عند اللحام يجب ازالة ملفات الصمام ذي الملف اللولبي وزجاجات الرؤية وكذلك سيقان الصمامات ووساداتها والتغليف والاجزاء الداخلية الاخرى التي يمكن الوصول اليها من منظومة التبريد. يجب تجنب تسليط الحرارة قرب بصلة صمام التمدد. ويجب ان تبرد التوصيلات قبل اعادة تجميع الصمام.
- يجب قطع الانابيب بزوايا قائمة وتوسيعها وازالة النتوءات منها.
- يجب تنظيف الجزء الداخلي من التركيبات والجزء الخارجي من الانابيب بصورة جيدة بواسطة قماش قشط او فرشاة من الفولاذ غير القابل للصدأ قبل لحام الانابيب ولا يسمح باستعمال صوف الفولاذ.

- يجب تمرير غاز خامل (مثل النتروجين الجاف او الاركون) باستمرار خلال المنظومة في اثناء اللحام بمعدل جريان يكفي للحفاظ على محيط خال من الاوكسجين لمنع تكوّن قشور اوكسيد النحاس.

- يجب توخي الحذر لمنع تلدين التركيبات والانابيب عند اتمام عملية التوصيل.

- يجب ان تلحم توصيلات النحاس بالنحاس باستعمال سبيكة لحام من النحاس الفسفوري تحتوي على 15% من الفضة على الاقل.

- يجب ان تلحم توصيلات النحاس بالبراص باستعمال سبيكة لحام من الفضة تحتوي على 50% من الفضة على الاقل.

- يجب ان تلحم توصيلات النحاس بالفولاذ غير القابل للصدأ باستعمال سبيكة لحام من الفضة تحتوي على 50% من الفضة على الاقل.

- يجب تنظيف جميع التوصيلات الملحومة لازالة خبث اللحام.

10-1/17/6 فحص النضح (Leak testing)

- يجب فحص جهتي الضغط العالي والواطيء لكل منظومة مُنجزة لانابيب مائع التثليج عند ضغط لا يقل عن اوطأ ضغط تصميمي للمنظومة او مؤشر التحكم في اداة تنفيس الضغط التي تحمي الجانب العالي او الواطيء للمنظومة.

استثناء: المنظومات المنصوبة موقعياً التي تحتوي على انابيب من النحاس بقطر خارجي لا يتجاوز15.8 ملم يجب ان تفحص عن طريق شحن المنظومة بمائع التثليج عند ضغط البخار المشبع لمائع التثليج بدرجة حرارة 20 درجة مئوية على الاقل. وسط الفحص يجب ان يكون النتروجين الجاف.

- يجب على المقاول ان ينجز فحص النضح قبل العزل، والتفريغ والشحن بحضور ممثل المهندس المقيم ويقوم بعزل الضاغط عن فحص النضح بغلق صمامات السحب والدفع باحكام. في الاماكن التي تحتوي على صمامات تنفيس، يجب وضع الصمامات ثلاثية الاتجاه مزدوجة الغلق بصورة تسمح بتسليط كامل ضغط الفحص على كلا صمامي التنفيس. ولا تجوز معالجة اي نضح والمنظومة مضغوطة وانما يجب تنفيس ضغط المنظومة قبل اجراء اي معالجات ثم يعاد شحن المنظومة، كما أشير الى تفصيله آنفاً، وتترك المنظومة تحت الضغط لمدة 24 ساعة. يجب ان لا يتجاوز هبوط الضغط 35 كيلو باسكال خلال 24 ساعة بثبوت درجة حرارة المحيط الخارجي. وقد يزداد الهبوط الاقصى بالضغط بمقدار 20 كيلو باسكال لكل انخفاض قدره 5 درجة مئوية بدرجة حرارة المحيط من بداية الفحص.

10-1/17/7 فحص منظومات انابيب مائع التثليج (Testing refrigerant piping systems)

بعد الانتهاء من لحام جميع توصيلات المنظومة يجب فحص كل منظومة من منظومات انابيب التبريد تحت الضغط بوضع رغوة الصابون على جميع التوصيلات. يجب استعمال وسيط ضغط آمن مثل النتروجين الجاف مع مقاييس مناسبة ومنظمات ضغط للحفاظ على تشغيل آمن. يجب عدم استعمال الهواء المضغوط، أو الاوكسجين او الاسيتيلين تحت اي ظرف لاجراء فحص الضغط.

يجب عدم محاولة علاج اي نضح والمنظومة مضغوطة. في حالة العثور على نضح، يجب اولاً تنفيس ضغط المنظومة ثم تفكيك التوصيلات واعادة عمل التوصيلة. اما عند التأكد من عدم وجود نضح في المنظومة بعد الفحص برغوة الصابون فيجب تفريغ النتروجين بالكامل الى الجو ثم تشحن المنظومة بالكمية المناسبة من مائع التثليج ثم تدقق كامل المنظومة بالهاليد او باستعمال كاشف نضح الكتروني أو اية وسيلة أخرى متيسرة.

10-1-18 انابيب البولي فنيل كلورايد والاسبستوس (PVC & Asbestos cements pipes)

تنطبق المتطلبات العامة التالية على الانبوب المطمور:

- يجب ان تكون مواد التبطين من الحبيبات جيدة التدرج والقابلة لان تصبح سطحاً مستوياً عند رصها.
- يجب ان لا تحتوي مواد الملء والردم على صخور او حصى ويجب ان تكون خالية من الكتل الجامدة، والمواد النباتية، والقمامة او القطع الكبيرة او الطين ذي اللدونة العالية او المواد الاخرى غير المرضية.
- كخيار، يمكن تجهيز مواد واطئة المتانة (CLSM) كبديل لمادة الملء، الطمر او الردم.
- قبل الحفر يجب تعيين الهياكل و/او الخدمات الموجودة تحت الارض.
- عندما يكون قاع الخندق غيرمستقر او يحتوي على مواد غير مستقرة، يجب حفر هذه المواد لعمق لا يقل عن 150 ملم ثم ابدال هذه المواد باخرى تكون مستقرة.
- فحص الرص لمادة التبطين يجب ان ينفذ بالوتيرة التي يحددها المصمم في اي مكان حدد من قبل سلطة الفحص المختصة ويجب ازالة وابدال المواد التي تفشل في تحقيق المواصفات المحددة او اعادة تنفيذ العمل.
- يجب ان يكون اقل سمك لمادة التغطية 75 سم (اعلى الانبوب او السطح المنجز).
- يجب الحفاظ على درجة ميلان السطوح المنجزة بالقدر المحدد في وثائق التصميم بغض النظر عن مسافات السماح المطلوبة في المنشآت الاخرى.
- يجب ان لا يؤدي ترك مسافات سماح في المنشآت العمودية الى زيادة ارتفاع النقاط التي لا تحتوي على تنفيس الا اذا كان ذلك مصدقاً عليه بشكل صريح.
- عند اكمال التنصيب يجب توثيق الشكل الهندسي للانابيب كما ركبت فعلاً بمسافات السماح المبينة كالتالي:
  - المستوى العمودي= +25 ملم.
  - المستوى الافقي= + 75 ملم.

10-1-19 خدمات البخار والغاز (Steam and gas service)

10-1-19/1 فكرة عامة (General)

- إن المواصفات المذكورة للمواد والتجهيزات ذات العلاقة بانابيب الغاز والبخار الموضحة لاحقا تعتبر هي الحاكمة عند اختيار مكونات منظومة الغاز والبخار حتى ان ذكرت مواد وتجهيزات مشابهة لمنظومات اخرى.

- في حالة عدم احتواء هذا الجزء على المواصفات اللازمة لمواد تتطلبها خدمات البخار والغاز، فان المواصفات المذكورة في الاجزاء الاخرى تكون سارية المفعول.

10-1/19/1-2 انابيب البخار (Steam piping)

- يجب ان تكون جميع الانابيب من الفولاذ بقياس 40، سوداء وعلى وفق متطلبات معيار معتمد.
- يجب ان تكون نهايتا الانبوب مائلة تصلح للحام مع جميع القياسات.
- يجب ان تكون تركيبات الانابيب من النوع القياسي وسمك جدارها مناسباً لانابيب البخار وتتحمل ضغطاً تشغيلياً اكثر من 10.55 كغم/سم².

10-1/19/1-2/1 وصلة التمدد للبخار (Expansion joint-steam)

- وصلات التمدد من النوع المنفاخي يجب ان تتكون من منفاخ قابل للتحكم بنهايات مشفهة (فلنجة).
- يجب ان يكون الذراع المُنثني مُشكلاً من اسطوانة من الفولاذ المغلون تحت ضغط هيدروليكي داخلي وملحوماً محيطياً في مناطق الاتصال مع نهايات مانعات التسرب فقط. يجب تشكيل التعرجات بصورة تحقق سمكاً منتظماً للمعدن خلال الذراع المُنثني.
- الحلقات المُعادلة يجب ان تكون ذات بنية قوية من الحديد ومرتبة بصورة تتحكم بالانحراف الذي يحصل في الذراع المُنثني خلال التمدد والتقلص.

10-1/19/1-2/2 منافذ تصريف البخار (Steam exhausts head)

يجب ان يكون البدن مصنوعاً من حديد الزهر متكاملاً مع عنصر حلزوني لعزل الماء عن البخار وان يكون ذا اغطية قابلة للازالة ومجهزاً بتوصيلة تصريف في القاع.

10-1/19/1-2/3 مسند انبوب البخار (لخدمات البخار) (Pipe boiler support for steam services)

مساند الانبوب الاسطوانية يجب ان تتكون من اسطوانة من حديد الزهر قابلة للتعديل مع مفصل مستند على انبوب تعليق متين او قناة من الفولاذ المتين المثبتة باحكام.

10-1/19/1-2/4 صمامات البخار (Valves (for steam service)

- يجب ان تستعمل هذه الصمامات لبخار عالي الضغط ولمضخة تصريف ماء التغذية.
- يكون بدن الصمام مصنوعاً من الفولاذ المسبوك، مع نهايتين مشفهتين (فلنجة)، ومسنن خارجي مع مقبض، وقرص اسفيني صلب، ووسادة قابلة للتبديل، وغطاء ذي شفة مشفهة (فلنجة) ملائم لضغط تشغيلي للبخار 10.55 كغم/سم².
- يجب ان يكون الصمام اللارجوعي لخدمات البخار عالي الضغط وملائماً لضغط تشغيلي للبخار المشبع مقداره 14 كغم/سم².

10-1/19/1-2/5 صمام خفض وتنظيم البخار (Pressure reducing and regulating valve)

- يجب استعمال هذا الصمام على محطة خفض الضغط ذات المرحلة الواحدة.
- يجب ان يكون صمام خفض الضغط مجهزاً بتركيب ذي شفة (فلنجة) ويناسب ضغطاً تشغيلياً للبخار مقداره 10.55 كغم/سم² ومن حديد الزهر مع ملحقات من الفولاذ غير القابل للصدأ ووسادة من الفولاذ

غير القابل للصدا القابلة للتبديل. يحتوي الصمام كذلك على صمام داخلي على شكل الحرف V مع تغليف من التفلون او ما يكافيء ذلك.

- يجب ان يكون الصمام مفرد الوسادة.

- يجب تشغيل الصمام بواسطة غشاء بخار من جانب الضغط الواطيء لصمام خفض الضغط، ويجب ان يختار بقياس يحقق تشغيلاً هادئاً وبسرعة بخار لا تتجاوز 60 سم/ثانية.

10-1/19/2/6 صمام التنفيس (Relief valve)

- يجب ان يكون الصمام من النوع الذي يمكن تحميله بلولب.

- يجب ان تكون الصمامات ذات قطر 100 ملم واكبر من الحديد، بوسادة من الفولاذ المغلون ونهايات مشفهة (فلنجة). الصمامات الاصغر يجب ان يكون لها توصيلات مسننة. الصمامات يجب ان تكون موصولة بانابيب للتصريف بامان.

- يجب ان تكون الصمامات بالحجم الذي يكفي لتمرير الحد الاعلى من جريان صمام خفض الضغط الذي يسبق صمام التنفيس.

10-1/19/2/7 تركيب صمامات البخار (Steam piping installation)

- يجب ان تحتوي جميع مستلمات التكثف على تنفيس مناسب.

- يجب ان تكون جميع محطات تخفيض الضغط مجهزة بصمام تنفيس ضغط مجهز بتحويل يحتوي على صمام مع مقاييس ضغط على جانبي الضغط العالي والواطيء.

- السحب من الانابيب الرئيسة للبخار يجب ان يكون من الاعلى.

- بعد اكمال تركيب الانابيب وقبل ربط انابيب الاجهزة، يجب غلق نهايات الانابيب واجراء الفحص الهيدروستاتيكي عند ضغط لايقل عن ضعف الضغط التشغيلي لمدة 24 ساعة. يجب اصلاح العيوب التي تظهر عند الفحص واعادة فحص المنظومة.

- مصائد البخار من نوع F&T للضغوط الواطئة والمتوسطة:

يجب ان تكون مصائد البخار من النوع ذات الطوافة الثيرموستاتيكية وقابلة للتفكيك وان يكون البدن من حديد الزهر مع منفذ تصريف مسيطرعليه حرارياً (ثرموستاتي) وطوافة كروية المصنوعة من معدن لا يتآكل. إن صمام الطوافة ووسادته يجب ان يكونا من معدن المونيل. يجب ان تمتاز المصائد بوسادات وغواطس قابلة للازالة.

- مصائد البخار من نوع الدلو المقلوب للضغوط العالية:

يجب ان تصمم هذه المصائد لضغط تشغيلي للبخار قدره 17 كغم/سم² ببدن نصف فولاذي ومنفذ دخول من الاسفل ودلو من الفولاذ غير القابل للصدأ واجزاء متحركة وصمام ووسادة من فولاذ الكروم المعالج. يجب ان تمتاز هذه المصائد بوسادات وغواطس قابلة للازالة. وهي تصلح للضغوط المرتفعة للبخار كما موضح في المخططات والتفاصيل.

10-1/19/3 انابيب الغاز (Gas piping)

- يجب ان تكون جميع انابيب الغاز من النوع L من النحاس عالي الصلادة يلبي متطلبات المعايير العالمية ومدونة الانابيب ASA 58 HEPA Standard.

- يجب قطع الانابيب بزوايا قائمة وتوسيعها وازالة النتوءات منها.

10-1/19/1/3 تركيبات انابيب الغاز (Gas pipe fittings)

- يجب ان تكون التركيبات الخاصة بانابيب النحاس من البراص المسبوك بوصلات ملحومة من النهايات على وفق المعايير العالمية المعتمدة.

- يجب ان تكون التركيبات ملائمة لضغط تشغيلي للماء مقداره 17 كغم/سم².

10-1/19/2/3 وصلات انابيب الغاز (Gas pipe joint)

- يجب ان تلحم الوصلات بسلك لحام 95-5 لتحقيق التحام كامل بين الانبوب والتوصيلة.

- ينظف الجزء الخارجي من نهاية الانبوب والجزء الداخلي من غطاء الوصلة باعتدال حتى تكتمل تغطية جميع سطح الوصلة بالكامل.

- تزال جميع آثار اللحام الزائد وهو في الحالة اللدنة بفرشاة صغيرة وتترك حلقة من اللحام حول غطاء التركيبة خلال المدة التي يبرد فيها.

10-1/19/3/3 صمامات خدمة الغاز (Gas service valves)

يجب ان يكون بدن الصمام من البرونز بحلقة مزدوجة لمنع التسرب، واداة اقتران من النوع الكروي، مع وسادة مانعة للتسرب من النيوبرين وحلقة على شكل O، ويتحمل ضغطاً تشغيلياً مقداره 21 كغم/سم². ان أداة الاقتران الكروية تكون مصنوعة من صفائح الكروم مع موانع تسرب في كلا الاتجاهين. يجب ان يصمم الصمام بحيث ان الحركة بين موضعي الفتح والغلق تتحقق بتدوير الذراع بمقدار ربع دورة. يجب وضع بطاقات الدلالة لكل نوع من الصمامات.

10-1/19/4/3 مجمع الغاز (Gas manifold)

- يجب ان يكون المجمع من حزمتين مزدوجتين تتكونان من ست اسطوانات سعة كل منها 12.5 كغم ومن النوع المتوافر في العراق.

- يجب ان توصل كل حزمة الى انبوب الضغط العالي الرئيس بصمام لارجوعي للضغط المرتفع في كل وصلة للاسطوانة.

- يجب تجهيز المجمع بمنظم ضغط عند كل حزمة مع مقياس ضغط وصمام امان.

- يجب تجهيز المجمع بوسيلة تحقق بصري من مفتاح التحويل من حزمة الى اخرى.

- يجب ان يعمل مفتاح التحويل آلياً.

10-1/20 انابيب الالمنيوم (Aluminum piping)

10-1/20/1 ربط الانابيب (Piping joints)

عند ربط انابيب الالمنيوم مع الحاويات او منظومات الانابيب المصنوعة من المعادن الاخرى، وفي الوقت الذي يعتبرالمائع محلولاً استقطابياً، يكون هنالك ميل لتآكل الالمنيوم. تظهر هذه المشكلة عندما تكون المعادن الاخرى من النحاس او الفولاذ الكاربوني. ويمكن منع هذا التآكل المحتمل بالقضاء على المسار المعدني الكهربائي خلال الوصلة باحدى الطرائق التالية:

- تركب قطعة توصيل مشفهة (فلنجة) من اللدائن في الخط ويُتأكد من ملاءمة هذه التوصيلة مع الضغط ودرجة الحرارة والمواءمة الكيميائية مع المحلول. تعتبر هذه الطريقة مفضلة ولها ميزة ان الخبث داخل الخط لا يؤدي الى ملء الفراغ بين معدن وآخر.

- تركب التوصيلات لانابيب الالمنيوم الاكثر سمكاً (لزيادة سماحية التآكل). تعتبر هذه الطريقة مناسبة بصورة خاصة عندما تدعو الحاجة الى تكرار تفكيك الانبوب لاسباب مختلفة.

- تستعمل التركيبات المشفهة(الفلنجات) العازلة (الحشوة العازلة، واكمام الصامولات، وحلقات الصامولات) وتدقق المواءمة الكيميائية لها مع المحلول.

10-1/20/2 عزل ونصب الانابيب (Piping insulation and installation)

- يجب عزل انبوب الالمنيوم عن الانابيب الساندة المصنوعة من الفولاذ الكاربوني. ومن امثلة ذلك العازل 15 رطل من اللباد المشبع بالاسفلت، الانابيب الساندة المغلفة باللدائن او الانابيب الساندة المغلونة.

- لا ينصح باستعمال مشفهات (فلنجات) الالمنيوم ولكنها يجب ان تكون على وفق متطلبات ASME B31.3 Appendix L عند ضرورة استعمالها وان تكون مستوية الوجه.

- يجب تجنب التوصيلات المسننة المصنوعة من الالمنيوم قدر الامكان. لكن عندما يكون التوصيل بالالمنيوم مع بعض المكونات عند طريق الاسنان مطلوباً يستعمل اقصر طول ممكن من انبوب ذي قياس 80 على ان تكون احدى نهايتيه مسننة.

- تسنن الانابيب بواسطة اداة تسنين نظيفة وحادة مخصصة لتسنين الالمنيوم فقط ويستعمل زيت القطع الملائم للالمنيوم.

- يجب مناولة انابيب الالمنيوم بحذر لتجنب تلوثها بجسيمات الحديد والنحاس التي قد تؤدي الى التآكل التنقري عند ملامستها للمحلول.

10-1/21 انابيب المضخة (Pump piping)

يجب اتباع الارشادات التالية بالنسبة للمضخات الافقية الشافطة من عمق عندما يكون خط السحب أكبر من فتحة الدخول:

- يجب عدم استعمال مصغر يقوم بالتصغير لاكثر من قياس واحد.

- تستعمل مصغرات مصنعة عند الحاجة لتصغير أكثر من ذلك بزاوية قصوى قدرها 100 درجة ويثبت ذلك ضمن الاجزاء غير المدرجة.

- عند تركيب المصغرات في خطوط السحب يستعمل مصغر منحرف ومع جعل السطح المستوي الى الاعلى.

- يجب عدم تركيب العكوس بصورة مباشرة على خط سحب المضخة الا إذا كان العكس مجهزاً بجنيحات تقويم.

- على المصمم الامتثال للحمل الاقصى المسموح لفتحة المضخة حيثما حدد من قبل الجهة المصنعة للمضخة.

- يجب تصميم التوصيلات بين منظومة الماء المنزلية واي منظومة انابيب صناعية، أو اوعية او الاجهزة الاخرى بصورة تمنع الجريان الارتجاعي.

مراجع الباب 10

[1]- "*Scheme for the Identification of Piping Systems*", ASME A13.1, (2007).

[2]- "*Pipe Threads (General Purpose)*", ANSI/ASME B1.20.1, (1983).

[3]- "*Wrought Copper and Copper Alloy Braze-Joint Pressure Fittings*", ASME B16.50, (2001).

[4]- "*Power Piping*", ASME B31.1, (2007).

[5]- "*Fuel Gas Piping*", ASME B31.2, (1968).

[6]- "*Process Piping*", ASME B31.3, (2006).

[7]- "*Refrigeration Piping and Heat Transfer Components*", ASME B31.5, (2006).

[8]- "*Building Services Piping*", ASME B31.9, (2004).

[9]- "*Practice for Obtaining Hydrostatic or Pressure Design Basis for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe and Fittings*", ASTM D2992-06, (2006).

[10]- "*Specification for Welding of Austenitic Stainless Steel Tube and Piping Systems in Sanitary Applications*", AWS D18.1, (1999).

[11]- "*Standards of the Expansion Joint Manufacturers Association*", EJMA 8th ed., (2003).

[12]- "*Pipe Hangers and Supports—Materials, Design and Manufacture*", MSS SP-58, (2002).

[13]- "*Pipe Hangers and Supports—Selection and Application*", ANSI/MSS SP-69-, (2003).

[14]- "*General Welding Guidelines*", NCPWB, (2002).

الباب 11

اعمال الصفائح المعدنية وتوزيع الهواء
(Sheet metal work and air distribution)

11-1 اعمال الصفائح المعدنية وتوزيع الهواء (فكرة عامة) (General)

- يجب ان تخضع اعمال مجاري الهواء ومساندها لمعايير بناء المجاري الخاصة بمنظومات التكييف (HVAC Duct Construction Standards، Metal، and Flexible 2005). يجب ان تصنع المجاري بزوايا قائمة وشكل متقن، مستقيمة ومستوية. كما يجب اسناد وتقوية المجاري بشكل متين لمنع الاهتزاز فيها.

- تمثل ابعاد المجاري المبينة في المخططات مساحات مجرى الهواء فقط. وعندما تكون المجاري ذات بطانة عزل صوتية فيجب زيادة ابعاد مقاطعها وبحسب الحاجة. مد مجاري الهواء في البناية كما هو مبين في مخططات العطاء.

- يجب ترك حيز كاف حول المجاري لضمان امكانية تثبيت مساندها واتاحة المجال لتثبيت العازل حولها.

- تجهز تفرعات المجاري بجنيحات تحويل مسار الهواء وتثبت في المجاري الرئيسة. ويجب تعيير هذه الجنيحات كل على حدة.

- يجب ان تجهز المجاري باصبع فحص (Test Well) مصنوع من سبيكة نحاسية ملحومة داخل المجرى وذات غطاء وذلك عند منعطف كل ملف ومروحة.

- تجهز جنيحات دوران عند كل منعطف عندما يكون نصف قطر الانحناء للخط المركزي اقل من 125% من عرض المجرى، او عند النقاط المؤشرة على المخططات.

- ان مساند ومقويات المجاري المبينة في دليل ASHRAE تمثل الحد الادنى المقبول من المتطلبات.

- يجب ان لايزيد طول الوصلة المرنة للمجرى على 25سم باتجاه مجرى الهواء ويجب ان تصنع من مادة مقاومة للاحتراق ولها معامل انتشار حريق لا يزيد على 25 ومعامل انتاج دخان لا يزيد على 50 بحسب SMACNA. تجهز جميع التوصيلات بين المجاري والوصلات المرنة واجزاء المنظومة بتراكيب ذات مسستدقة بتدريج.

- يجب ان لا تزيد سرعة الهواء في المجاري الرئيسة على 8 م/ثانية او كما مبين في المخططات. كما يجب وضع مقدمة معدنية في الحافات الامامية لكل قطعة مجرى مبطن عندما تتجاوز سرعة الهواء قيمة 20.3م/ثانية، او عند كل مقطع مجرى مبطن يقع بعد مقطع غير مبطن.

- يجب ان يكون سمك الصفائح المعدنية المستعملة في المجاري والمفاصل والمنحدرات كما هو مبين في التفاصيل والجداول المضمنة في المخططات او كما مدرج في المواصفات. يجب ان يكون سمك صفائح الفولاذ والمفاصل ملائماً لمقاسات المجرى وكما مدرج في الجدول(11-1/1).

الجدول 11-1/1: السمك المطلوب لصفائح الفولاذ والمفاصل المستعرضة

التوصيلات المستعــرضة والتقوية	السمك القياسي الامريكي للصفائح	البعد الاكبر للمجرى
شريحة منزلقة، منزلقة-S او قفل جيبي مقاسه 25ملم.	26	لغاية 300ملم
شريحة منزلقة، منزلقة-S او قفل جيبي مقاسه 25ملم.	24	325ملم لغاية 450ملم
منزلقة-S بحاشية، 25ملم قضيب منزلق او قفل جيبي 25ملم على مسافات 300سم مع حديد زاوية 25*25*3ملم في منتصف المسافة بينهما ويمكن تعويض حديد الزاوية بالتضليع المتقاطع.	24	475ملم لغاية 750ملم
قضيب منزلق مقاسه 25ملم، قضيب مقوى منزلق، او قفل جيبي مقاسه 25ملم على مسافات 150سم. قضيب منزلق مقاسه 25ملم، قضيب مقوى منزلق، او قفل جيبي على مسافات 300سم مع حديد زاوية 25*25*3ملم في منتصف المسافة بينها. درز شاقولي بعرض 25ملم على مسافات 150سم.	22	775ملم لغاية 1050ملم
قضيب منزلق مقاسه 40ملم، قضيب مقوى او قفل جيبي على مسافات 120سم. قضيب منزلق مقاسه 40ملم، قضيب مقوى او قفل جيبي على مسافات 240سم مع حديد زاوية 40*40*3ملم في منتصف المسافة بينها. درز شاقولي بعرض 40 ملم على مسافات 90سم.	22	1077ملم لغاية 1350ملم
قضيب منزلق مقاسه 40 ملم، قضيب مقوى او قفل جيبي على مسافات 120سم. قضيب منزلق مقاسه 40ملم، قضيب مقوى او قفل جيبي على مسافات 240سم مع حديد زاوية 40*40*3 ملم في منتصف المسافة بينها. درز شاقولي بعرض 40 ملم على مسافات 90سم.	20	1375ملم لغاية 1500ملم

\

تتمة الجدول 11-1/1

التوصيلات المستعــرضة والتقوية	السمك القياسي الامريكي للصفائح	البعد الاكبر للمجرى
قضيب منزلق مقوى، مقطع زاوية منزلقة، ترتيب متبادل بين قضيب منزلق وقفل جيبي مقوى بمقطع زاوية على مسافات 120سم باستعمال حديد زاوية 40*40*3ملم اضافة الى حديد زاوية 40*40*3ملم في منتصف المسافة بينها.قفل جيبي مقوى بحديد زاوية 40*40*3ملم على مسافات 50سم بينها. درز شاقولي مقوى بعرض 40ملم على مسافات 50سم باستعمال حديد زاوية 40*40*3ملم.	20	1525ملم لغاية 2100ملم
مقاطع حديد زاوية مزدوجة (Companion angles)، مقطع زاوية منزلقة او قفل جيبي مقوى بمقطع زاوية باستعمال مقاطع زاوية مزدوجة 40*40*3ملم او تقوية بحديد زاوية على مسافات 120سم مع حديد زاوية 40*40*3ملم في منتصف المسافة بينها. درز شاقولي بعرض 40ملم على مسافات 60سم باستعمال حديد زاوية 40*40*3ملم.	18	2125ملم لغاية 2400ملم
مقاطع زاوية مزدوجة، مقطع زاوية منزلقة او قفل جيبي مقوى باستعمال مقاطع زاوية مزدوجة او تقوية بحديد زاوية 40*40*3ملم على مسافات 120سم مع استعمال حديد زاوية 40*40*3ملم في منتصف المسافة بينها. درز شاقولي باستعمال حديد زاوية 40*40*3ملم على مسافات 60سم.	16	اكبر من 2400ملم

- يجب تضليع صفائح المجاري بشكل متقاطع لاغراض التقوية والمتانة.

- تستعمل مادة الاحكام تلك التي تيسر الاحكام ضد الهواء والماء، ذات قابلية التصاق جيدة بمعدن المجرى وتبقى مطاوعة مع حركة المعدن وتتمتع بقابلية العمل عند حدود درجات حرارة بين –34 مئوية الى 79 مئوية. يجب ان تكون المادة مقاومة للاشعة فوق البنفسجية والاوزون اذا استعملت تحت اشعة الشمس المباشرة، وتدهن بعد جفافها (curing) بطلاء ملائم يكسبها تلك المقاومة. ان مصطلح "مادة الاحكام" لايقتصر على اللواصق ومعجون الماستك بل يتعداها ليشمل الاشرطة اللاصقة والمزيج من اشرطة القماش او الاشرطة الماصة والماستك.

- ينبغي ان تكون المجاري ذات احكام هوائي كاف لضمان الاشتغال الاقتصادي والهادئ لمنظومة التكييف. وتجدر الاشارة الى ان الاحكام الهوائي لا يلزم ان يكون مطلقا (كما هو الحال في انابيب المياه) بل تشترط جميع المواصفات بأن تكون المجاري ذات احكام هوائي معقول.

- لاعتبارات السلامة والامان ولكون مركبات الاحكام قابلة للاحتراق في حالتها الرطبة او شبه الجافة او الجافة، يجب استعمال اللواصق السائلة والماستك في الاماكن جيدة التهوية مع مراعاة تعليمات المنتج لهذه المواد. كما يجب على المقاول ان يأخذ بعين الاعتبار تأثيرات فقدان قابلية الاحكام وخطر الاحتراق عند اجراء اللحام في التوصيلات المحكمة او قريبا منها. وتنص المواصفة NFPA 90 A على ان اللواصق المستعملة يجب ان يكون معاملها لنشر الحريق لايزيد على 25 ومعامل انتاج الدخان لايزيد على 50.

11-1/1 مواد تصنيع مجاري الهواء (Duct material)

ان المواد التي يمكن استعمالها لتصنيع مجاري الهواء يجب ان تتناسب مع النوع المستعمل فإما ان تكون من صفائح الحديد المغلون او الالمنيوم او الحديد المقاوم للصدأ او مواد مسبقة العزل (Pre-insulated ducting system).

11-2/1 تنصيب مجاري الهواء واسنادها (Duct installation and support)

11-1/2/1 تنصيب المجاري (Duct installation)

يجب تجهيز وتنصيب مجاري توزيع الهواء بالاحجام والمواقع كما هو مبين في المخططات. وعلى المقاول الالتزام بالامور التالية:

- تصنيع مناطق الانحناء في المجاري بحيث لا يقل نصف قطر التكور للخط المركزي عن عرض المجرى. ويراعى ان يكون تحول مقاسه او شكل المجرى مستدقاً بتدرج بميل مفضل هو 1 الى 7 ، وعلى ان لا يقل الميل عن 1 الى 4.

- يجب ان تكون مناطق توصيل المجاري ناعمة في سطوحها الداخلية ومغطاة بمادة تحشية مناسبة (كأن تكون معجون اوكسيد الخارصين او مواد احكام اخرى) لمنع تسرب الهواء.

- يجب اسناد المجرى بواسطة حمالات مصنوعة من حديد الزاوية او اشرطة الحديد المغلون التي تضمن عدم انحناء او تدَلي المجرى. ويجب ربط حديد الزاوية بقضبان حديد مربوطة بسقف المبنى.

ويجب ان تكون المسافات بين المساند بما لا يزيد على 2.5 م وعند كل نقطة تغيير في اتجاه المجرى.

- تشمل مجاري الهواء على مخمدات الحريق وحمالات الاسناد والوصلات المرنة.

- يجب ان تكون جميع مجاري الهواء ملائمة لمتطلبات دليل ASHRAE.

- يجب أن تصنع المجاري من صفائح الحديد المغلون وذات قيم السمك التالية:

- سمك 0.7 ملم عندما يكون البعد الاكبر في المجرى 60سم فمادون.
- سمك 0.8ملم عندما يكون البعد الاكبر 61 سم الى 100سم.
- سمك 1ملم عندما يكون البعد الاكبر 101 سم الى 225سم.
- سمك 1.2ملم عندما يكون البعد الاكبر 227سم الى 300سم.

- يجب استعمال قماش القنب من النوع السميك ومزدوج الطبقة او مايعادله للتوصيل بين مناولات الهواء والمجرى الرئيس، ولايقل عرض الوصلة عن 20سم.

- يجب تجهيز وتنصيب مخمدات الحريق مع الرباطات والعتلات وعدد الضبط الربعية او ضبطها في اي موضع مطلوب. يجب ان تكون مخمدات الحريق والعدد العاملة معها ذات متانة كافية وسهولة في التعامل وامكانية الوصول اليها من خلال المخمدات التي تفتح في المجاري. يجب تجهيز جميع مخمدات الحريق بمؤشر يبين موضع البداية عند كل الاوقات.

- يجب تنصيب مخمدات الحريق عند كل تفرع مبين في المخططات يتناسب مع مقاسه التوصيلة سواء كانت السيطرة وموازنة المنظومة مطلوبة ام لا. يمكن ان تكون مخمدات الحريق ذات الطراز المنفصل (Split) او الفراشة (Butterfly) او زعنفي (Louver) وكما هو مطلوب في المخططات او المواصفات. وتكون هذه المخمدات مصنوعة من الحديد المغلون وذات اشكال انسيابية.

- تصنع مخمدات التفتيش من الحديد المغلون وبمتانة كافية، معلقة بشكل جيد وذات آلية قفل. ويجب أن تكون مجهزة بمادة احكام لدائنية (PVC) مقاومة للحرارة العالية.

- يجب موازنة منظومة توزيع الهواء بالكامل لضمان تجهيز فضاءات وغرف المبنى بكميات الهواء المناسبة لظروفها. كما يجب اعداد سجل بالموازنة النهائية بكميات الهواء المجهزة من كل منافذ هواء المنظومة وتسليمه للمهندس المقيم وكما هو مبين في الملاحق.

- يجب ان تكون اعداد وقياسات الزعانف كما ذكرت في الفصل السادس من الجزء الثاني لكتاب تصاميم كارير (Carrier).

- تطبق جميع المواصفات المذكورة آنفاً على مجاري سحب الهواء (return) والتفريغ (exhaust) والهواء النقي (fresh air)، حيثما كان ذلك مناسبا.

- يجب تجهيز مجرى للهواء النقي مع كل مناولة هواء بابعاد مساوية الى فتحة الهواء النقي في صندوق الخلط، مع فتحات بشفرات سمكها 1 ملم (قياس 20) للحماية ضد المطر، وشبكة معدنية من اسلاك بقطر 1.6 ملم (قياس 16). يجب ان يصنع المجرى من صفائح الحديد المغلون بسمك 0.8 ملم (قياس 22) مع مرشحات يمكن ازالتها بسهولة لغرض التنظيف.

11-2/2/1 الحمالات والمساند (Hangers and supports)

- يجب اسناد منظومة مجاري الهواء ذات المقطع الدائري والمستطيل والبيضوي استنادا الى المواصفة "HVAC duct construction standards،2005 Metal and Flexible "، حيث يجب تنصيبها كما هو مطلوب لتحقيق الترصيف الصحيح. توضع مساند المجاري الافقية بمسافة لا تزيد على 60سم عن كل منعطف وبمسافة لاتزيد على 120سم عن كل تقاطع للتفرع. ويلاحظ ان لايزيد الحمل المسلط على اجزاء الحمالات المربوطة بهيكل البناية على ربع الحمل المسموح لهذه الاجزاء.

- تتألف مساند الحمالات من ثلاثة عناصر هي، الجزء العلوي المربوط في البناية والحمالة نفسها والجزء السفلي المربوط بالمجرى. وينبغي الالتزام بمعدلات الاحمال المنصوص عليها في بيانات الجهة المصنعة لمواد ومكونات الاسناد.

- تكون الحمالات عادة على شكل اشرطة من الحديد المغلون او من قضبان الحديد. تستعمل قضبان الحديد المدرفل على الحار الدائرية غير المطلية للحمالات عدا تلك التي تكون في اجواء مؤكسدة. وعندما تكون الحمالات معرضة للصدأ والتآكل ينبغي استعمال قضبان مغلونة بالطلاء الكهربائي مسننة على كامل طولها او قضبان مغلونة بالتغطيس الحار حيث تصبغ اسنانها بعد اكمال التنصيب.

- المسافات بين الحمالات: يمكن النظر الى قطعة مستقيمة من مجرى الهواء على انها دعامة ذات مقطع صندوقي ذي متانة محددة. تكون مناطق الاتصال في معظم التراكيب الانشائية هي الاضعف لذلك يلزم اسنادها في تلك المناطق.

اما في مجاري الهواء، فإن مناطق الاتصال تكون ذات متانة كافية لجعل المسافة بين الحمالات 2.5-3م حتى لو كان ضمن هذه المسافة عقدة واحدة او عقدتان للاتصال. ويراعى تقليص هذه المسافات عندما تكون المجاري عريضة جدا لتحديد جهد الحمالات ضمن الحد الآمن. وربما تتطلب هذه حمالات بينية لتفادي هطول الجزء العلوي من المجرى.

- مساند المجاري الشاقولية (Riser Support): تسند المجاري الشاقولية بمقاطع حديد الزاوية او حديد الساقية وتربط مع السطوح الجانبية للمجرى بواسطة اللحام او المسامير الملولبة او مسامير البرشام. وينبغي الانتباه عند التنفيذ الى ان المجاري التي يتجاوز عرضها 76سم ربما تتمزق فيها هذه الوصلات بسبب تحدد المجرى الناتج من ضغط الهواء داخل المجرى. تكون المسافات بين مساند المجاري الشاقولية اما بقدر طابق واحد او طابقين وبما يتناسب مع الحمل المسلط.

هناك طريقة اخرى لاسناد المجاري الشاقولية وهي بواسطة تسليح او تعضيد المجرى، حيث يمكن نقل الحمل لمسند المجرى بواسطة مقاطع حديد الزاوية او قضبان الحديد الدائرية.

11-3/1 الملحقات المصنعة (Sheet metal accessories)

11-1/3/1 المخمدات المنفصلة (Splitter dampers)

تجهز المخمدات المنفصلة عند كل تفرع لمجرى رئيس وبحسب ماهو مبين على المخططات، وتكون هذه المخمدات من صفائح الحديد المغلون ذي سمك 1.6ملم ومربوطة بذراع تحكم مربع المقطع، وعلى ان تكون حافاتها مؤطرة باللباد، واذا كان ذراع التحكم ظاهراً ضمن انهاءات البناء فيجب ان يطلى بالنيكل، اما اذا كان المجرى مخفياً خلف كساء الجص فيجب ان يمتد الذراع ليظهر على سطح الكساء.

11-2/3/1 الجنيحات الدوارة (Turning vanes)

تستعمل جنيحات جاهزة الصنع في جميع الاماكن المبينة على المخططات وتثبت بشكل مضبوط في اماكنها. تستعمل جنيحات ذات النوع سهل القطع لتلائم الاستعمال وعلى ان لاتزيد خسائر الضغط فيها على 20% من الضغط الديناميكي.

لا تقبل الجنيحات المصنعة محليا من قبل المقاول. عند تنصيب جنيحات دوارة في تفرغات المجاري التي تنعطف بزاوية 90 درجة وبعرض مجرى متساوٍ على كلا الجانبين يجب ان يكون طول ذراع الجنيح مساويا لعرض المجرى مضروبا في 1.4 وطول الجنيح مساويا لارتفاع المجرى.

11-1/3/3 كاتمات صوت مجاري الهواء (Duct silencer)

11-1/3/3/1 النوع (Type)

تستعمل كاتمات صوت مستطيلة او دائرية المقطع من النوع الملائم للاشتغال في اعمال مجاري الضغط الواطئ.

11-1/3/3/2 عام (General)

يجب السيطرة على مستوى الضوضاء في مجاري دافعات الهواء باستعمال كاتمات صوت جاهزة الصنع. حيث يجب تصنيع هذه الكاتمات من قبل الشركة المجهزة للمنظومة في مصانعها وتحت سيطرتها النوعية.

11-1/3/3/3 المواد المستعملة (Material)

تصنع اغلفة الكاتمات من الصفيح المغلون قياس 20 وبسمك 1ملم. تحشى ثنيات القفل بمادة الماستك. يكون الترتيب الداخلي للكاتمات مستقيماً، والممرات فيه ذات ابعاد دقيقة لضمان الاداء المتجانس لكامل اجزاء الكاتمة. يجب وضع وصلة مشفهة(فلنجة) من الحديد المغلون بسمك 40 ملم لربطها مع مجاري الهواء. وعندما تكون قياسات المقطع العرضي للكاتمات مختلفة عن قياسات المجاري فعلى المقاول ان يجهز مقاطع تحويل مناسبة. تكون حواجز الصوت بعرض200ملم وعلى شكل الحرف U والعازل من الفيبركلاس كثافة 64كغم/م^3 وسمك 25ملم ومغلفة بمادة غير قابلة للاحتراق والتآكل ومغطاة بشبكة او صفيحة مثقبة من الحديد المغلون.

11-1/3/3/4 المستويات المطلوبة لإخماد الضوضاء (Attenuation levels required)

يجب ان يكون مستوى اخماد الصوت للكاتمات بما يقابل 30 NC. حيث يبين مستوى NC ضغط الصوت عند تردد 2000 د/ثا.

11-1/3/3/5 نقصان الضغط (Pressure drop)

يجب ان لايزيد مقدار نقصان ضغط الهواء في الكاتمات على 6.5 ملم من عمود الماء.

11-1/3/3/6 فتحات الضغط (Pressure taps)

تجهز الكاتمات بفتحات لقياس الضغط مع اغطيتها عند مدخل ومخرج كل كاتمة. وتجهز كل فتحة ضغط بعلامة لتبين موقع قياس الضغط.

11-1/3/4 مخمدات الحريق (Fire dampers)

على المقاول تنصيب مخمدة حريق في مجاري التهوية والتكييف عند كل نقطة يمر بها المجرى تمثل حاجزا للحريق في المبنى، وعند النقاط التي يخترق بها المجرى الطوابق والجدران وجميع النقاط المؤشرة على المخططات.

يجب ان تتوافر المواصفات التالية في مخمدات الحريق المستعملة:

- يسيطر على المخمدات آلياً بحيث تغلق المجرى عند ارتفاعْ الحرارة فوق 68°مئوية.
- يجب ان تعمل المخمدات على اخماد الحريق بان تحجب الهواء عن الحركة في المجرى عندما تكون مغلقة.
- يجب ان تبقى المخمدات مغلقة طيلة مدة بقاء الحريق.
- تكون المخمدات مقاومة للصدأ او التآكل.
- تنصب المخمدات استنادا الى المواصفات التي صُدق عليها والى تعليمات الجهة المصنعة لها.
- يجب تهيئة فتحات تفتيش مناسبة (Hand hole) في المجاري ومجهزة بأغطية محكمة لأغراض الفحص والصيانة.
- يجب ان تكون المخمدة ذات مواصفة قياسية للصمود امام الحريق مدة ساعة ونصف الساعة.

تكون المخمدات ذات مواصفات حاصلة على شهادة Fire Resistance Index (UL-1974) وتكون عملية الغلق التلقائي فيها استنادا لعمل وصلة انصهار (Fusible link) مصدقة. وعلى المقاول تقديم المخططات والمواصفات التفصيلية لمخمدات الحريق لدائرة المهندس المقيم لتصديقها قبل بدء العمل.

11-4/1 منافذ الهواء (Air outlets)

– على المقاول تجهيز وتنصيب منافذ تجهيز وسحب وتفريغ الهواء من انواع الشباك والناشرة والمزعنفات بالأشكال والقياسات والمواضع المبينة في المخططات، وبحسب مايلي:

– تجهز منافذ هواء بحيث تهيئ مساقطها الشاقولية الراحة والتهوية لشاغلي الفضاء. تحدد المساقط الشاقولية لسرعة هواء دون سرعة هواء التنفس الطبيعي (0.25 م/ثا) وذلك للسماح لتيارات الحمل الحرارية المحيطة بالشاغلين لطرد ملوثات التنفس خارج الحيز المسكون. حيث يولد هذا التأثير مستوى من تركيز غاز ثنائي اوكسيد الكاربون يماثل الغرف ذات نظام توزيع الهواء الطبقي. اما اذا كانت سرعة الهواء اكبر من ذلك فسيولد هذا نظام توزيع هواء ممزوج نتيجة لكبح تيارات الحمل الحراري.

– يجب احكام جميع منافذ الهواء بحشوة المطاط الاسفنجي عند الحافات لمنع تسرب الهواء.

– يجب نشر الهواء من المنافذ بسرعة لاتزيد على 0.25 م/ثا في الاماكن المسكونة. ويعرف الحيز المسكون على انه الحيز الكائن بين مستوى ارضية الفضاء والمستوى الافقي الذي يرتفع عن الارض بمسافة 1.8م.

11-1/4/1 موزعات (ناشرات) الهواء (Air diffusers)

تولد الموزعات (الناشرات) عادة تيارات هوائية شعاعية او اتجاهية. وتكون التيارات في الغالب موازية للسطوح الحاملة لهذه الموزعات اذا كانت مثبتة في السقف. ويمكن استعمال موزعات (ناشرات) مجهزة بموجهات هواء متحركة، عندها يمكن جعل اتجاه التيار عمودياً على سطح الناشرة. تتألف الموزعة (الناشرة) عادة من غلاف خارجي والذي يحتوي على طوق مجرى الهواء وموجهات داخلية للهواء وهذه ستحدد طريقة أداء الموزعة (الناشرة) بما في ذلك شكل واتجاه تيارات الهواء.

يجب ان تعمل الموزعة (الناشرة) على توزيع ومزج الهواء معا. حيث تكون عملية توزيع الهواء بدون وجود عائق لغاية مستوى 1.8م فوق مستوى ارضية الفضاء. كما ينبغي ان توزع كمية الهواء المطلوبة بمستوى ضوضاء لايتجاوز35 NC متضمنا مقدار اخماد الضوضاء داخل الغرفة. كما تعمل الموزعة على مزج هواء الغرفة مع الهواء المجهز لتتحقق معادلة درجة حرارة الغرفة ومنع تكون الجيوب الهوائية.

تجهز كل موزعة هواء بخانقة اخماد في عنقها وتنظيم لموازنة كمية الهواء المجهزة، ذلك بالإضافة الى موجهات الموازنة مع الاغطية المخروطية وأذرع السيطرة. يفترض في الموزعة ان لاتكون بارزة عن السقف بشكل مبالغ فيه.

تربط التراكيب الداخلية لموزعة الهواء مع التراكيب الخارجية بواسطة اقفال نابضية تسمح بعمليات التركيب والتفكيك بدون الحاجة الى استعمال العدد اليدوية. تكون الموزعة قابلة للتحكم وتصنع من معدن الالمنيوم المعالج بالطريقة الانودية. تستعمل الناشرات المصدقة من قبل دائرة المهندس المقيم فقط. يمكن استعمال ناشرات قياسية تجمع من تراكيب قياسية مربعة او مستطيلة متدرجة القياسات. يفترض ان تحقق الموزعة السيطرة على كمية الهواء المجهز بكمية ضمن حدود من صفر الى 100% وذلك بتنظيم فتحات التحكم بكمية الهواء فيها.

11-1/4/2 الموزعات (الناشرات) الخطية (Linear Diffuser)

تستعمل موزعات خطية حيثما وجدت على المخططات، وتصنع من مقاطع الالمنيوم المبثوق ذات السطوح المؤكسدة. وتكون الموزعات قابلة للتحكم في اتجاه الهواء المجهز افقيا وعموديا. ويساعد في ذلك امكانية التحكم بجنيحات الموزعة لاختيار اي موضع بيني. كما يمكن استعمال الموزعات متعددة المنافذ لتحقيق كميات الهواء المطلوبة على ان لايزيد مستوى الضوضاء فيها على 35 NC متضمنا تأثير الاخماد في الغرفة. على المقاول تقديم كافة المواصفات الفنية لموزعات بضمنها بيانات الضوضاء لدائرة المهندس المقيم قبل طلبها من المجهز.

11-1/4/3 الموزعات (الناشرات) المربعة او المستطيلة (Square air diffusers)

يتألف هذا النوع من الموزعات من واجهة مصنوعة من مقاطع الالمنيوم مكتملة مع صندوق الواجهة (plenum). يجهز الصندوق بشبكة توزيع هواء مصنوعة خصيصا لضمان توزيع الهواء بشكل متجانس على اقسام الموزعة. تصنع الشبكة من مجموعة قضبان قابلة للتنظيم ضمن اطار خاص يربط مع طوق عنق مجرى الهواء.

يجهز صندوق الموزعة بحمالات مثبتة على سطوحه الخارجية لتساعد في عملية التركيب الجانبي. تجهز الموزعة بزعنفة ثابتة لتوجيه الهواء بالاتجاه الافقي وتثبت هذه الزعنفة بمسمار لولبي واطار ثانوي. وتجهز واجهة الموزعة بزعنفة مقابلة تنظم كمية الهواء ويمكن السيطرة على وضعيتها من خلال واجهة الموزعة. يجهز صندوق الموزعة استنادا الى القياسات المدرجة في جدول الكميات وكما هو مبين في المخططات.

11-4/4/1 موزعات (ناشرات) سحب الهواء الخطية (Return air linear diffusers)

وتكون هذه مشابهة للموزعات الخطية الموصوفة في الفقرة(11-2/4/1) عدا حذف قابلية توجيه الهواء بالاتجاهين الشاقولي والافقي بواسطة قضبان افقية وشاقولية مرتبة على واجهة المشبَك يمكن تنظيمها كلاً على انفراد. يجهز المشبَك بخانقة اخماد معاكسة يمكن تحريكها بواسطة مفتاح غير ثابت من خلال واجهة المشبَك. يكون عرض كل قضيب 20ملم ، وترتب بمسافات بين المراكز قدرها 20ملم في كلا الاتجاهين الافقي والشاقولي.

11-5/4/1 مشبكات تجهيز الهواء (Supply air registers)

تكون هذه المشبكات ذات قابلية توجيه الهواء بالاتجاهين الشاقولي والافقي بواسطة قضبان افقية وشاقولية مرتبة على واجهة المشبك يمكن تنظيمها كلاً على انفراد. يجهز المشبك بخانقة اخماد معاكسة يمكن تحريكها بواسطة مفتاح غير ثابت من خلال واجهة المشبك. يكون عرض كل قضيب 20ملم وترتب بمسافات بين المراكز قدرها 20ملم في كلا الاتجاهين الافقي والشاقولي.

11-6/4/1 مشبكات سحب وتفريغ الهواء (Return and exhaust air grilles)

تكون هذه المشبكات مشابهة لما وصف في(11-5/4/1) باستثناء عدم وجود القضبان الشاقولية. يصنع المشبك من الالمنيوم مع إطار لا يقل عرضه عن 32ملم وبسمك 1.3ملم. تكون القضبان الافقية منظمة بزاوية °35 الى الاسفل عندما يثبت المشبك على ارتفاع تحت 1.5م وبزاوية 35 درجة الى الاعلى عندما يثبت المشبك على ارتفاع فوق 1.5م عن الارضية. يجهز المشبك بحشوة لينة مستمرة من المطاط توضع بين الاطار الخارجي وسطح جدار البناية المثبت به المشبك. يفترض ان تكون المساحة الحرة لحركة الهواء من خلال المشبك لاتقل نسبتها عن 70% من المساحة الكلية.

11-7/4/1 شبابيك الابواب (Door grilles)

تصنع هذه النوافذ من الالمنيوم او من نفس مادة الباب بمقاطع مقلوبة تتخللها فتحات لايمكن نفاذ الضوء او الرؤية من خلالها. تجهيز النوافذ المصنعة بإطار من الجهة المعاكسة من الباب. تستعمل هذه النوافذ لتفريغ او لسحب الهواء من الغرفة وكما هو مبين في المخططات. تكون نسبة المساحة الحرة في الشباك65%- 75% او اكثر.

11-8/4/1 مداخل الهواء النقي (Fresh air intakes)

تكون مداخل الهواء على شكل مزعنفات (Louver) ملائمة للأجواء الخارجية العاصفة. تصنع الزعانف من الالمنيوم ومجهزة بشبكات اقفاص الطيور المغلونة ذات فتحات قدرها 15ملم على الواجهة الخارجية منها ومصفيات هواء دائمية على الواجهة الداخلية. تنصب المزعنفات لتكون سهلة الوصول اليها لاغراض فصلها وتنظيفها. يجب تجهيز جميع مناولات الهواء بهذا النوع من مداخل الهواء على ان لاتزيد سرعة الهواء خلالها على 1.75م/ثا.

11-1/4/9 مزعنفات تفريغ الهواء (Exhaust air louvers)

تكون هذه المزعنفات مشابهة في تركيبها لمداخل الهواء الموصوفة في الفقرة(11-1/4/8) عدا احتوائها على خوانق منع سحب الهواء (Back Draught Dampers) ذات مقدار خسارة ضغط واطئة وشبكة ناعمة لمنع دخول الحشرات بدل مصفيات الهواء. وتكون هذه المزعنفات مقاومة للظروف الجوية والمطر.

11-1/5 مخمدات الحريق المعاكسة (Opposed blade dampers)

تجهز هذه المخمدات مع كل من مشبكات تجهيز وسحب وتفريغ الهواء. لايزيد بعد المخمدة الافقي على 500ملم، واذا زاد عن هذا القياس فيجب ان تجهز هذه المخمدات بقسمين مستقلين عن بعضهما.

مراجع الباب 11

[1]- "*Air Distribution Basics for Residential and Small Commercial Buildings*"، 1st ed. ACCA Manual T، (2002).

[2]- "*Test Code for Grilles، Registers and Diffusers*"، ADC 1062: GRD-84، (1965).

[3]- "*Method of Testing the Performance of Air Outlets and Inlets*"، ANSI/ASHRAE 70، (2006).

[4]- "*Method of Testing for Room Air Diffusion*"، ANSI/ASHRAE 113، (2005).

[5]- "*Ducted Electric Heat Guide for Air Handling Systems*"، SMACNA 2nd ed.، (1994).

[6]- "*Factory-Made Air Ducts and Air Connectors*"، ANSI/UL 181، (2005).

[7]- "*Construction Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice*"، ACGIH 26th ed.، (2007).

[8]- "*Preferred Metric Sizes for Flat، Round، Square، Rectangular، and Hexagonal Metal Products*"، ASME B32.100، (2005).

[9]- "*Sheet Metal Welding Code*"، AWS D9.1M/D9.1، (2006).

[10]- "*Fibrous Glass Duct Construction Standards*"، NAIMA AH116 5th ed.، (2007).

[11]- "*Residential Fibrous Glass Duct Construction Standards*"، NAIMA AH119)- 3rd ed.، (2008).

[12]- "*Thermoplastic Duct (PVC) Construction Manual*"، SMACNA 2nd ed.، (1995).

[13]- "*Accepted Industry Practices for Sheet Metal Lagging*"، 1st ed.، SMACNA، (2002).

[14]- "*Fibrous Glass Duct Construction Standards*"، SMACNA 7th ed.، (2003).

[15]- "*HVAC Duct Construction Standards، Metal and Flexible*"، SMACNA 3rd ed.، (2005).

[16]- "*Rectangular Industrial Duct Construction Standards*"، SMACNA 2nd ed. (2004).

[17]- "*Industrial Round Industrial Duct Construction Standards*"، SMACNA 2nd ed. (1999).

[18]- "*Rectangular Industrial Duct Construction Standards*"، SMACNA 2nd ed.، (2004).

[19]-"*Installation Flexible Duct Performance and Installation Standards*"، ADC-14th ed.،(2002).

[20]- "*Installation of Air Conditioning and Ventilating Systems*"، NFPA 90A، (2005).

[21] "*System and design manual، carrier*"، (1972).

الباب 12
مرشحات الهواء (Air filters)

12-1 مرشحات الهواء (فكرة عامة) (Air filters) (General)

يجب استعمال المرشحات للهواء الخارجي والهواء الراجع، ويجب ان تفحص استنادا الى مواصفة ASHRAE القياسية المرقمة 52-75.

12-1/1 انواع مرشحات الهواء (Types of air filters)

12-1/1/1 المرشحات الجافة القابلة للتنظيف (Dry type washable panel filters)

تكون هذه المرشحات معدنية، مصنوعة من الحديد المغلون وتصمم لتحقيق اقصى مقاومة للامساك بذرات الغبار الكبيرة. تصنع مادة الترشيح من طبقات متعددة من الاسلاك المعدنية المجعدة والمموجة وصفائح الحديد المغلون لتحقيق مساحة ترشيح واسعة، ويكون هذا التركيب داخل هيكل من الحديد المغلون السميك القادر على تحمل الصدمات وسوء الاستعمال. يمتاز المرشح الجاف القابل للتنظيف بان اقصى سرعة هواء من خلاله تكون 2.5م/ثا مع خسارة ابتدائية في الضغط لاتزيد على 25 نت/م2 ومعدل مكوث قدره 75%. يمكن استعمال هذا النوع من المرشحات لتكون مرشحات ابتدائية او مرشحات عالية الفعالية.

12-1/1/2 مرشحات الشحم القابلة للغسل (Grease type washable filters)

تكون هذه المرشحات دائمية يمكن غسلها وملائمة للاستعمال الشديد (Heavy duty). يصنع المرشح من طبقات من الالمنيوم المجعدة والمرتبة بشكل متناسق لتكون اعدادا كبيرة من الحواجز التي تحتجز الشحوم كما تهيئ جرياناً متجانساً للهواء من خلالها. يحتضن هذا التركيب اطار من الالمنيوم السميك او الحديد المغلون القادر على تحمل الصدمات وسوء الاستعمال.

يستعمل هذا النوع من المرشحات في المطابخ التجارية والفنادق ومطاعم المؤسسات العامة وذلك لتقليل اخطار الحريق واطالة عمر مفرغات الهواء والمحركات الكهربائية والاجزاء الميكانيكية الاخرى في المطبخ.

12-1/1/3 المرشحات ذات الالواح المؤقتة والاطر الدائمية

(Disposable panel filters with permanent frame)

يصنع هذا النوع من المرشحات من اطار من الالمنيوم او الحديد المغلون مع اجزاء الاحكام وتراكيب ربط سريعة التفكيك (Quick release fasteners) لتسهيل وتسريع عملية تبديل الواح الترشيح. تستعمل شبكة اسلاك (grid) لاسناد وسط الترشيح على ان لاتقل المساحة الفعلية للوح عن 96%. يصنع وسط الترشيح من الالياف الزجاجية حيث يكون سمك اللوح 50 ملم، ويكون قابلا للاشتغال بسرعة هواء متغيرة تصل الى 2.5م/ثا بدون التأثير سلبا على الفعالية ولا يتجاوز هبوط الضغط الابتدائي 50 باسكال والنهائي المفضل هو 125 باسكال. يجب ان يكون وسط الترشيح ذا فعالية ترشيح وزنية تتراوح بين

75-80% بحسب مواصفة ASHRAE 52-76 للفحص القياسي. يمكن استعمال هذا النوع من المرشحات كمرشح ابتدائي يعمل مع المرشحات عالية الفعالية.

12-1/1/4 المرشحات ذات الالواح المؤقتة (Disposable panel filters)

يتكون هذه المرشح من خيوط مستمرة من الالياف الزجاجية وتبنى بحيث تكون كثافتها متدرجة. يصمم لوح الترشيح بحيث تصغر اقطار الاسلاك وتكون حياكتها اكثر تماسكا وبشكل تدريجي من نقطة دخول الهواء الى المرشح حتى نقطة خروجه منه.

يسهل هذا النوع من البناء عملية تغلغل ذرات الشحوم الى عمق المرشح وذلك لاستغلال كامل العمق للترشيح. تركب ماسكات معدنية على جانبي لوح الترشيح لاسناده عند ازدياد مقاومته لجريان الهواء نتيجة لاتساخه. تحتضن الواح الترشيح والماسكات داخل إطار من الخشب المضغوط المتين لتحقيق الاداء الجيد. يكون اقل سمك مقبول للوح الترشيح 50ملم. ويكون حجم المرشح بحيث لا تتجاوز سرعة الهواء فيه 2.5م/ثا وخسارة ضغط ابتدائية لاتزيد على 50 نت/م2 ومعدل مكوث بين 75-80%. يمكن استعمال هذا النوع من المرشحات اما كمرشحات ابتدائية او مرشحات عالية الفعالية.

12-1/1/5 المرشحات المؤقتة ذات السطوح الواسعة (Disposable plated panel filters)

تكون هذه المرشحات من النوع المؤقت، متوسطة الفعالية وذات صفائح مطَواة على شكل ثنيات لزيادة مساحتها السطحية. يفترض ان يكون تصميم هذه المرشحات لتحقيق اداء أفضل وعمر خدمة اطول من المرشحات التقليدية. يمكن استعمال هذه المرشحات كمرشحات رئيسة او كمرشحات ابتدائية من الانواع عالية الفعالية. تصنع هذه المرشحات بسمك 50 ملم او 100ملم وبحسب مواصفات المرشحات المدرجة في وثائق المشروع. يتألف المرشح من الحشوة ذات الصفائح المطواة يحتضنها إطار من الخشب المضغوط المتين. تجهز وحدة الترشيح بماسكات معدنية لتثبيت الصفائح من داخل الإطار وعلى جانبيه لإسنادها عند ازدياد المقاومة بسبب حركة الهواء، ويفترض ان يشكل هذا التركيب كتلة واحدة متماسكة. تقوى هذه الكتلة بشبكة من الاسلاك للحفاظ على تجانس شكل الصفائح المطواة وضمان معدل جريان هوائي واحتجاز لذرات الغبار مناسبين لسرعة الهواء المطلوبة خلال المرشح. يجب ان يحقق المرشح فعالية فحص بقعة الغبار معدلها 25 الى 30% عند فحصه استنادا الى مواصفة ASHRAE 52-76 ومعدل احتجاز للغبار لايقل عن 90% وبمعدل خسارة ضغط مقدارها 75 نت/م2 وخسارة نهائية مقدارها 200نت/م2 عند سرعة هواء 2.5م/ثا وذلك للمرشحات بسمك 50ملم.

12-1/1/6 المرشحات الكيسية (Bag filters)

تكون هذه المرشحات جافة وعلى شكل جيوب واسعة المساحة السطحية، وتتألف من اطار مصنوع من الالمنيوم (قياس 14) او من الحديد المغلون (قياس 16) ووحدات ترشيح قابلة للاستبدال. يجب ان تكون الاطر ذات ثقوب تسهل عملية تجميع المرشحات على شكل مصفوفات تنصب لاغراض العمل عند مداخل الهواء. تجهز أُطر المرشحات بحشوات مقاومة للحرارة وماسكات دوارة متينة ذات نوابض توضع عند اركان الاطار لضغط المرشح بقوة كافية على الحشوة.

يجب ان يصنع المرشح من مقاطع معدنية متينة تقاوم الصدأ تربط بها جيوب الترشيح. تصنع اكياس الترشيح من الالياف الزجاجية عالية النعومة مسندة من جهة خروج الهواء بسرعة مرور هواء 2.5م/ثا. تتوافر المرشحات الكيسية بفعاليات عمل مختلفة، ويجب تحديد الفعالية المطلوبة في وثائق المشروع. يبين الجدول (12-1/1) خسائر الضغط الابتدائية والنهائية لحدود متعددة من الفعاليات المختلفة.

الجدول 12-1/1: خسائر الضغط لفعاليات مختلفة

خسائر الضغط النهائية المفضلة لا تزيد على (باسكال)	خسائر الضغط الابتدائية المسموح بها لاتزيد على (باسكال)	فعالية بقعة الغبار اعتمادا على مواصفة ASHRAE 52-76
250	75	40-45
300	87	50-55
300	100	60-6
300	112	80-95
300	162	90-95

12-1/1-7 المرشحات الصندوقية عالية الفعالية (High efficiency box filters)

يجب ان تكون هذه المرشحات عالية الفعالية ولاتقل عن 95% عند فحصها بطريقة (DOP). يتألف المرشح من اطار يحتضن عناصر الترشيح المطواة باحكام داخل الاطار. يصنع الاطار من الالمنيوم السميك او من صفائح الحديد المغلون كهربائيا اما عناصر الترشيح فتصنع من رقائق الالياف الزجاجية عالي المتانة والمقاوم للبلل بالماء.

تثبت عناصر الترشيح بشكل مفتوح بواسطة فواصل من الالمنيوم ذات الحافات المنعمة الامينة. تجهز المرشحات بحشوات من النيوبرين او الالياف الزجاجية او صمغ السيليكون او السيراميك تحدد بحسب متطلبات درجة الحرارة وتحشر بين عناصر الترشيح والاطار. يجب ان لايتجاوز هبوط الضغط الابتدائي قيمة 250 باسكال، اما هبوط الضغط النهائي المفضل فيجب ان لايتجاوز 500 باسكال عند سرعة هواء سطحية مقدارها 2.5 م/ثا.

12-1/1-8 المرشحات الدوارة آليا (Automatic roll type filters)

تكون المرشحات الدوارة اما شاقولية او افقية. يتألف المرشح من غشاء الترشيح الدوار وصندوق التدوير والمحرك. يصنع الغشاء من الالياف الزجاجية المقواة بخيوط من الزجاج وتكبس على القلب الفولاذي المغزلي بواسطة صفائح الحديد المغلون.

تصمم قاعدة المرشح بحيث تكون محكمة لمنع مرور اي كمية من الهواء من اي منفذ غير المرشح. يصنع صندوق التدوير من الالمنيوم او الحديد المغلون ويحتضن كلا قسمي غشاء الترشيح النظيف والمتسخ كما يضمن عدم تنصيب الغشاء بشكل مقلوب.

يجب ان يكون محرك التدوير جاهز الصنع والتسليك الكهربائي مع المسنن والسلسلة. تتكون منظومة السيطرة على المحرك من مسيطر الضغط الستاتيكي القابل للتعيير او جهاز توقيت قابل للتنظيم مع امكانية التداخل اليدوي. يعشق عمل منظومة السيطرة مع محرك مروحة الهواء بآلية تعشيق كهربائية (باستعمال مرحل Relay).

يجب ان لايقل طول غشاء الترشيح عن 19 م وسمكه 62.5 ملم ويعمل بسرعة هواء سطحية مقدارها 2.5 م/ثا وبمقاومة ابتدائية لا تقل عن 45 باسكال وبمعدل احتجاز للغبار 80-85% بحسب مواصفة ASHRAE(1992- 52.1).

12-1/1/9 مرشحات الكاربون المنشط (Activated carbon filters)

تستعمل مرشحات الكاربون المنشط لامتصاص ملوثات الجو الغازية والروائح الكريهة من الهواء الداخل او تخليص الهواء المفرغ من الروائح الكريهة والمواد الضارة.

تصمم هذه المرشحات لتلائم التنصيب في مجاري الهواء او الجدران، وتكون بأشكال اسطوانية او الواح وكما هو مطلوب في وثائق المشروع. يكون وسط الترشيح من الكاربون المنشط اما الحاوية فتصنع من الفولاذ المقاوم للصدأ.

12-1/1/10 مرشحات الرمل (فرازات القصور الذاتي) (inertia separator) (Sand filters)

يكون المرشح كوحدة متكاملة مجمعة مصنعيا، تتألف من خلية واحدة او عدة خلايا على شكل الحرف (V) تعمل بمبدأ القصور الذاتي ومن المجرى المتشعب الثانوي والحاضن المصنوع من الفولاذ المقاوم للصدأ من طراز (304). تجهز الوحدة بمروحة تصريف وتفريغ. تصنع وحدة المرشح من خلية واحدة او اكثر تربط مع بعضها بواسطة اللحام لتؤلف مصفوفة متعددة الصفوف وبالحجم المطلوب. تشكل صفائح الخلية التي تشبه الحرف (V) مساراً دورانياً لجريان الهواء ولتوجه الهواء نحو مخرج الهواء الطلق. يجب ان لاتقل فعالية المرشح عن 90% للغبار الخشن و78% للغبار الناعم عند فحصها على وفق المواصفة AFI، اما كمية الهواء المستهلكة في عملية طرد الغبار (Bleed off) فهي بحدود 10% ويجب ان لاتتجاوز خسارة الضغط بين مدخل المرشح ومخرجه عن 250 باسكال.

تستعمل مراوح للتفريغ من النوع الملائم للاشتغال الشديد وتعمل بالطرد المركزي وذات ريش مستقيمة شعاعية بمدخل واحد وعرض واحد. تدار المروحة بمحرك كهربائي مقفل ومعشق مع محور المروحة. تستعمل محركات كهربائية ذات قدرة على العمل بظروف درجة حرارة تصل الى 50° مئوية.

12-1/1/11 المرشحات عالية الفعالية (High efficiency filters)

يجب ان تجهز مناولات الهواء (اينما خصصت في وثائق العطاء) بمرشحات مطلقة (Absolute filters) اضافة الى المرشحات المذكورة آنفا. ويجب ان تكون هذه المرشحات مفحوصة ومصدقة على انها ذات فعالية لا تقل عن 95% عند فحصها بطريقة (DOP) اي بدخان مادة Dioctyl phthalate ذات حجم جزيئات 0.3 مايكرون. كما تمتلك فعالية لاتقل عن 95% عند الفحص بطريقة بقعة الغبار (Dust spot

(NBS. لاينبغي ان يتجاوز فرق الضغط على المرشحات النظيفة عن 10ملم من عمود الماء (100باسكال) في ظروف الاشتغال بالسعة المقدرة.

12-2/1 **غلاف مرشحات الهواء (Air filters housing)**

يجب ان يكون غلاف مرشح الهواء محكم الاغلاق ضد الغبار مصنوعاً من الحديد المغلون السميك، ومسلحاً بحديد الزاوية بطريقة مناسبة، ويحتوي على بوابات جانبية لاغراض الصيانة والتنظيف. يجب فحص غلاف المرشح بكامله تحت ضغط عمود هواء 75ملم (750 باسكال) وباستعمال فقاعات الصابون على جميع مناطق الاتصال وحشوات البوابات وحافات المرشح. يجب تركيب غلاف المرشح كجزء مكمل لمناولة الهواء وبطريقة تضمن أفضل ترشيح للهواء وافضل حماية للمرشح. يجب ان يعمل المرشح القابل للغسل المثبت في جهة سحب الهواء لمرشح ابتدائي لاحتجاز الدقائق من الهواء الملوث.

مراجع الباب 12

[1]- "*Comfort Air Quality and Efficiency by Design*", ACCA Manual RS, (2004).

[2]- "*Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice*", ACGIH 26th ed., (2007).

[3]- "*Air Cleaners*", ANSI/AHAM AC-1, (2006).

[4]- "*Residential Air Filter Equipment*", ARI 680, (2004).

[5]- "*Commercial and Industrial Air Filter Equipment*", ARI 850, (2004).

[6]- "*Agricultural Cab Engineering Control of Environmental Air Quality-Part 1: Definitions, Test Methods, and Safety Procedures*", ASABE ANSI/ASAE S525-1.2, (2003).

[7] "*Agricultural Cab Engineering Control of Environmental Air Quality- Part 2: Pesticide Vapor Filters-Test Procedure and Performance Criteria*", ASABE ANSI/ASAE S525-2, (2003).

[7]- "*Gravimetric and Dust-Spot Procedures for Testing Air-Cleaning Devices Used in General Ventilation for Removing Particulate Matter*", ANSI/ASHRAE 52.1, (1992).

[8]- "*Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size*', ASHRAE ANSI/ASHRAE 52.2, (2007).

الباب 13

عزل وتغليف المنظومات (Insulation and covering of equipment)

13-1 عزل وتغليف المنظومات (فكرة عامة) (Insulation and covering of equipment) (general)

- تجهز المواد العازلة لجميع الانابيب ومجاري الهواء وبقية اجزاء المنظومة التي تبعث الحرارة او تكتسبها من الجو المحيط او تسبب تكثيف الماء على سطوحها.

- يمنع عزل اي انبوب او مجرى او معدة قبل إكمال الفحوص المطلوبة عليها. وتغلق هذه الاجزاء بعد فحصها او التأكد من كونها محكمة بدون اي نضوح وتنظيفها بشكل جيد.

- يشترط بالاغلفة والعوازل المجهزة ان تكون جديدة وغير مفتوحة، وتجهز الى موقع العمل بعلب كرتونية مقفلة، حيث يجب ربطها في مواقعها بشكل مرتب ومشدود بقطع كاملة غير مكسرة (إلا عندما تتطلب وضعية العمل ذلك). يجب استعمال كافة المواد العازلة بحسب تعليمات وتوصيات الجهة المنتجة لها.

13-1/1 عزل انابيب ومنظومات الماء البارد والمكثف والحار

(Chilled, condensate and hot water piping and equipment insulation)

- تعزل الانابيب ذات قطر 50ملم فما دون بمقاطع الصوف الزجاجي المصبوب بكثافة لاتقل عن 64كغم/م^{3}وسمك 40ملم.

- تعزل الانابيب ذات قطر 65 ملم فما فوق بنفس المادة المذكورة آنفاً ومواصفاتها عدا السمك اذ يكون 50ملم.

- يجب تنصيب جميع الانابيب والصمامات والملحقات بحيث تكون مسافة الفراغ بينها وهي بكامل غلافها لاتقل عن 50ملم سواء كانت انابيب او غيرها من المكونات.

- يجب طلاء الانابيب قبل عزلها بطبقتين من الدهان مانع الصدأ ومن الانواع المعتمدة.

- يجب ان تكون جميع العوازل المصنعة من مادة الصوف الزجاجي المذكورة آنفاً مجهزة بغطاء حاجب للبخار. ويكون هذا الغطاء من ورق خاص (Kraft paper) مع شبكة تسليح من الياف الزجاج اضافة الى رقائق الالمنيوم بسمك 50 مايكرون.

- تغلف جميع الانابيب بعد العزل، عدا الانابيب المعزولة والتي تتعرض للحركة، بواقية حماية خاصة عند جميع مواضع الحمالات. وتصنع هذه الواقية من الحديد المغلون تمتد على جانبي الحمالة بمسافة تعادل قطر العازل في حين تحتضن الانبوب من اسفله وحتى مستوى خط المركز. يكون سمك واقية الحماية 1.6ملم.

- تعزل مصفيات الماء (Strainers) بطريقة تسمح برفع سلة التصفية من دون التداخل مع عازل كتلة المصفية.

- تعزل جميع الصمامات والملحقات ومضخات الماء البارد أو الساخن بنفس الطريقة وسمك العازل للانابيب المناظرة، على ان ينفذ عزل المضخات بطريقة تسمح برفعها من اماكنها من دون الاضرار بالعازل.

- عندما يتطلب ان تكون المنظومات المستعملة معزولة كما في المواصفات المذكورة آنفاً، يجب ان ينفذ العزل في المصانع المنتجة لتلك المكونات واستنادا الى توصيات المنتج وبحسب متطلبات وظائف تلك المكونات.

13-1/2 عزل مجاميع المراجل (Boiler connections insulation)

- تعزل جميع الاجزاء الخارجية للمرجل كالغلاف الخارجي وتوصيلات الماء والبخار والمدخنة (ان وجدت).

- تتكون عوازل المراجل من 85% من صوف اوكسيد المغنيسيوم المعدني وسيليكات الكالسيوم او الانواع الاخرى من المواد المعتمدة غير القابلة للاحتراق والملائمة لدرجات الحرارة العالية.

- يجب ان يكون العازل مشدودا بروابط معدنية او بالطرائق الاخرى المقترحة من الجهة المنتجة لها.ويكون سمك العازل 75ملم.

13-1/3 عزل الاغطية النهائية لمثلجات الماء (Chiller water boxes insulation)

- تعزل اغطية المثلجات بطبقة من المادة العازلة المقاومة للتلف. ويجب اختيار مادة العزل من بين تلك التي تتحمل الصدمات الميكانيكية.

- تغلف المادة العازلة بغلاف من مادة مقاومة للتلف.

- تجهز المادة العازلة بمانع مناسب للبخار.

13-1/4 عزل مجاري الهواء (Duct insulation)

- تعزل جميع مجاري تجهيز الهواء في البناية بطبقة سمكها 25ملم من الواح الصوف الزجاجي ذات كثافة لاتقل عن 24كغم/م^3. تعزل مجاري السحب المارة في المناطق غير المكيفة بنفس الاسلوب المبين آنفاً.

- يثبت العازل بشكل مضبوط ودقيق، وتوصل نهاياته المتقابلة بشكل جيد، ثم يربط محيطيا بأسلاك حديد مغلون بمسافات لا تقل عن 300ملم بين حلقات الربط. توضع مقاطع من حديد الزاوية المغلون قياس 50*50ملم عند زوايا المجرى فوق العازل وتربط بأسلاك الحديد المغلون.

- تغلف المجاري المعزولة المعرضة للجو الخارجي بعازل سمكه (50) ملم من الصوف الزجاجي بكثافة لا تزيد على 64 كغم/م^3 ثم تغلف بطبقة واقية من الحديد المغلون او الالمنيوم بسمك 0.6 ملم.

- تعزل جميع مجاري تجهيز الهواء المتصلة بمناولات الهواء بطبقة من مادة عازلة للحرارة كاتمة للصوت على السطح الداخلي ولمسافة 5م من المناولة. تكون هذه المادة على شكل بطانة لاتزيد كثافتها على 32كغم/م^{33} ويطلى سطحها بطبقة من مادة النيوبرين (Neoprene) المطعمة بصبغة سوداء سميكة

ومسلحة بنسبة 75% بمادة صمغية مناسبة. تستعمل مسامير ومشابك خاصة لربط طبقة العازل على المجرى. يجب احكام ربط وغلق جميع مناطق اتصال المجاري. ويكون سمك الطبقة العازلة 25ملم.

13-5/1 **عزل انابيب البخار(Steam pipe insulation)**

- تعزل جميع انابيب بخار الماء بطبقة سمكها 40ملم من مقاطع الصوف الزجاجي الصلب المغلف برقائق الالمنيوم بحيث لاتزيد كثافة العازل على 80كغم/م^3. تغطى طبقة العازل بصفائح من الالمنيوم الصقيل بسمك 0.75ملم. تستعمل واقيات كتلك الموصوفة في البند (13-1/1) لحماية العازل عند مناطق الحمالات.

- تعزل جميع المصفيات والصمامات والملحقات والاجزاء الحاملة للبخار الاخرى كما ذكر تفصيله آنفاً ويراعى اتخاذ التدابير المذكورة في البند (13-1/1).

مراجع الباب 13

[1]- "*Guidelines for Use of Thermal Insulation in Agricultural Buildings*", ASABE ANSI/ASAE S401.2, (2003).

[2]- "*Terminology Relating to Thermal Insulating Materials*", ASTM C168-05, (2009).

[3]-"*Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus*", ASTM C177-04, (2007).

[4]-"*Test Method for Steady-State Heat Transfer Properties of Horizontal Pipe Insulations*", ASTM C335-05, (2007).

[5]- "*Practice for Prefabrication and Field Fabrication of Thermal Insulating Fitting Covers for NPS Piping, Vessel Lagging, and Dished Head Segments*", ASTM C450, (2002).

[6]- "*Specification for Fibrous Glass Duct Lining Insulation (Thermal and Sound Absorbing Material)*", ASTM C1071, (2005).

الباب 14

منظومة تفريغ الهواء (Exhaust system)

14-1 منظومة تفريغ الهواء (فكرة عامة) (Exhaust system) (general)

1. يجب اختيار قياس مروحة التفريغ استنادا الى مواصفات الجهة المنتجة لها من ناحية مستوى الضوضاء وسعة التفريغ ومتطلبات الضغط الستاتيكي.

2. يجب ان تحدد ضمن المواصفات المطلوبة فيما اذا كانت اجزاء المنظومة التي هي على جهة دخول الهواء او خروجه او الجهتين تطلى بمادة تقاوم العوامل الكيميائية والتآكل.

3. لمراوح تجهيز الهواء والسحب والتفريغ يجب اختيار محركات المراوح التي هي بقدرة 0.37 كيلو واط (0.5 حصان) فما فوق، كما سيذكر لاحقاً، مع اضافة معامل احتياط للسماح بزيادة سرعة المروحة عند الضرورة.

4. تستعمل كمية الهواء المطلوبة والضغط الستاتيكي (اللذان يحسبان على اساس الارتفاع ودرجة الحرارة وتحديدات مدخل الهواء للمروحة ومتطلبات افراغ الهواء وتأثير متغيرات المنظومة) وذلك لاختيار مروحة معينة من منحنيات الاداء المجهزة من قبل المنتج بحيث تعمل المروحة ضمن حدود الاداء المستقر وبفعالية مقبولة مع ملاحظة سرعة عمل المروحة.

5. يضاف ما مقداره 10% وعلى ان لايتجاوز 19ملم من عمود الماء الى الضغط الستاتيكي المقدر. ثم يدقق ان يكون اداء المروحة مقبولا عند نفس سعة التفريغ، كما يلاحظ مقدار القدرة المطلوبة لمنع زيادة الحمل المؤشرة على المنحني.

6. يجب اختيار سرعة اخراج الهواء وسرعة حافة ريش المروحة لتحقيق الاشتغال الهادئ. حيث ان زيادة سرعة الهواء والضغط الستاتيكي يسببان ارتفاع صوت المروحة. يجب الموازنة بين الكلفة والحيز المطلوب مقابل الضوضاء والفعالية، ويساعد في ذلك مراجعة وثائق المنتج من اجل معرفة سرع اخراج الهواء وحافة ريش المروحة.

7. ان العامل الحاسم الذي يؤدي الى ضعف اداء المروحة هو التصميم الرديء لمدخلها، فربما يقلل سوء التصميم من سعة المروحة بنسبة 30% بدون ان يؤثر ذلك على القدرة الحصانية. كذلك فإن رداءة توصيلات مخرج المروحة يمكن ان تقلل من السعة.

8. يستعان بتوصيات الجمعية الوطنية لمقاولي التكييف والصفائح المعدنية (SMACNA) لأجل التعرف على تصاميم مجاري الهواء وتأثيراتها على ضعف اداء المراوح وارتفاع مستوى اصواتها.

9. يجب التأكد من ان مراوح التفريغ معزولة عن هيكل البناية.

10. تستعمل الوصلات المرنة لعزل المراوح عن مجاري الهواء الموصلة بها. كما يجب استعمال قنوات الاسلاك المرنة (Flexible conduit) لتوصيل القدرة الكهربائية لمحركات المراوح.

11. تستند مخططات اداء المراوح الى الظروف الجوية القياسية اي الهواء الجاف عند درجة حرارة 21 درجة مئوية ومستوى سطح البحر. لذا يجب الاخذ بنظر الاعتبار ظروف درجة الحرارة والضغط عند اشتغال المروحة بغير الظروف القياسية (مثل مراوح المطابخ التي تعمل في درجات حرارة عالية).

12. تستلزم التراكيب المضادة للانفجار (Explosion proof) استعمال آلات مضادة للانفجار كالمحركات والمفاتيح الكهربائية والاحزمة المقاومة للشحنة الستاتيكية وعجلات الالمنيوم غير المولدة للشرارات الكهربائية.

13. يجب ان تكون جميع المراوح قد خضعت لفحص الموازنة الستاتيكية والديناميكية من قبل المنتج، بحيث لا تتجاوز قيمة عدم الاتزان عن 1ملم للسعة المضاعفة وعند سرعة تعادل 125% من السرعة المقدرة.

14. يفضل استعمال المراوح ذات الارتباط المباشر بالمحرك ذي التردد المتغير كلما امكن ذلك تفاديا للخسارة والصيانة الملازمتين لاستعمال الاحزمة الناقلة للحركة (Drive belt).

15. تستعمل المراوح الطاردة المركزية من الصنف الذي يفي بمتطلبات تصميم المشروع على ان لاتقل عن الصنف Class II.

16. يجب ان تجهز المراوح ذات القدرة 37 كيلو واط (50 حصاناً) فما فوق بعجلات ذات خطوة ثابتة لكل من المحرك والمروحة.

17. تستعمل المراوح التي تعمل باداء جيد ضمن حدود المحدوديات الحرجة لكل من محور السوق وحمالات الدوران (Shaft and bearings).

18. تستعمل مراوح ذات سعات اضافية لمناولات الهواء التي تجهز فضاءات المختبرات لكلا الجانبين التجهيز والسحب.

19. المراوح المستعملة لمظلة الروائح والابخرة او مفرغات الهواء الملوث يجب ان تكون حمالات محاورها ومحركاتها وملحقات السوق والسيطرة لها خارج مجال مرور الهواء، كما يجب ان لا تعشق آلية تشغيل هذه المراوح كهربائيا مع وحدات تجهيز الهواء.

20. تكون جميع المراوح العاملة مع مظلات (hoods)الروائح والابخرة غير مولدة للشرارة الكهربائية، وتكون ابدانها مصنوعة اما من الفولاذ المطلي بمادة مضادة للأكسدة او من مواد مضادة للتآكل.

21. تكون مفرغات هواء المختبرات ذات سعات فائضة عن المقادير الاعتيادية وعديدة الريش.

22. مفرغات الهواء لابخرة حامض البركلوريك يجب ان تكون غير مولدة للشرر الكهربائي.

23. تتميز المراوح ذات الريش المحنية الى الامام (Forward-curved) بقابليتها على دفع كميات كبيرة من الهواء عند سرع واطئة، وكذلك يكون منحنى متطلبات القدرة ذا ميل كبير مع امكانية تحميلها بحمل اضافي عند هبوط الضغط الستاتيكي. يمكن استعمال هذا النوع من المفرغات لغاية قطر 50سم عندما تكون الضوضاء أحد العوامل المهمة. إلا انه بسبب التقوس الامامي للمروحة فلا يمكن استعمالها عندما يتوقع وجود مواد غريبة مع الهواء بسبب احتمالية احتجاز هذه المواد داخل الريش. تستعمل المفرغات

ذات ريش محنية الى الامام بالدرجة الاساس كمراوح تهوية للاحجام الصغيرة وللضغوط الواطئة، وذلك لان هذه المراوح تحتاج الى سرع عالية لتحقيق نفس سعة تفريغ الهواء. إلا ان المراوح ذات الريش المحنية الى الخلف تمتاز بمنحنى قدرة قليل الميل، وهذا يحمي المروحة من التعرض للتحميل الاضافي وخصوصا مع حسن اختيار المحرك الملائم للعمل.

24. كقاعدة عامة، تستعمل المراوح ذات الريش المحنية الى الامام للمنظومات ذات السعات الاقل من 5.7 متر^3/ثانية واقل من 10سم ضغط عمود ماء. وتستعمل المراوح ذات الشكل الانسيابي (aerofoil) لظروف اكثر من 7.6 متر^3/ثانية و 13.5 سم ضغط عمود ماء ستاتيكي اجمالي.

25. يراعى عند التصميم فسح مجال مناسب لاغراض الصيانة ورفع المروحة وعمود السوق.

14-1/1 مراوح التفريغ الرفاسة (Propeller exhaust fans)

1. يحدد استعمال المفرغات الرفاسة للمواضع ذات متطلبات الضغط الواطئ وعندما تكون الضوضاء ليست بالعامل المؤثر في الاختيار. وتمتاز المراوح الرفاسة بالسعة الكبيرة لدفع الهواء بضغوط منخفضة واستهلاك قدرة منخفضة ايضا. لكن استعمال هذه المراوح مع مجاري الهواء يؤثر سلبا على فعاليتها، ويقلل من حجم الهواء الذي تدفعه، ويزيد من استهلاكها للقدرة.

2. عندما تعمل المراوح الرفاسة في ظروف مقاومة عالية وبسرع عالية ايضا فانها لاتتلاءم مع متطلبات الاشتغال الهادئ وذلك نتيجة للسرع العالية عند الحافة العليا للريش.

3. على المقاول تجهيز وتنصيب مفرغات الهواء ذات المراوح الرفاسة كما هو مبين على المخططات وبالاحجام والسعات والسرع المبينة على تلك المخططات. وتكون المراوح ذات مناشيء معتمدة.

4. تجهز المراوح الرفاسة بمصراع مزعنف يعمل تلقائياً (Automatic louver shutter) ومعشق كهربائيا مع عمل المروحة.

5. يجب ان تكون المفرغة حاجبة تماما لتيار الهواء عند ايقافها عن العمل. وتجهز باطواق من الحديد المشكل مجهزة بثلاث نقاط للتثبيت على الاقل. كما يجب ان يحمل المحرك والمروحة بواسطة اذرع متصلة بالطوق بواسطة حمالات مرنة. وتكون المروحة ذات اربع ريش من صفائح الحديد المشكل بتكور خلفي لتحريك الهواء بسلاسة.

6. جميع المراوح المستعملة يجب ان تكون مضبوطة الموازنة مصنعيا. ويكون المحرك مطابقا للمواصفات المعتمدة ومصمماً للعمل المستمر بدرجة حرارة تصل الى 50° مئوية. كما يتوجب ان يكون المحرك مغلقاً كليا ويتصف بمعامل قدرة لا يقل عن 0.85، ويكون مصنعا لمقاومة الظروف الجوية، وتكون المصاريع المزعنفة المستعملة مع المفرغات مصنوعة من الالمنيوم ومركبة داخل اطار من الحديد بواسطة اربع اذينات للتثبيت.

14-2/1 مراوح التفريغ السقفية (Roof ventilators fans)

- على المقاول تجهيز وتنصيب مراوح تهوية سقفية بالاحجام والمواقع المحددة في المخططات ومواصفات المشروع. توصل هذه المراوح بمجاري تفريغ الهواء اينما تقتضي الحاجة وكما مبين في المخططات وبخلافه يفرغ الهواء من خلال مهواة مجاري الهواء (shaft) الذي سيقوم مقام مجرى التفريغ.

- تخصص وحدات التفريغ بالسعة والضغط وسرعة الدوران المحددة بالمواصفات المطلوبة، ولا ينبغي ان تقل قدرة المحرك الكهربائي عن المقدار المطلوب. تجهز المفرغات السقفية كاملة مع المحرك واحزمة السوق وبوابات الاخماد المشغلة بالمحركات الكهربائية والبوابة المزعنفة المعاكسة، كما يجب ان تفي محركات هذه المفرغات بالمتطلبات التالية:

- تكون المحركات الواقعة في مجرى الهواء مغلقة تماما ويكون تصنيعها ومواصفاتها كما هو مطلوب في مدونة AMCA للفحوص القياسية. وتجهز هذه الوحدات بعجلات من معادن لاحديدية.
- تنتخب بكرات السوق بتوافق مع السرع المطلوبة. تستعمل المراوح الطاردة المركزية وتكون موازنتها بوضعية المحرك المائل للخلف وتحت ظروف الحمل القياسي.
- تتكون المفرغات من اجزاء مقاومة للصدأ حيث يكون البدن من الالمنيوم والجزء العلوي منه قابلاً للفتح لاغراض صيانة المحرك وحمالات الدوران.
- يجهز مخرج هواء المفرغة بشبكة سلكية لمنع الحشرات والطيور من الدخول.
- تثبت المروحة والمحرك على حمالات خاصة لامتصاص الاهتزاز والضوضاء ومنعها من الانتقال لهيكل المبنى. يجهز الجزء الدوار للمروحة بمقدمة مخروطية انسيابية الشكل مصنوعة من معدن مقاوم للصدأ. وعلى المقاول ان يطابق بين المفرغات السقفية والفتحات الموجودة في مهواة مجاري الهواء (shaft) المبين في المخططات.
- لاينبغي ان يتعدى مستوى الضوضاء للمفرغات السقفية عن55 ديسيبل. يجب ان يتلاءم عمل بوابات الاخماد للمفرغات مع عمل بوابات الاخماد للهواء الطلق الموجودة في مناولات الهواء من خلال المفتاح الكهربائي اليدوي المبين في مخطط السيطرة الكهربائية لمناولة الهواء. وعند تشغيل المناولة يجب ان تتحرك كلتا البوابتين الى وضعية الفتح المخصصة لكل منهما.
- تكون المفرغات السقفية من النوع المقاوم للظروف الجوية وتثبت على القواعد المخصصة لها في مجرى التهوية بطريقة تجعلها مانعة لتسرب الماء بشكل تام.
- تجهز كل مفرغة بمفتاح كهربائي لايحتوي على فاصم (Non-fused switch) يكون تحت المظلة المقاومة للظروف الجوية.
- يجب ان تكون الملفات الكهربائية لمحركات المفرغات ملائمة للاشتغال بالحمل المقدر وفي ظروف درجة حرارة جوية 50 درجة مئوية.
- يجب تجنب استعمال مفرغات كبيرة تلك لسحب الهواء من قنوات متعددة وطويلة من مجاري التفريغ.

● يجب تجنب استعمال مفرغات من انواع السوق المباشر بالمحركات وباقطار تزيد على 50سم، بل تستعمل انواع ذات السوق بالاحزمة.

● تستعمل محركات كهربائية للمفرغات من الانواع ذات المحاور المحكمة لمنع دخول الهواء الملوث الى داخل بدن المحرك.

● تستعمل مفاتيح كهربائية غير فاصمة داخل حاوية مناسبة وملائمة لظروف العمل وتكون مجاورة لمحركات المفرغات.

● تستعمل بوابات اخماد مع المفرغات السقفية.

● تستعمل بوابات اخماد مصنوعة من الالمنيوم ذات حواشٍ مكسوة باللباد تنفتح عند اشتغال المفرغة وتنغلق بالجاذبية الارضية عند الاطفاء. إلا انه لا يجب استعمال بوابات اخماد تنغلق بالجاذبية الارضية في حالة وجود تيارات هوائية جوية محلية او غيرها من التيارات التي تسبب تذبذب (تلاطم) البوابة.

● تستعمل بوابات اخماد ذات آلية تحريك كهربائية عند الحاجة الى الاغلاق المحكم.

● تستعمل قاعدة ثانوية تتحرك بمفصل دوار للمفرغات لغاية قطر 90سم. وللاحجام الاكبر تستعمل قاعدة ذات بوابات متحركة.

● يجب ان يكون انتاج المفرغات السقفية وافاريز السقف من قبل جهة مصنعة واحدة، كما يجب تحديد المواد المستعملة في التصنيع مسبقا لغرض التصديق عليها.

14-1/3 مراوح التفريغ السقفية لمظلة المطبخ (Up blast fan)

تكون هذه المفرغات مشابهة للمفرغات السقفية الموصوفة في (14-1/2) عدا لزوم ان تتصف بخصائص اضافية لتحقيق الحماية والسلامة والجدارة والمتانة اللازمة لمقاومة الاوساخ والدخان والدهون وبخار الماء المسحوبة من مظلة المطبخ من الطابق السفلي. تطلى جميع اجزاء وحدة التفريغ بطلاء ذي اساس اسفلتي، ويجب تثبيت المحرك الكهربائي بعيدا عن تيار هواء التفريغ، كما تجهز بواقية ضد المطر مع شبكة سلكية عند نهاية المجرى قابلة للرفع والتنظيف، وتجهز ايضا بوعاء لتجميع الشحوم يمكن تنظيفه بشكل دوري.

14-1/4 المراوح الانسيابية (Aero-foil fans)

وهي المراوح المحورية متعددة المراحل لتحقيق الاداء المطلوب في جداول الكميات وتربط مع مجاري التفريغ المربعة او الدائرية المقطع مع وصلات تحويل المقطع وكما هو مبين في المخططات.

تصنع ريش المروحة من الالمنيوم المسبوك بالقوالب الدائمية وتكون ذات شكل انسيابي وزاوية أداء متغيرة. يجب ان تعمل هذه المراوح بفعالية اجمالية لا تقل عن 70%. يجب ان تصمم هذه المراوح بحيث لاتخضع لاحمال اضافية ويكون منحنى القدرة لاشتغالها ذا ميل قليل نسبيا.

تدور المراوح ذات المرحلتين باتجاهين متعاكسين حيث تساق كل مرحلة بمحرك مستقل. يصنع بدن المروحة من الحديد المطاوع بسمك 5ملم ويكون الصندوق الخارجي مقاوماً للظروف الجوية. يجهز بدن المروحة باقدام تثبيت حيثما اقتضت الضرورة ويجهز ايضا بتركيب مشفه (فلنجة) لربطه بالمجرى

بواسطة المسامير الملولبة (البراغي). يكون تزييت المروحة بالشحم من خلال حلمات خارجية ويكون المحرك الكهربائي من نوع (squirrel cage induction)، ذو متسعات لبدء الحركة واستمراريتها بحيث لا يتجاوز معامل القدرة عن 0.85. يجب ان يتحمل المحرك العمل بفارق 40 درجة مئوية ويعمل في درجات حرارة جوية تصل الى 60 درجة مئوية. يجب ان تختار جميع المراوح وتنصب بحيث لايتعدى مستوى الضوضاء فيها عن (35 NC)، ويمكن استعمال كاتمات الصوت اذا دعت الضرورة بهدف عدم تجاوز حد الضوضاء المذكورة آنفاً. تشمل هذه الكاتمات مع ملحقات المراوح في وثيقة العطاء.

يجب تثبيت المراوح على هيكل البناية باستعمال حمالات تثبيت مانعة للاهتزاز لمنع انتقال الاهتزاز من المروحة الى البناية.

تصنع مواد منع الاهتزاز من المطاط الصناعي (PVC) او غيره والتي لا تتأثر بالحرارة او الظروف الجوية. تستعمل بوابات اخماد قابلة للتنظيم مع كل مروحة، حيث تحدد موقع البوابة يدويا ويقفل لضمان ثبات البوابة عند الموضع المطلوب مع وجود مؤشر خارجي لموضع البوابة ذي مزولة قياس تبدأ من 0^{o} (مغلق) الى 135^{o} (مفتوح) لأغراض السيطرة على حجم الهواء او الضغط. تجهز هذه البوابات بموقفات لتنظيم مواضع البوابات عند الزوايا المطلوبة. تثبت بوابات الاخماد بحيث لاتؤثر سلبا على خصائص منع الحمل الاضافي على المروحة ومحركها. تجهز المروحة الى موقع العمل وهي مطلية بطلاء خاص لمنع الصدأ ومقاومة للظروف الجوية. كما يجب طلاء المراوح بعد تنصيبها بطبقتين من الطلاء الملون بعد تصديق المهندس المقيم على نوعه ولونه. كما يعشق عمل المروحة كهربائيا مع عمل مناولة الهواء وكما هو مبين في المخططات.

14-5/1 مظلات التفريغ (Exhaust hoods)

14-1/5/1 مظلة تفريغ هواء المطبخ (Kitchen exhaust hood)

تكون ابعاد المظلة اكبر من ابعاد الطباخ بمقدار 150ملم من الجانبين و300 ملم من الامام وعلى ارتفاع لايقل عن 1000ملم. تكون سعة معدل جريان الهواء في المظلة اكبر من سعة الجريان لمروحة تفريغ الهواء المرتبطة بها.

تصنع المظلة من صفائح الفولاذ المقاوم للصدأ بسمك قياسه 18 وتوصل اجزاؤها باللحام. يجب ان توضح جميع تفاصيل المظلة في المخططات. كما يجب تنعيم جميع خطوط اللحام فيها، ويجب ان تحجب جميع قنوات مد الاسلاك الكهربائية عن منطقة مرشحات الهواء ولاتتقاطع معها.

تستعمل تراكيب انارة غير قابلة للانفجار في حيز المظلة مع تركيب مرشحات هواء بسمك 50ملم من النوع الدائمي القابل للتنظيف (او الغسل) وبحسب تعليمات المنتج. تصنع المرشحات من الفولاذ المقاوم للصدأ. كما يجب ان تجهز بجميع لوازمها وادوات تثبيتها والواح الترشيح المناسبة بحيث يمكن تجميعها بشكل مصفوفة المبينة في مخططات مظلة تفريغ هواء المطبخ. يجب ان تجهز المظلة بالمرشحات المرصوفة على امتداد اكبر طول ممكن من مساحة المظلة، ويجب ان تكون المظلة مجهزةً بوعاء تجميع شحوم متحرك كائن تحت المرشح. ويفضل ان يكون الوعاء مقسماً الى اقسام تسهل عملية رفعه وتنظيفه.

تتصل المظلة بتوصيلة مجرى بينها وبين مفرغة الهواء وكما هو مبين في المخططات، ويكون هذا المجرى ملحوما بالكامل بحيث لايسمح للماء او الدهون بالنضوح من اية نقطة فيه، ويجب تنظيم متحسس الحريق الحراري على قيمة 80 درجة مئوية.

• يكون مجرى تفريغ الهواء المرتبط بالمظلة اما مبنيا بجزأين احدهما من صفائح الفولاذ والآخر من مواد البناء او مصنعاً كليا من صفائح الفولاذ الاسود بسمك 1.2ملم. يجهز مجرى التفريغ ببوابات للتنظيف عند كل منعطف بزاوية 90 درجة وفي المجرى الشاقولي. ويجب تقوية المجرى بشكل مناسب. وفي حالة بناء المجرى الشاقولي من مواد البناء بحيث يصل الى سقف البناية وكما هو موصوف في المخططات فإنه يعمل كمجرى تفريغ هواء ومتصل بمروحة التفريغ السقفية. يجهز المجرى المصنع من الفولاذ او مواد البناء ببوابات للتنظيف عند كل طابق من طوابق البناية في مواضع مناسبة للعمل.

14-1/5/2 مظلة ابخرة المختبرات (laboratory fume hood)

14-1/2/5/1 تصاميم المظلات (hood design)

• توضع مظلات الابخرة (Fume hood) بعيدا عن ممرات حركة الاشخاص المزدحمة أو كثيرة الاستعمال وعن ابواب المختبر وذلك لتفادي مرور الاشخاص الخارجين من المختبر من امام مظلة الابخرة. تجرى الخطوات الخطرة من التجارب الكيميائية عادة في مظلة الابخرة، وحيث ان معظم الحرائق والانفجارات تحدث في هذا الجزء من المختبر، لذا فان وضع مظلة الابخرة قريبا من مخرج المختبر ربما يحتجز بعض الاشخاص داخل المختبر في حالات الطوارئ.

• يجب ان يجهز المختبر الذي يراد تجهيزه بمظلة ابخرة جديد ببابين للخروج. وعند عدم امكانية تنفيذ مخرجين فيجب ان توضع المظلة في الجانب البعيد عن الباب.

ولأن الحرائق والاخطار الكيميائية تبدأ من مظلة الابخرة، لذا يتطلب تجهيز جميع المختبرات الحاوية على مظلة ببابين غير مقفلين للخروج.

• يجب ان لا توضع مظلة الابخرة مقابل مكان عمل مشغول بشكل مستمر، وذلك بسبب امكانية تسبب الاذى للاشخاص المتواجدين في هذا المكان في اثناء تناثر او تطاير المواد الكيميائية من المظلة.

• يجب اختيار موضع مظلة الابخرة بشكل يضمن عدم حدوث تيارات هوائية عرضية على واجهتها بسبب التدفئة والتبريد والتهوية او بفعل ناشرات الهواء المجهز للمختبر او المفرغ منه. وذلك لان التيارات المستعرضة ربما تجهض عمل المظلة وتؤثر سلبا على قدرتها على سحب الابخرة.

• يجب تجهيز المختبر بكمية هواء تعويضية كافية لتمكين مظلة الابخرة من العمل عند سرعة الهواء المقدرة لها، لان مظلات الهواء تعمل على تفريغ كميات غير قليلة من الهواء، لذا يجب ادخال كميات تعويضية من الهواء للحفاظ على توازن ضغط الهواء في المختبر.

• يجب تثبيت النوافذ على وضعية الاغلاق في المختبرات الحاوية على مظلة الابخرة وذلك لامكانية تأثيرها السلبي على عمل المظلة. حيث ان الاضطراب الحاصل في تيارات الهواء ربما يدفع بالهواء الملوث الموجود داخل المظلة للخروج الى فضاء المختبر.

• يجب تجهيز المختبر بمستلزمات السلامة مثل مرشات (دوش) الاغتسال ومغسلة العيون ومطافئ وبطانيات الحريق، على ان تكون هذه المستلزمات بمتناول يد العاملين عند مظلة الابخرة.

• يجب ان لايكون التحكم بتشغيل واطفاء مفرغة المظلة من داخل المختبر إلا اذا كانت للمختبر مفرغة اخرى او اذا كان تفريغ الهواء يتحقق عبر مرشح الكاربون المنشط او مرشح عالي الفعالية HEPA. ويجب ان تكون مظلة الابخرة جزءا من منظومة تعمل على المحافظة على موازنة الهواء داخل المختبر.

• يجب ان يكون المختبر على الدوام تحت ضغط سالب (اقل من باقي الفضاءات).

14-2/2/5/1 بناء وتنصيب مظلة الابخرة (Fume hood construction and installation)

• ان تخصيص مظلات هواء مساعدة او مظلات تجهيز هواء يعتبر غير مقبول عند تنصيب مظلات ابخرة جديدة، وذلك لصعوبة الموازنة بين كميات الهواء المجهز عبر مجاري التكييف ومظلة التجهيز والهواء المفرغ. كما ان الهواء المجهز عبر مظلة التجهيز سيكون غير مكيف وقد يسبب الازعاج للعاملين بوجود تيارات هواء حارة او باردة.

• يفضل استعمال مظلة ابخرة تعمل باسلوب الحجم الثابت للهواء المفرغ ومجهزة بمجرى جانبي (by pass). يعمل هذا النوع على استقرار الموازنة بين منظومة تهوية المختبر ومفرغة المظلة بواسطة المجرى الجانبي. حيث يحقق هذا التصميم تفريغ حجم ثابت من هواء المختبر بغض النظر عن وضعية الواجهة الزجاجية للمظلة. كما يمكن استعمال اسلوب حجم الهواء المتغير عند ضبط التصميم بحيث يحافظ على توازن كميات الهواء المجهزة والمفرغة.

• لايسمح باستعمال مظلة ابخرة متحركة وغير موصلة بمجرى تفريغ إلا في حالات محدودة ومصدقة عليها من قبل المهندس المقيم. اذ ان هذا النوع مجهز بمرشحات غير قادرة على استيعاب كميات الابخرة المنبعثة في حالات طفح او تناثر السوائل. تزداد احتمالية انطلاق الابخرة وعدم السيطرة عليها عند تغيير سرعة الهواء بشكل مفاجئ نتيجة لتشغيل او اطفاء مراوح التفريغ. ذلك بالاضافة الى عدم ضمان تحقيق الحماية الكافية لاصناف مختلفة من المواد الكيميائية.

• يجب بناء السطح الداخلي لمظلة الابخرة من مادة متينة، مقاومة للتآكل، وغير مسامية، غير قابلة للاشتعال ومقاومة للهب كسبيكة الفولاذ المقاوم للصدأ او اللدائن المركبة. ان العوامل الكيميائية المصدية قد تسبب اضرارا لايستهان بها لانواع عديدة من المواد الهندسية وتؤدي الى تقصير عمر مظلة الابخرة. ذلك اضافة الى ان بعض المواد تبعث غازات سامة او مضرة بالصحة عند التعرض المباشر للنار.

• يجب ان يكون سطح منضدة العمل في مظلة الابخرة منخفضاً عن حافاته وذلك لامكانية احتواء السوائل المنسكبة في اثناء العمل بواسطة الحافات العالية.

• تعتبر مظلات الابخرة المصنوعة من اللدائن والالياف الزجاجية غير مقبولة. فبالرغم من كون بعض اللدائن والالياف الزجاجية مطعمة بمواد غير قابلة للاحتراق، إلا انها تولد كميات كبيرة من الدخان الكثيف السام عند تعرضها للنيران. وهذا الدخان يشكل خطرا على شاغلي البناية وافراد طاقم الاطفاء.

• يجب تجهيز مظلة الابخرة بمؤشر لجريان الهواء.

- يجب ان يكون الصوت الناتج من اشتغال مظلة الابخرة ذا مستوى مقبول من الضوضاء نتيجة لتفريغ الهواء، بحيث لا يؤثر على السمع او يكون مصدر ازعاج.
- تجهز مظلة الابخرة بمقطع افقي انسيابي لدخول الهواء عند اسفلها في واجهتها الامامية. ان هذا التصميم يجعل الهواء يمر بانسيابية على ارضية المظلة وباتجاه جداره الخلفي ويمنع الاضطراب والدوامات الهوائية عند مدخل المظلة.
- يجب ان تجهز المظلة في جدارها الخلفي والعلوي من الداخل بمصدات تحتوي على شقوق افقية قابلة للتنظيم. تساعد هذه المصدات على الحفاظ على حركة الهواء الانسيابية داخل المظلة.
- يجب تنظيم المصدات بحيث لايزيد اختلاف سرعة الهواء في المظلة على ±10% عندما تكون الواجهة الزجاجية في وضعية الفتح الكامل.
- يجب ان لايقل معدل سرعة الهواء عند واجهة المظلة عن 0.4 م/ثا ولإيقل عن 0.3 م/ثا عند اي نقطة قياس. وعند استعمال المواد المصنفة على انها مسرطنة (Regulated carcinogens) فيجب ان لا تقل سرعة الهواء عند الواجهة عن 0.5 م/ثا وعن 0.4 م/ثا عند اي نقطة قياس داخل المظلة.
- يفضل ان تكون مظلات الابخرة قابلة للتحول إلى الاشتغال بمصادر القدرة الكهربائية الاحتياطية عند عطل مصدر القدرة الرئيس ما امكن ذلك.

14-1/5/1/2-3 اعمال مجاري الهواء (Ductwork)

- عندما يكون استعمال شبكة مجاري هواء لاغراض التفريغ من مظلات الابخرة ضرورياً، فيجب ان تصمم بشكل ملائم وتصدق التصاميم عليها.
- تخصص منظومات مستقلة لتفريغ الهواء من مظلات الابخرة الخاصة بحامض البركلوريك والمواد ذات النشاط الاشعاعي.
- اسس التصميم لمجاري هواء منظومة مظلة الابخرة:

- لايقل سمك الصفائح المستعملة عن قياس 18 من الفولاذ المقاوم للصدأ او الحديد المغلون والمطلي.
- يستعمل لحام الآركون للحام صفائح الفولاذ المقاوم للصدأ طراز 316.
- تتبع مواصفات الجمعية الوطنية لمقاولي التكييف والصفائح المعدنية SMACNA لبناء المجاري الدائرية عند تصنيع مساند وتقويات المجاري من معدن الفولاذ المقاوم للصدأ.
- تتبع مواصفة الجمعية الوطنية لمقاولي التكييف والصفائح المعدنية SMACNA 2000 لبناء مجاري الهواء عند تصنيع مداخن تفريغ الهواء من الفولاذ المقاوم للصدأ طراز 316.

- يجب استعمال بوابات الاخماد من النوع الكابح للحريق مع منظومة تفريغ الهواء لمظلة الابخرة.
- يجب الحفاظ على سرعة الهواء في مجاري التفريغ بين 8- 10 م/ثا وذلك للحد من الضوضاء وخسائر الضغط ومن استهلاك القدرة الكهربائية في منظومة المجاري.
- يجب امالة المجاري الافقية بنسبة 0.01 باتجاه مظلة الابخرة للتخلص من السوائل المتكاثفة، اذ انها ربما تشكل خطرا عند تجمعها في مجاري الهواء.

- يجب فحص المجاري الجديدة تحت ضغط سالب يوازي 0.18 من ضغط الاشتغال. يجب ان يثبت الفحص عدم وجود اي تسرب للهواء من خلال اجزاء المجرى.

14-1/5/2/4 مروحة التفريغ والمدخنة (Exhaust blower and stack)

- ينبغي توجيه مروحة التفريغ باتجاه تيار الهواء الصاعد حيث ان الاتجاهات الاخرى ستولد حملا اضافيا عليها.
- يجب تثبيت مروحة التفريغ عند سقف البناية وعند نهاية مجرى الهواء لتولد ضغطا سالبا داخل ذلك المجرى.
- يجب ان تكون مواضع مفرغات الهواء في سقف البناية بعيدة عن مآخذ الهواء لتفادي سحب الغازات والابخرة واعادتها الى داخل البناية.
- يجب ان يكون ارتفاع مداخن تفريغ مظلات الابخرة كافيا (لا يقل عن 2.10م فوق سقف البناية او 60سم فوق اسوار السطح، مع الالتزام باعلى الارتفاعين) وذلك لمنع او الحد من دخول الهواء الملوث الى البناية. كما يجب توجيه الهواء المفرغ شاقوليا الى الاعلى.
- يجب ان لاتقل سرعة الهواء الخارج من مدخنة التفريغ عن 15م/ثا. ان السرعة العالية لخروج الهواء تحقق انتشاره بشكل واف، كما يمكن تجهيز منظومة التفريغ بوسائل تنقية الهواء.

14-1/5/2/5 العلامات الملونة على مدخنة التفريغ (Exhaust stacks color-coded)

- العلامة الخضراء: مظلة ابخرة كيميائية اعتيادية.
- العلامة الصفراء: مظلة ابخرة لحامض البركلوريك.
- العلامة الارجوانية: مظلة ابخرة للمواد المشعة.
- العلامة الزرقاء: مظلة ابخرة للمواد البيولوجية.

14-1/6/2/5 تسليك الانابيب (Plumbing)

- يجب تجهيز جميع منظومات الانابيب العاملة مع مظلة الابخرة بصمام غلق يكون قريبا من المظلة.
- عند استعمال ملحقات للسيطرة عن بعد تخص المظلة، يجب ان يصنع ذراع التوصيل من قضيب مربع من الفولاذ المقاوم للصدأ مع توصيلة اقتران (Monel coupling) مصنوعة من معدن المونيل.
- تجهز المظلة بالماء البارد او الساخن من منظومة مياه صناعية وليست من مياه الشرب. وفي حالة عدم وجود منظومة مياه صناعية فيجب استعمال صمام عدم ارجاع الماء خافض للضغط (Reduced pressure type back flow) لكل منظومة مظلة ابخرة، ويمكن استعمال صمام واحد لعدة مظلات.

14-1/7/2/5 التسليك الكهربائي (Electrical wiring)

أ. يجب ان تكون مآخذ الكهرباء خارج مظلة الابخرة، وذلك لاحتمالية احتواء جو المظلة على غازات وابخرة قابلة للاشتعال وقد تسبب شبوب حريق او حدوث انفجار نتيجة توصيل او فصل القابس الكهربائي

حيث يولد ذلك شرارة كهربائية تؤدي الى الحادث. لذا يجب اجراء عمليات الفصل والتوصيل خارج المظلة.

ب. يجب ان تكون مصادر الانارة الكهربائية من المصابيح المتفلورة. حيث تكون الحرارة المتولدة عن هذه المصابيح اقل من المصابيح التقليدية. لذا فهي تساعد على جعل العمل في المظلة آمناً ومريحا.

ج. يجب ان تكون مصادر الانارة محكمة وغير مسربة للابخرة. كما تكون نوعيتها مصدقة من مختبراتUnderwriter Laboratories(UL-Listed) ومحمية بغلاف وقاية ضد الصدمات. ان العمل تحت ظروف خطر الاحتراق او الاشتعال يتطلب ان تكون جميع الآلات الكهربائية مقاومة للانفجار.

14-1/5/2/8 مآخذ الخدمات العامة (Utility service fixtures)

- تشتمل هذه على مآخذ توصيل الغازات والهواء المضغوط والماء والفراغ (السحب الهوائي).
- يجب تثبيت هذه المآخذ لتيسر توصيل خطوط الخدمات المذكورة انفاً اما على المظلة نفسها او الجدران والسطوح التي تستند عليها المظلة.
- يجب ان تكون صمامات الخدمات سهلة المنال لاغراض الصيانة.
- يجب ان تكون صمامات الخدمات مصنوعة من مواد مقاومة للتآكل الكيميائي عند تثبيتها داخل المظلة.
- يجب ان تكون جميع وسائل السيطرة على مآخذ الخدمات مثبتة خارج المظلة.
- يجب تأشير كافة مسيطرات مآخذ الخدمات بعلامات ملونة كما يجب ان تكون معرفة بدلالات واضحة.

14-1/5/2/9 الواجهات الزجاجية (Sashes)

- تكون الواجهات الزجاجية اما ذات حركة افقية او شاقولية او مزدوجة ويفترض ان يكون اغلاقها تاما.
- تصنع الواجهات من الزجاج الآمن، وكما يلي:

- تستعمل صفائح الزجاج الآمن لحالات الاستعمال الاعتيادية عندما تكون درجة الحرارة المتوقعة داخل المظلة لاتزيد على 71 درجة مئوية.
- يستعمل الزجاج الآمن المعالج حراريا (Tempered) عندما تكون درجة الحرارة المتوقعة على الواجهة اعلى من 71 درجة مئوية. يجب تصنيع الواجهات المعرضة الى حامض الهيدروفلوريك من مواد لدائنية مناسبة او من اللكسان (Lexan) ذات مقاومة قياسية للهب تساوي 25 او اقل عند فحصها استنادا الى المواصفة الامريكية ASTM E162-76.
- يجب ان لايقل عرض الواجهة المنزلقة افقيا على 30سم ولايزيد على 38سم. يمكن ان يحقق هذا النوع من الواجهات حماية اضافية للعاملين في المختبر إذا أحسن اختيار موضعها لتعمل كواقية ضد عصف الانفجار.

14-1/5/2/10 استعمالات خاصة لمظلة الابخرة (Special Use)

أ. **حامض البركلوريك**: ان حامض البركلوريك هو مؤكسد قوي ويحدث تفاعلا انفجاريا عند ملامسته للمواد العضوية. لذا يجب بناء المظلة المستعملة لهذا الحامض من مواد خاصة.

- يجب تعليم المظلة المستعملة لحامض البركلوريك بعلامة فارقة تبين بشكل واضح ملاءمة المظلة لحامض البركلوريك.

- يجب ان تكون جميع سطوح المظلة ومجرى الهواء المتصل بها مناسبة للعمل مع حامض البركلوريك ولاعضوية وغير قابلة للتفاعل ومقاومة للحوامض ومانعة للنفاذية.

- يجب تشكيل سطح العمل في المظلة ليكون حوضيا لاحتواء السوائل المنسكبة ومياه الغسل.

- يجب تجهيز مظلة الابخرة ومجرى الهواء المتصل بها بمنظومة غسل بواسطة الرش بالماء. كما تصمم المصدات لتكون متحركة قابلة للفصل لتسهيل عملية التنظيف والفحص.

- تخصص لكل مظلة ابخرة لحامض البركلوريك منظومة مستقلة لمجاري التفريغ. كما يجب ان يكون مجرى التفريغ مستقيما وشاقوليا وبأقصر طول ممكن.

- تستعمل مروحة معدنية مقاومة للحوامض لاغراض التفريغ.

- يمنع استعمال مواد التزييت او مواد التحشية او مواد الاحكام او غيرها من المواد غير الملائمة لحامض البركلوريك في مروحة التفريغ. يمكن استعمال شحم الفلوركاربون.

- يجب تثبيت المحرك الكهربائي للمروحة خارج تيار هواء التفريغ.

ب. مظلة ابخرة المواد المشعة:

- على ملاك الصيانة الدورية للمختبرات الاشعاعية الحصول على تصريح مسبق من الجهة المسؤولة عن المختبر لغرض دخول المختبر واجراء الصيانة المطلوبة. ذلك بالاضافة الى ضرورة مرافقتهم من قبل شخص مخول او موظف السلامة الاشعاعية. كما يجب وضع اشارة تخويل صادرة عن مسؤول السلامة الاشعاعية على المظلة المطلوب صيانتها.

- يجب تفريغ الهواء من مظلات المواد الاشعاعية بشكل منفرد لكل مظلة.

- على مسؤول السلامة الاشعاعية حصر المظلات المستعملة للمواد الاشعاعية بقائمة خاصة.

- يجب تدريب ملاك الصيانة على تعليمات السلامة الاشعاعية من قبل مسؤول السلامة الاشعاعية قبل بدء العمل في المختبرات النشطة اشعاعيا.

- على مسؤول السلامة الاشعاعية قياس مستوى الاشعاع في المظلة المطلوب صيانتها وذلك بناءً على طلب الجهة المسؤولة عن المختبر او ملاك الصيانة المخول واصدار تصريح باجراء الصيانة يلصق على المظلة.

- على مسؤول المختبر المخول أن يعمل على السيطرة على المواد المشعة المستعملة في المظلة وكما يلي:

- يجب ضمان اقفال المواد المشعة من عمليات الرفع غير المخولة، كما يجب تنظيف كافة السطوح من التلوث الاشعاعي عند الفراغ من استعمالها. ان هذا الاجراء يضمن عدم التعرض لمخاطر الاشعاع في اثناء اجراء الصيانة الاعتيادية غير المجدولة.

- عند ترك المواد المشعة من قبل المتعاملين معها ولاي سبب كان، فيجب اقفال تلك الفضاءات لمنع دخول الافراد غير المخولين.
- على المستخدمين المخولين بالعمل بالمواد المشعة اخطار مسؤول السلامة الشعاعية عن اي انسكاب للمواد او اي حادث او اي عملية قد تسبب تلوث المظلة او إطلاق الملوثات فيها.
- على مستعمل المظلة ان يقدم الى مسؤول السلامة الاشعاعية وثائق المسوح الشعاعية للمظلة. كما يمكن للمستعمل ان يشرف على هذه المسوح ويكون مسؤولا عن سلامة استعمال المظلة.

- يجب تأشير جميع المظلات ومنظومات التفريغ الاشعاعية بعلامة التنبيه من المواد المشعة (CAUTION RADIOACTIVE MATERIAL). كما يجب وضع العلامة الارجوانية على المدخنة والمظلة.

ج. مظلات اليود الصغيرة:

- يجب استحصال تصريح من مسؤول السلامة الاشعاعية قبل تنصيب مظلة اليود الصغيرة.
- يجب تنصيب مظلة اليود الصغيرة داخل مظلة ابخرة اعتيادية صالحة للعمل. تجهز جميع مظلات اليود الصغيرة بمرشح فحم الخشب.
- يجب ان تتلاءم المظلة الصغيرة مع المظلة التي تحتويها من حيث الحجم ومعدل جريان الهواء.

د. يجب الحفاظ على سرعة هواء قدرها 0.75م/ثا عند مداخل اذرع مجاري التفريغ.

هـ. يفضل استعمال واجهات مصنوعة من الواح الاكريلك.

مراجع الباب 14

[1]- "*Fan Systems: Supply/Return/Relief/Exhaust*", AABC National Standards, Ch 10, (2002).

[2]- "*Commercial Application, Systems, and Equipment*", ACCA 1st ed. Manual, (2009).

[3]- "*Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice*", ACGIH 26th ed. (2007).

[4]- "*Fundamentals Governing the Design and Operation of Local Exhaust Ventilation Systems*", ANSI/AIHA Z9.2, (2006).

[5]- "*Safety Code for Design, Construction, and Ventilation of Spray Finishing Operations*", AIHA ANSI/AIHA Z9.3, (2007).

[6]- "*Laboratory Ventilation*", ANSI/AIHA Z9.5, (2003).

[7]- "*Recirculation of Air from Industrial Process Exhaust Systems*", ANSI/AIHA Z9.7, (2007).

[8]- "*Method of Testing Performance of Laboratory Fume Hoods*", ANSI/ASHRAE 110, (1995).

[9]- "*Ventilation for Commercial Cooking Operations*", ANSI/ASHRAE 154, (2003).

[10]- "*Performance Test Code on Compressors and Exhausters*", ASME PTC 10, (1997).

[11]- "*Flue and Exhaust Gas Analyses*", ASME PTC 19.10, (1981).

[12]- "*Mechanical Flue-Gas Exhausters*", CSA CAN B255-M81, (2005).

[13]-"*Exhaust Systems for Air Conveying of Vapors, Gases, Mists, and Noncombustible Particulate Solids*", NFPA ANSI/NFPA 91-04, (2006).

الباب 15

مسيطرات التثليج وتكييف الهواء (Refrigeration & air-conditioning controls)

15-1 مسيطرات التثليج وتكييف الهواء (فكرة عامة)

(Refrigeration & air conditioning controls) (General)

- يجب تجهيز جميع المتابعات والمفاتيح الكهربائية والمقاييس والمصادر الكهربائية للمرشحات والمشغلات العاملة بالهواء المضغوط (Actuators) للصمامات وبوابات الاخماد...الخ، وكذلك تجهيز جميع الآلات المساعدة والملحقات والتوصيلات، وتلك التي تجعل من آلات التثليج والتكييف منظومات عمل متكاملة.

- يجب اخفاء او طمر جميع قنوات الاسلاك الكهربائية والانابيب الخاصة بالسيطرة ماعدا غرف الاجهزة الميكانيكية او الفضاءات غير المؤثثة.

- يجب السيطرة على درجة الحرارة في الفضاءات المكيفة ضمن حدود ± 1 درجة مئوية ورطوبة نسبية بحدود ±10% من قيمة الضبط في فصل الصيف وبحدود +5% في فصل الشتاء، ذلك عدا الممرات والفضاءات المبينة في وثائق العطاء تحت عنوان "ظروف التصميم". تضبط درجة الحرارة في الممرات كما هو مبين جداول التصميم وذلك بدون السيطرة على الرطوبة النسبية فيها. اما بقية الفضاءات فيجب تضمين درجات حرارتها في وثيقة العطاء والجداول.

- تكون جميع آلات السيطرة اما كهربائية او الكترونية او تعمل بالهواء المضغوط.

- يجب تنظيم اجهزة السيطرة للعمل مع تغيير المواسم المناخية باستعمال مفتاح انتخاب بوضعيتي "شتاء" او "صيف".

- يجب تثبيت اجهزة تحسس الحرارة على ارتفاع 1.20م من مستوى ارضية الغرفة.

- يجب تثبيت صمامات السيطرة بوضعية افقية ووحدة تجهيز القدرة الخاصة به بوضعية شاقولية.

15-1/1 مسيطرات التثليج (Refrigeration controls)

يجب ضبط اجهزة السيطرة الكهربائية والميكانيكية لوحدة التثليج (المثلج) بحيث لايمكن اشتغالها الا بتحقق الظروف التالية:

أ) اشارة مفتاح الجريان لماء المثلج لتحقق الجريان في المبادل البارد (المبخر).

ب) اشارة مفتاح الجريان لماء المثلج لتحقق الجريان في المكثف.

ج) اشارة اشتغال مراوح برج التبريد.

د) اشارة عدم اشتغال مفتاح الضغط العالي لمخرج الضاغط.

ه) اشارة عدم اشتغال مفتاح الضغط الواطئ لمدخل الضاغط.

و) اشارة عدم اشتغال مفتاح انخفاض ضغط زيت الضاغط.

ز) اشارة عدم اشتغال مفتاح الحرارة الدنيا للمسيطر الحراري (الثرموستات).

ح) اشارة فرق الضغط عبر كل من المبخر والمكثف.

ط) اشارة عدم اشتغال مفتاح ارتفاع درجة حرارة محرك الضاغط.

ي) اشارة ارتفاع درجة حرارة الماء المثلج فوق مستوى الضبط لاشتغال مثلج الماء.

ك) في حالة اشتغال اي من ادوات التعشيق المذكورة آنفاً بهدف ايقاف الضاغط، يجب ان يعمل متابع الاقفال لبدء دورة اطفاء المنظومة.

ل) يجب ان يكون اسلوب تشغيل كل من مضخات ماء المكثف والماء المثلج يدويا.

م) يجب تعشيق اشتغال مراوح برج التبريد مع المفاتيح الثلاثة لدورات المياه الثلاث للمكثف. في حالة تحسس اي من المفاتيح الثلاثة لوجود جريان ماء فيجب ان يسبب ذلك اشتغال المراوح. وعند عدم اشتغال اي من المفاتيح فيجب ان تتوقف المراوح عن العمل. كما يجب تجهيز مراوح برج التبريد بمفتاح اختيار لفصل آلية التعشيق المبينة آنفاً عن العمل، اي التحويل الى التشغيل اليدوي.

15-2/1 آلية اشتغال مسيطرات التثليج (Operation of refrigeration controls)

- يكون تشغيل مضخات الماء المثلج وماء التبريد يدويا.
- يكون عمل مفاتيح الجريان في كل من دورتي الماء المثلج وماء المكثف هو تحسس جريان الماء.
- عند تحسس وجود جريان ماء في دورة ماء المكثف فيجب ان تبدأ مراوح برج التبريد بالاشتغال.
- عند تحقق الاشارات من (أ-ي) من البند 15-1/1 فيجب بدء اشتغال الضاغط في وضعية اللاتحميل.
- مع بدء اشتغال الضاغط يجب ان يتحقق التحميل عليه بتتابع المراحل للوصول الى سعة التحميل المطلوبة للحفاظ على درجة حرارة الماء المثلج وبحسب القيمة التصميمية.
- يجب تنظيم جنيحة مدخل الضاغط لاغراض السيطرة على سعتها التحميلية، وذلك بالسيطرة على الجنيحة بواسطة مسيطر مدرج يعمل بايعاز من مسيطر حراري ليجعل الجنيحة تقلل من سعة التحميل ويزيد من درجة حرارة الماء المثلج. ينطبق هذا الاجراء على الضواغط العاملة بالطرد المركزي.
- تجهز الضواغط المركزية بمتابع اعادة دورة التشغيل، حيث يعمل هذا المتابع على اعادة جنيحة المدخل الى وضعية بدء التشغيل عند عودة القدرة الكهربائية للضاغط بعد انقطاعها وذلك لبدء اشتغال الضاغط بدون حمل ثم تحمل تدريجيا.
- عند توقف احدى مضختي الماء المثلج او ماء المكثف او كلاهما فيجب توقف الضاغط ومراوح برج التبريد عن العمل.
- اذا توقف الضاغط لاي من الاسباب التالية:
  - انخفاض ضغط الزيت بدون الحد المسموح.
  - ارتفاع ضغط غاز التبريد فوق الحد المسموح.
  - انخفاض درجة حرارة الماء المثلج دون الحد المقرر عند مغادرته المبخر.
  - ارتفاع درجة حرارة ماء المكثف فوق الحد المقرر.

عند الحالات االمذكورة آنفاً تمنع الاجهزة من اعادة الاشتغال إلا بعد اصلاح الخلل وعودة ظروف التشغيل للوضع الطبيعي واعادة ضبط وحدة السيطرة يدويا (Manually reset). وعند عودة الضاغط للعمل فانه يبدأ العمل بدون حمل.

• تجهز وسائل سيطرة اضافية تحت عنوان مواصفات آلات منظومة التثليج، ومن هذه الآلات وحدة سيطرة درجة حرارة زيت الضاغط مع مسخنات ومبردات الزيت وذلك للسيطرة على لزوجة الزيت. كما يجهز متابع توقيت لإبقاء مضخة الزيت مشتغلة في اثناء لحظات تباطؤ الضاغط لغرض التوقف عن العمل. يجب تضمين جميع هذه المواصفات ضمن جدول كميات عقد المشروع.

• يجب تجهيز ضواغط الطرد المركزي بأجهزة سيطرة لإيقافها عن العمل مثل مفتاح ارتفاع درجة حرارة الزيت، ومفتاح فرق الضغط على جانبي مصفاة غاز التبريد ومفتاح محدد الحمل المطلوب بين 40-100%، ذلك اضافة الى مسيطرات اخرى.

• عندما تكون منظومة التثليج تحوي اكثر من وحدة تثليج، يكون المقاول مسؤولا عن تجهيز وسائل السيطرة الضرورية لتتابع عمل وحدات التثليج. يجب ان تحقق وسائل السيطرة المجهزة عمل الوحدات بكامل طاقتها او منفردة بشكل متعاقب نزولا حتى سعة 10%. يجب ان يكون تعاقب اشتغال الوحدات آليا او يدويا وبحسب التسلسل الاعتيادي او المعكوس لتعداد الوحدات وذلك لجعل معدل استهلاك وحدات التثليج متساويا.

15-3/1 أجهزة السيطرة (Control apparatus)

• يكون المسيطر الحراري(الثرموستات) بحساسية ±0.5 درجة مئوية ويحتوي على عنصر تحسس ضغط البخار. كما تكون جميع وحدات الثرموستات المجهزة تعمل بحدود درجات حرارة قابلة للتنظيم.

• تكون وحدات المسيطر الحراري(الثرموستات) المثبتة في مجاري الهواء ذات بصيلة تحسس نائي مثبتة داخل محمل مفتوح للتيار الهوائي في المجرى. كما يجب تثبيت المسيطر الحراري(الثرموستات) في موضع يقيس معدل درجة حرارة الهواء. يثبت بدن المسيطر الحراري(الثرموستات) في موضع يسهل فيه اعادة تنظيم درجة الحرارة بحسب المطلوب. ويجب ايضا حماية الانابيب الدقيقة الواصلة بين المسيطر الحراري(الثرموستات) والبصيلة بشكل مناسب.

• يكون المسيطر الحراري(الثرموستات) المستعمل في الانابيب اما مشابها لما هو موصوف آنفاً او من النوع المصلب (بقطعة واحدة). ويغمر العنصر الحساس منه في اصبع حراري (well) مملوء بالزيت.

• يجب ان تكون وحدات المسيطر الحراري(الثرموستات) في الغرف من النوع القابل للتنظيم وسريعة الاستجابة للتغييرات للاستعمال المطلوب ومصدقاً عليها من قبل المهندس المقيم.

• يجب ان تكون الصمامات الثنائية والثلاثية الاتجاه من نوع القبة (globe) وأبدانها مصنوعة من البرونز او حديد الصب والاجزاء الداخلية مصنوعة من البرونز او الفولاذ المقاوم للصدأ. يكون الصمام ثنائي الاتجاه ذا نسبة جريان متكافئة في حين يكون الصمام الثلاثي ذا تناسب جريان خطي. تكون طريقة

تركيب صمامات السيطرة ذات مقاس 50 ملم فما دون هي بالتسنين اما الحجوم الاكبر فتركب بواسطة المشفهات (الفلنجات).

- يجب ان يمتاز صمام السيطرة بمعدل جريان كلي ثابت على كامل شوط السدادة. كما يجهز بحشوة لمنع التسرب من مادة التفلون، مدعومة بنابض لتكون تلقائية الضبط. ويكون الغشاء العامل مصنوعاً من مادة النيوبرين المتين ويمكن رفعه بدون الاخلال بضبط الصمام. اذا دعت الحاجة لان يكون الصمام جزءا من سلسلة عمليات بالتتابع مع اجهزة سيطرة اخرى، فيجب ان يجهز الغشاء العامل للصمام بمتابع فعال لتعيين موضعه. ويتوجب ان يكون الجزء العامل ذا سعة كافية لتشغيل الصمام.
- يشترط في جميع صمامات السيطرة ان تكون قواعد الاقفال فيها (seat) قابلة للتبديل.
- يجب ان تكون منظومة السيطرة متكاملة بجميع متابعاتها ومفاتيحها وملحقاتها لكي تعمل بالطريقة المطلوبة وبفعالية وبشكل مرض.
- يجب تجهيز اجهزة السيطرة الهوائية بالهواء المضغوط الجاف من خلال شبكة انابيب مصنعة بطريقة السحب الطري ومعالجة حراريا وبقطر 6ملم للمناطق المخفية. اما في المناطق المكشوفة فتلحم انابيب النحاس بلحام مونة الفضة وتفحص كامل الشبكة بضغط الهواء والتأكد من عدم حصول اي تسرب.
- تجهز شبكة سيطرة الهواء المضغوط بمكثف رطوبة يعمل بالتبريد لغرض تخليص الهواء من الرطوبة الزائدة. يجهز هذا المكثف بالماء المثلج من منظومة تثليج الماء بمصيدة آلية لترشيح الماء المكثف من الشبكة. يصنع المكثف من مواد مقاومة للتأكسد والتآكل. تجهز المكثفات من مناشئ معتمدة، كما يجهز المكثف بصمامات اغلاق لمجاري الماء المثلج.
- يجب ان يجهز الهواء المضغوط من ضاغط هواء مزدوج مثبت على خزان الهواء. وتشتمل محطة الهواء المضغوط على ضاغطين، رئيس واحتياطي. وتحتوي الضواغط على مرشحات للهواء الداخل والزيت وتدار بمحركات كهربائية بواسطة احزمة تدوير ومجهزة بواقيات للاجزاء الدوارة ومرشحة زيت للهواء المجهز اضافة الى مجمع صمام تنظيم الضغط ومقاييس للضغط العالي والواطئ بمقاس 75ملم ومفتاح سيطرة آلية للضغط وكاتمة صوت لمدخل الهواء المجهز، وتجهيز بادئ حركة للمحرك الكهربائي مع وسائل حماية ضد التيار العالي وانخفاض الجهد الكهربائي وعطل الاطوار الكهربائية اضافة الى حنفية تفريغ خزان الهواء. تكون سعات الضاغط وخزانه كما هو مدرج في جداول الكميات والمخططات، وعند عدم ذكر هذه المواصفات في وثائق المشروع فانها تحدد استنادا الى توصيات الجهة المصنعة للمكونات المنظومة. يجب ان تشتمل محطة الضواغط على وسائد لاخماد الاهتزاز وضبط المستوى.

15-1/3/1 وحدات السيطرة على درجة الحرارة والرطوبة النسبية لمناطق متعددة

(Space temperature & relative humidity central multi-zone units)

- عند اشتغال مراوح مناولات الهواء، يجب ان تفتح بوابات الاخماد في مجاري الهواء النقي والهواء المفرغ حتى الحدود المقررة لها والمؤشرة في المخططات، وبخلافه تثبت هذه البوابات عند المواضع الثابتة لكل منها.

• تغلق بوابات الهواء النقي والتفريغ عند اطفاء مناولات الهواء. ويجب ان يكون هناك مفتاح سيطرة يدوية يعطل التعشيق الآلي لبوابات الاخماد (في شبكة التفريغ السقفية).

• خلال فصل الشتاء، وعند تخصيص ملفات التسخين الابتدائي استنادا الى عقد المشروع فان هذه الملفات يسيطر عليها بصمام مزج ثلاثي يتسلم اشارته من المسيطر الحراري(الثرموستات) في مجرى الهواء النقي، وبحسب ما هو مبين في المخططات، وذلك للحفاظ على درجة الحرارة المقررة.

• خلال فصل الشتاء، فان السيطرة على الرطوبة النسبية تتحقق بواسطة مصفوفة من المرذذات تجهز بالماء من خزان سقفي ومن خلال صمام كهرومغناطيسي يعمل بسيطرة مرطاب مثبت في مجاري سحب الهواء. تعطل مرذذات الماء عن العمل في فصل الصيف.

• خلال فصلي الصيف والشتاء تتحقق السيطرة على ملفات التبريد (او التسخين) بواسطة صمام مزج ثلاثي والذي يتسلم اشارته من المسيطر الحراري(الثرموستات) تجهيز الهواء (يكون عند منفذ الهواء من الملف) وكما هو مبين في مخططات السيطرة.

• يجب ضبط كل مجموعة من بوابات المزج الكهربائية لخدمة منطقة معينة من البناية، وتكون تحت سيطرة المسيطر الحراري (الثرموستات) خاص لتعديل درجة تلك المنطقة.

• عندما يكون مفتاح الاختيار بين الصيف او الشتاء على وضعية الصيف "S" يجب ان تكون سرعة المناولة عند النقطة العالية (1450 دورة/د). وعند وضعية الشتاء "W" فان السرعة تكون عند النقطة الواطئة (960 دورة/د).

• تطبق القواعد المذكورة آنفاً على مناولات الهواء وكما هو موصوف في وثائق العطاء.

15-2/3/1 وحدات السيطرة على درجة الحرارة والرطوبة النسبية لمنطقة واحدة

(Space temperature & relative humidity control single zone draw through units)

• عند تشغيل مناولة الهواء، يجب ان تفتح بوابات الاخماد في شبكة الهواء النقي والتفريغ حتى الحدود المقررة لها والمؤشرة في المخططات، وبخلافه تثبت هذه البوابات عند المواضع الثابتة لكل منها.

• تغلق بوابات الهواء النقي والتفريغ عند اطفاء المناولة. ويجب ان يجهز مفتاح سيطرة يدوية لتعطيل التعشيق الآلي لبوابات الاخماد (في شبكة التفريغ السقفية).

• خلال فصل الصيف، تتغير سعة ملف التبريد بواسطة بوابات واجهية وبوابات جريان جانبي تعمل تحت سيطرة المسيطر الحراري (الثرموستات) في مجاري السحب وكما هو مبين في مخطط السيطرة.

• خلال فصل الشتاء يعكس عمل المسيطر الحراري(الثرموستات) بحيث يعدل درجة الحرارة عند ارتفاعها في مجاري السحب، حيث يجب غلق بوابة الواجهة وفتح بوابة المجرى الجانبي. وعند انخفاض درجة حرارة الهواء تنعكس اجراءات تحريك البوابات، وكما هو مبين في مخطط السيطرة.

• في اثناء فصلي الصيف والشتاء تتحقق السيطرة على ملفات التبريد (او التسخين) بواسطة صمام المزج الثلاثي والذي يتسلم اشارته من المسيطر الحراري (الثرموستات) ويتحكم في تجهيز الهواء (الكائن عند منفذ الهواء من الملف) وكما هو مبين في مخطط السيطرة.

• تتحقق السيطرة على الرطوبة النسبية خلال فصل الشتاء بواسطة مصفوفة من المرذذات تجهز بالماء من خزان سقفي ومن خلال صمام كهرومغناطيسي يعمل تحت سيطرة مرطاب مثبت في مجاري السحب. وتوقف هذه المرذذات عن العمل في فصل الصيف.

• عندما يكون مفتاح الاختيار بين الصيف او الشتاء (S-W) على وضعية الصيف "S" يجب ان تكون سرعة المناولة عند النقطة العالية (1450 دورة/د). وعند وضعية الشتاء "W" فان السرعة تكون عند النقطة الواطئة (960 دورة/د).

• تطبق القواعد المذكورة آنفاً على مناولات الهواء وكما هو موصوف في وثائق العطاء.

15-3/3/1 السيطرة على درجة الحرارة والرطوبة النسبية لصالات العمليات

(Space temperature & relative humidity control for the operation theater)

• عند تشغيل مناولة الهواء، يجب ان تفتح بوابات الاخماد في شبكة الهواء النقي والتفريغ حتى الحدود المقررة لها والمؤشرة في المخططات، وبخلافه تثبت هذه البوابات عند المواضع الثابتة لكل منها.

• تغلق بوابات الهواء النقي والتفريغ عند اطفاء المناولة. ويجب ان يجهز مفتاح سيطرة يدوية لتعطيل التعشيق الآلي لبوابات الاخماد (في شبكة التفريغ السقفية).

• خلال فصل الشتاء، وعند تخصيص ملفات التسخين الابتدائي في وثائق العقد فان هذه الملفات يسيطر عليها صمام مزج ثلاثي يتسلم اشارته من المسيطر الحراري(الثرموستات) في مجرى الهواء الطلق وبحسب ما هو مبين في المخططات وذلك للحفاظ على درجة الحرارة المقررة.

• تتحقق السيطرة على الرطوبة النسبية خلال فصل الشتاء بواسطة مرذاذ بخاري ومن خلال صمام كهرومغناطيسي. وتوقف هذه المرذذات عن العمل في فصل الصيف.

• تتحقق السيطرة على درجة حرارة الصالة بواسطة سخان كهربائي ذي مرحلتين مثبت في مجرى تجهيز الهواء ويعمل تحت سيطرة المسيطر الحراري (الثرموستات) ثنائي المرحلة.

• تطبق القواعد المذكورة آنفاً على مناولات الهواء وكما هو موصوف في وثائق العطاء.

15-4/3/1 السيطرة على درجة الحرارة والرطوبة النسبية لمناولات الهواء الابتدائية

(Space temperature& relative humidity control for the primary air handling units)

• عند تشغيل مناولة الهواء، يجب ان تفتح بوابات الاخماد في شبكة الهواء النقي والتفريغ حتى الحدود المقررة لها والمؤشرة في المخططات، وبخلافه تثبت هذه البوابات عند المواضع الثابتة لكل منها.

• تغلق بوابات الهواء النقي والتفريغ عند اطفاء المناولة. ويجب ان يجهز مفتاح سيطرة يدوية لتعطيل التعشيق الآلي لبوابات الاخماد (في شبكة التفريغ السقفية).

• خلال فصل الشتاء، وعند تخصيص ملفات التسخين الابتدائي في وثائق العقد فان هذه الملفات يسيطر عليها صمام مزج ثلاثي يتسلم اشارته من المسيطر الحراري(الثرموستات) في مجرى الهواء الطلق وبحسب ما هو مبين في المخططات وذلك للحفاظ على درجة الحرارة المقررة.

• تتحقق السيطرة على الرطوبة النسبية خلال فصل الشتاء بواسطة مصفوفة من المرذذات تجهز بالماء من خزان سقفي ومن خلال صمام كهرومغناطيسي يعمل تحت سيطرة مرطاب مثبت في مجاري السحب. وتوقف هذه المرذذات عن العمل في فصل الصيف.

• في اثناء فصلي الصيف والشتاء تتحقق السيطرة على ملفات التبريد (او التسخين) بواسطة صمام المزج الثلاثي والذي يتسلم اشارته من المسيطر الحراري (الثرموستات) الذي يتحكم في تجهيز الهواء (الكائن عند منفذ الهواء من الملف) وكما هو مبين في مخطط السيطرة.

• تطبق القواعد المذكورة آنفاً على مناولات الهواء وكما هو موصوف في وثائق العطاء والمخططات.

15-5/3/1 السيطرة على درجة حرارة الفضاء لوحدات المروحة والملف

(Space temperature control for fan coil units)

• يجب ان تتضمن منظومة السيطرة مفتاحاً للتحكم اليدوي بسرعة المروحة بثلاث درجات، مع مسيطر حراري (ثرموستات)، ومفتاح اختيار يدوي لوضعية الصيف او الشتاء.

• يتحكم المسيطر الحراري(الثرموستات) للغرفة بعمل الصمام الثلاثي الكهرومغناطيسي.

• يجب ان تبقى المروحة مشتغلة مالم يوضع مفتاح التحكم بالسرعة على وضعية الايقاف.

• يجهز مفتاح اختيار السرع بنقطتي توصيل اضافية لتفعيل المنظومة عندما يكون المفتاح على وضعية التشغيل.

• يعمل المسيطر الحراري(الثرموستات) على السيطرة على الصمام الكهرومغناطيسي بناء على درجة الحرارة في المكان المثبت به ذلك المسيطر الحراري(الثرموستات).

• يجب تثبيت المسيطر الحراري (الثرموستات) ومفتاح اختيار السرع على الوحدات الشاقولية، حيث يقوم المسيطر الحراري (الثرموستات) بتحسس درجة حرارة الهواء المسحوب. كما يجب ان تشتمل لوحة مفاتيح الثرموستات على مفتاح اختيار وضعية الصيف او الشتاء.

15-4/1 التسليك الكهربائي (Electrical wiring)

ان مسؤولية التسليك الكهربائي لمنظومة السيطرة تقع على عاتق مقاول اعمال التكييف الذي عليه تضمين هذه الاعمال في عقده. ويجب ان ينفذ العمل بالتنسيق مع مقاول الاعمال الكهربائية حيث سيكون الاخير مسؤولا عن تنصيب لوحات المفاتيح والتسليك الكهربائي الرئيس لكامل منظومة التكييف والتهوية. يجب ان يكون تسليك منظومة السيطرة داخل قنوات من صفائح الحديد السميكة والمطلية، وتكون الاسلاك من النحاس المغلف بلدائن PVC وذات تحمل لجهد 250 فولت.

15-5/1 صمامات تنفيس الضغط (Pressure release valves)

لتحقيق التوازن الصحيح في دوائر الماء الابتدائية والثانوية وتخفيف الحمل عن مضخات ماء الدوائر الابتدائية والثانوية، يجب تجهيز صمامات تنفيس آلية في مواضع منتخبة بشكل مدروس في كل من الدوائر الابتدائية للماء المثلج والماء الساخن واينما دعت الضرورة وكما هو محدد في وثائق العطاء وكما مبين في المخططات.

15-1/6 منظومة ادارة السيطرة على البناية (BMCS) (Building management control system)

15-1/6/1 فكرة عامة (General)

- يحتوي هذا البند على أسس التصميم لمنظومة السيطرة على البناية (BMCS).
- تعرض جميع التصاميم وجداول الكميات على جهة استشارية قبل مباشرة العمل، وذلك لتفادي الوقوع في الاخطاء خلال التنفيذ او التعرض لمشاكل انعدام التنسيق.
- يجب ان تعقد حلقات نقاشية قبل التنفيذ بين جميع الاختصاصات العاملة على التصاميم والتنفيذ للتنسيق حول عملية السيطرة للبناية. وذلك يشمل (على سبيل المثال لا للحصر) المقاول الرئيس ومقاولي الاعمال الميكانيكية والكهربائية والانذار والسيطرة اضافة الى ممثل رب العمل.

15-1/6/2 تصميم المنظومة ومتطلبات الاداء (System design & performance requirements)

15-1/6/2/1 الربط بالمحطة المركزية (Connection to central station)

ترتبط جميع البنايات المجهزة بمنظومة BMCS بمحطة الحاسوب لمنظومة BMCS المركزية في بناية قسم الصيانة. ويفضل ان يكون الارتباط بواسطة الالياف الضوئية. يجب تجهيز جميع مستلزمات العمل والمواد لتحقيق الاتصال من خلال توصيلات الالياف الضوئية من النوع ST والموجودة في غرفة الاتصالات. كما تجهز مستلزمات العمل والاسلاك والاجهزة والملحقات لمراكز توصيل الالياف الزجاجية في جميع البنايات لتحقيق الارتباط بمحطة الحاسوب المركزية.

15-1/6/2/2 توليد البيانات (Data generated)

يجب برمجة منظومة ادارة السيطرة على البناية (BMCS) لتوليد بيانات منظومة التدفئة والتهوية والتبريد اليومية المطلوبة للسيطرة ويشمل ذلك درجة الحرارة والرطوبة النسبية الخارجية.

15-1/6/2/3 تقدير الحالة (Positive status)

يجب ان تبرمج منظومة ادارة السيطرة على البناية (BMCS) لاعداد تقرير حالة الاجهزة كالمراوح والمضخات، ويفضل ان يتحقق ذلك من خلال زرع المتحسسات على اسلاك تجهيز القدرة الكهربائية للمحركات.

15-1/6/2/4 موقع لوحة السيطرة (DDC Panel location)

يجب ان تثبت لوحة السيطرة (DDC) في مكان مكيف الهواء وذلك لتحقيق الظروف البيئية لراحة شاغلي البناية.

15-1/6/2/5 السيطرة اليدوية (Manual control)

يجب ان تجهز البناية بمفاتيح سيطرة يدوية لجميع المراوح والاجهزة لاستعمالها عند الحاجة الى التشغيل اليدوي.

15-1/6/2/6 **مواضع تثبيت المتحسسات (Space sensor mounting)**

يجب تثبيت جميع متحسسات درجة الحرارة على ارتفاع 1.5م من مستوى ارضية الفضاء. ويجب حماية هذه المتحسسات من تداخل شاغلي البناية، اذ من السهل ان تتضرر هذه المتحسسات اذا وضعت بنفس ارتفاع مفاتيح الانارة.

مراجع الباب 15

[1]- "*Temperature Control Systems*", AABC National Standards, Ch. 12, (2002).

[2]- "*A Data Communication Protocol for Building Automation and Control networks to ASHRAE*", ANSI/ASHRAE 135, (2004).

[3]- "*Method of Test for Conformance to ASHRAE*", ANSI/ASHRAE 135.1, (2007).

[4]- "*Temperature-Indicating and Regulating Equipment*", CSA C22.2 No. 24-93, (2003).

[5]- "*Performance Requirements for Electric Heating Line-Voltage Wall Thermostats*", CSA C273.4-M1978, (2003).

[6]- "*Performance Requirements for Thermostats Used with Individual Room Electric Space Heating Devices*", CSA CAN/CSA C828, (2006).

[7]- "*Temperature-Indicating and -Regulating Equipment*", UL 873, (2007).

[8]- "*Control Centers for Changing Message Type Electric Signals*", UL1433, (2003).

[9]- "*Automatic Electrical Controls for Household and Similar Use; Part 1 General requirements*", UL 60730-1A, (2002).

[10]- "*Process Control Equipment*", UL 61010C-1, (2002).

[11]- "*Residential Controls—Electrical Wall-Mounted Room Thermostats*", NEMA DC 3, (2003).

[12]- "*Residential Controls—Surface Type Controls for Electric Storage Water Heaters*", NEMA DC 5, (2002).

[13]- "*Residential Controls—Temperature Limit Controls for Electric Baseboard Heaters*", NEMA DC 10-1983, (2003).

[14]- "*Hot-water Immersion Controls*", NEMA DC 12-1985, (2002).

[15]- "*Line-Voltage Integrally Mounted Thermostats for Electric Heaters*", NEMA DC 13-1979, (2002).

[16]- "*Residential Controls—Class 2 Transformers*", NEMA DC 20-1992, (2003).

[17]- "*Safety Guidelines for the Application, Installation, and Maintenance of Solid State Controls*", NEMA ICS 1.1-1984, (2003).

الباب 16
الخزانات (Tanks)

16-1 الخزانات (Tanks)

16-1/1 خزانات الوقود والزيوت (Fuel oil storage tanks)

- يجب تصنيع الخزانات من صفائح الفولاذ الاسود بسمك 6 ملم باستعمال اللحام وان تكون مجهزة بفتحة وغطاء بسمك 8 ملم. يجب ان تكون الخزانات مدعمة بشكل مناسب وتحتوي على سلالم داخلية لاغراض الفحص. يجب فحص الخزان في الموقع تحت ضغط جوي واحد.

- يجهز الخزان بانبوب ملء قطره 75ملم وحلمة (توصيلة) للتجهيز بالوقود ملائمة للقياس المحلي، وتجهز الحلمة بغطاء من البراص وسلسلة ربط. تقفل جميع هذه المكونات داخل صندوق خرساني يثبت في موضع مناسب وبحسب توجيه المهندس المقيم. يجهز الصندوق الخرساني ببوابة يمكن اقفالها. بالامكان تغيير قطر انبوب الملء إذا اشارت المخططات او وثائق المناقصة لذلك.

- يستعمل انبوب تنفيس واحد بقطر 50 ملم يرتفع اعلى الخزان وخارج البناء ويكون مجهزاً بغطاء ضد الماء.

- تجهز خزانات زيت الوقود بالملحقات والاجزاء المساعدة كما هو مطلوب في المواصفة البريطانية الجزء3 لسنة 1965، كما تجهز بمقياس كهربائي لمستوى الوقود مثبت في غرفة المكائن.

- تطلى السطوح الخارجية بطبقة اساس من قار الفحم وتنفذ عملية الطلاء عند درجات حرارة بين 15و17درجة مئوية، ورطوبة نسبية اقل من 80%.

- يجب طلاء الخزان بطبقة ثانية من قار الفحم وذلك بعد جفاف الطبقة الاولى وقبل انقضاء مدة الجفاف القصوى المحددة من قبل منتج الطلاء. إلا ان عملية الطلاء الثانية تكون على الساخن لانتاج طبقة طلاء جافة بسمك لايقل عن 1.6ملم. تجرى هذه العمليات بالالتزام التام بتعليمات منتج الطلاء.

- يفحص الطلاء النهائي لكشف العيوب او الاماكن غير المطلية حيث يجب التصليح بطلاء هذه المناطق بطبقة واحدة من قار الفحم الساخن.

- يمكن انجاز عمليات تحضير سطوح الخزانات وطلاء الاساس اما في ورشة التصنيع او في موقع العمل وبحسب قرار المهندس المقيم.

- يجب تنصيب الانابيب بين الخزان والمضخات مع ملحقاتها من الصمامات والمصفيات والاجزاء المساعدة الاخرى كما مبين في المخططات. ويجهز خط السحب من الخزان بصمام عدم الرجوع كما يجهز هذا الخط بصمام بوابي للقطع.

- يجب حماية الانابيب المطمورة تحت الارض او في الخرسانة او الجدران بطبقة اساس من قار الفحم ثم طبقتين من طلاء قار الفحم.

- قياسات صفائح الخزان (بضمنها قياسات القضبان) يجب ان تكون من جهة مصنعة قياسية كاملةً مع شبكة الانابيب والصمامات والتركيبات والملحقات.

16-2/1 خزان الوقود اليومي (Daily Oil Tank)

يجهز وينصب خزان صرف يغطي الاستهلاك اليومي للوقود وبحسب مايأتي:

- يصنع الخزان من صفائح الحديد الاسود وبسمك لايقل عن 3ملم.
- يطلى السطح الداخلي للخزان بطبقتي طلاء مقاوم لزيت الوقود. ويطلى السطح الخارجي بطبقة اساس تقاوم الصدأ وبطبقتي طلاء للانهاء.
- تنصب الخزانات في الغرفة المخصصة وبالقياسات المبينة في المخططات، ويحتوي الخزان على المواصفات التالية:
- انبوب تنفيس.
- انبوب ترجيع الوقود من المراجل.
- انبوب ترجيع الى الخزان الرئيس.
- انبوب تفريغ.
- انبوب سحب.
- مسيطر مستوى الوقود للمضخات.
- مسيطر امان لمستوى الوقود للمضخات.
- مقياس مستوى بصري.
- فتحة دخول للصيانة.
- محامل الخزان.

16-3/1 خزان التمدد (Expansion Tank)

يجهز خزان التمدد من النوع المفتوح وينصب كما هو مبين في المخططات. يجب ان يكون خزان التمدد بالسعة الكافية لاستيعاب الزيادة القصوى في الماء بدون ان يطفح، على ان لاتقل سعة الخزان عن 5% من كمية الماء الكلية في تلك المنظومة. ينصب خزان التمدد بارتفاع لا يقل عن 1.0 م فوق مستوى اعلى جهاز يجهزه ذلك الخزان. يتصل الخزان مباشرة بخط سحب مضخة تدوير الماء. يجهز خزان التمدد بانبوب تفريغ ومنفذ للماء الفائض، اضافة الى انابيب التوصيل بالأجزاء التي في اسفله وتوصيلة للملء بقطر 20ملم ذات طوافة. يصنع الخزان من صفائح الحديد المغلون بسمك 1.6 ملم. يوصل كل من منفذ التفريغ والماء الفائض باقرب بالوعة تصريف. يطلى الخزان من الداخل والخارج بطبقة اساس وطبقتي طلاء انهاء ذات اساس اسفلتي. يعزل الخزان بالواح الصوف الزجاجي بسمك 50 ملم ويغلف بشبكة سلكية كما يجب حماية السطح الخارجي للصوف الزجاجي بطبقة من رقائق الالمنيوم او الصفيح المغلون بسمك 0.6 ملم.

16-4/1 **خزانات الغاز السائل (LP Gas storage tank)**

تجهز هذه الخزانات بالسعات المبينة في المخططات. يبنى الخزان من صفائح الفولاذ الملحومة، التي تصمم وتصنع وتفحص لتتحمل ضغطاً داخلياً قدره 25.5 كغم/سم^2 وينصب الخزان على وفق شروط المواصفة الامريكية المجلد5 NFPA والمواصفة الامريكية ASME ليعمل تحت ضغط تشغيلي مقداره 17 كغم/سم^2 ودرجة حرارة 51.5 درجة مئوية. يعالج الخزان بطلاء ملائم للاستعمال تحت الارض ويجهز بوسائد الاسس مع مسامير ملولبة للربط بالارضية وغطاء وقاية التوصيلات. كما يجهز الخزان بالتوصيلات الانبوبية والصمامات والمقاييس الملائمة لاستعمالات الغاز السائل وكما هو موصوف في المخططات.

مراجع الباب 16

[1]- "*Specification for Perpendicularly Oriented Mineral Fiber Roll and Sheet Thermal Insulation for Pipes and Tanks*", ASTM C1393-00a, (2006).

[2]- "*Construction and Test of Electric Storage-Tank Water Heaters*", CAN/CSA-C22.2 No. 110-94, (2004).

[3]- "*Performance of Electric Storage Tank Water Heaters for Household Service*", CSA C191, (2004).

[4]- "*Energy Efficiency of Electric Storage Tank Water Heaters and Heat Pump Water Heaters*", CSA C745, (2003).

[5]- " *Electric Storage Tank Water Heaters*", UL ANSI/UL 174, (2004).

[6]- "*Oil-Fired Storage Tank Water Heaters*", UL ANSI/UL 732, (1995).

[7]- "*Commercial - Industrial Gas Heating Equipment*", UL 795, (2006).

[8]- "*Electric Booster and Commercial Storage Tank Water Heaters*", UL ANSI/UL 1453, (2004).

الباب 17
المخازن المبردة (Cold rooms)

17-1 المخازن المبردة (فكرة عامة) (Cold rooms) (General)

- يقوم المقاول بتجهيز منظومة تبريد مباشر متكاملة للمخازن المبردة وكما مبين في المخططات، حيث تتضمن المنظومة وحدات تكثيف مبردة بالماء او بالهواء، ووحدات التبريد (المبخرات)، والانابيب النحاسية اللازمة مع عوازلها الحرارية، والمبادلات الحرارية، ومضخات الماء، وبرج التبريد، واجهزة السيطرة، وابواب المخازن المبردة والعزل الحراري وكما هو مطلوب في وثائق المناقصة والمخططات المرافقة لها.

- يجب ان تحدد درجة الحرارة المطلوبة داخل المخزن المبرد.

- يجب الرجوع الى المخططات المدنية والانشائية للاطلاع على تفاصيل سقف المخزن. حيث يمكن تثبيت وحدات التبريد على جدران المخزن او تعليقها في السقف.

- يجب ان تتحقق عملية اذابة الجليد كهربائياً (Electric defrost). لذا تجهز ملفات المبخرة بعناصر تسخين كهربائي محفوظة داخل اغلفة من الفولاذ المقاوم للصدأ مغروزة داخل ملفات التبريد لتسخينها من الداخل. كما يجهز وعاء لتجميع الماء الذائب بعناصر تسخين كهربائي محفوظة داخل اغلفة معدنية ايضا وذلك لمنع انجماد الجليد الذائب. تكون عناصر التسخين محكمة في اغلفتها لاغراض السلامة ويمكن تفكيكها ورفعها لاغراض الصيانة. تشتمل الاجهزة المساعدة لمنظومة اذابة الجليد على جهاز توقيت، ومفاتيح كهربائية آلية لتشغيل وايقاف محركات المراوح، وصمامات كهرومغناطيسية لانابيب السائل، ومسيطر حراري (ثرموستات) لتحديد درجة حرارة التشغيل، وصمام كهرومغناطيسي لاعادة تصفير المنظومة وأية ملحقات اخرى لتكتمل دورة اذابة الجليد بشكل آلي وتتكرر مرة واحدة خلال 24 ساعة. كما يجب ان تتضمن المنظومة جميع مستلزمات السلامة الواجب توافرها في هكذا منظومات.

- يجب ان تقاس سعة اداء المنظومة على زمن تشغيل يومي قدره 16 ساعة وليس 24 ساعة.

- تكون السعات المقدرة للاجهزة المستعملة في منظومة التثليج مستندة الى البيانات المدرجة في المخططات.

17-1/1 وحدات التكثيف المبردة بالماء (Water cooled condensing unit)

17-1/1/1 فكرة عامة (General)

يقوم المقاول بتجهيز ونصب وحدات تكثيف مبردة بالماء ذوات ضواغط محكمة الاغلاق. تصنع هذه الوحدات وتفحص بمواصفة مستندة الى المواصفات الامريكية القياسية وخاضعة لشروط السلامة بحسب المواصفة ASHRAE safety code.

17-1/1/2 السعة (Capacity)

تكون السعة وتقدير الاداء كما هو مبين في جداول الكميات والمخططات.

17-1/1/3 مكونات الوحدة (Unit assembly)

تشتمل وحدة التكثيف على المكثف المبرد بالماء، والضاغط، وصمام قطع خط السحب، وصمام قطع خط الدفع، وصمام قطع السائل، وصمام شحن الملف، ولوحة العدادات التي تحتوي على عدادات الضغط لخطي السحب والدفع وصمامات القطع ولوحة السيطرة ومصابيح الاشارات اضافة الى خزانات معزولة صوتيا وذات مظهر جمالي. تفحص الوحدة الكاملة فحص عدم النضوح ثم تجفف من اثار الرطوبة وتشحن الى موقع العمل وهي مجهزة بالزيت وغاز التبريد. ويجب ان لاتركب الوحدة على وسائد عزل الاهتزاز.

17-1/1/4 المكثف (Condenser)

يكون المكثف من نوع متعدد الممرات، ومن تركيبة الغلاف والانبوب حيث يصنع الغلاف من الفولاذ والانابيب تكون نحاسية مزعنفة. يجهز المكثف بصمام تنفيس الضغط، صمام تنظيف وصمام مقطع خط الغاز المسال. يصنع المكثف استنادا الى مواصفة ASME الامريكية ويكون مختوماً بختم صلاحية العمل تحت ضغط 21 كغم/سم^2 لجانب غاز التبريد وضغط 10.5 كغم/سم^2 لجانب سائل التبريد. يشترط امكانية رفع اغطية نهايات المكثف لاغراض التنظيف الميكانيكي.

17-1/1/5 الخواص الكهربائية (Electrical characteristics)

يجب اعداد وحدة التكثيف للعمل بمجهز قدرة كهربائية يعمل بفرق جهد 380 فولت بثلاثة اطوار و50 ذبذبة/ثا.

17-1/1/6 الضاغط (Compressor)

يستعمل ضاغط من النوع المحكم (Hermetic). يجب أن يبدأ الضاغط عمله بدون حمل تبريد ويكون ذا ثلاث مراحل تحميل على الاقل. يجهز الضاغط بوسادات تثبيت مطاطية، مع سخان كهربائي لزيت حوض المرفق، وصمامات تنفيس الضغط العالي والواطئ، ومصفاة خط السحب وغرفة عزل السائل ومضخة زيت ذات ازاحة موجبة وقابلة لقلب الحركة ومن نوعية التروس المسننة. يجهز الضاغط ايضا بمضخة زيت شافطة (Scavenge) تكون جزءا من خط رجوع الزيت من غرفة المحرك الكهربائي وتقلل رغوة الزيت عند بدء اشتغال المضخة. يجهز الضاغط بدورة تزييت متكاملة تشتمل على مصفاة ذات سعة جريان مطلقة، ومصفاة خشنة، ونافذة زجاجية لمستوى الزيت، وسدادات مغناطيسية اضافة الى صمامات تفريغ وملء الزيت. يمتلك محرك الضاغط جميع مواصفات الحماية بضمنها مجس حراري عميق "Deep Probe".

17-1/1/7 المسيطرات (Controls)

يجب ان تعمل منظومة السيطرة بفرق جهد 220 فولت وتتضمن مسيطراً حرارياً (ثرموستات)، وفواصم دائرة السيطرة، ومتابعات كهربائية غير قابلة للاسترجاع، ومفتاحاً يدوياً للتصريف، ومفاتيح تحسس

الضغط العالي والواطئ العامل، ومفتاح امان الضغط لدورة الزيت، ومفتاح التشغيل والايقاف مع مصابيح الاشارة. تعد لوحة السيطرة للعمل كهربائيا. وعلى المقاول تجهيز ونصب مفتاح قطع مجهز بفاصم وموصول لنقاط بادئ الحركة.

17-2/1 وحدات التكثيف المبردة بالهواء (Air cooled condensing unit)

17-1/2/1 وحدة التكثيف (Condenser Unit)

يكون تجهيز وحدات التكثيف للغرف المبردة كما هو مخصص في وثائق المناقصة وكما مبين في المخططات وبالمواصفات والاداء المقدر المبين في جداول الكميات. تصنع هذه الوحدات وتفحص بمواصفة مستندة الى المواصفات الامريكية القياسية وخاضعة لشروط السلامة بحسب المواصفة ASHRAE safety code. يكون الضاغط نصف محكم ويدار بمحرك كهربائي ثلاثي الطور يعمل بفرق جهد 380 فولت وبتردد 50 ذبذبة/ثا، وملائماً للعمل بغاز تبريد صديق للبيئة. تجهز وحدة التكثيف متكاملة بملفات مصنوعة من انابيب النحاس ومزعنفة بالالمنيوم ملائمة للتبريد بالهواء، مجهزة بخزان لغاز التبريد، مع صمام شحن، وعدادات على خطوط السحب والدفع، ومبادل حراري، ومصفاة غاز خشنة، ومجففة، ومصفاة ناعمة، ومؤشر للغاز المسال، ونافذة مراقبة مستوى الزيت، مع صمام كهرومغناطيسي، ومسيطر حراري (ثرموستات)، وصمامات قطع لخطوط السحب والدفع والغاز المسال، اضافة الى جميع الملحقات الثانوية التي تكمل دورة التثليج. كما تجهز ايضا بالمسيطرات الآلية بضمنها اجهزة السيطرة على الحمل الفائض.

17-2/2/1 المسيطرات (Controls)

تكون منظومة السيطرة كما هي موصوفة في الفقرة (17-1/1/7).

17-3/1 وحدة التبخير (Cooler unit)

- على المقاول تجهيز ونصب المبخرات وكما هو موصوف في وثائق المناقصة والمخططات. تكون المبخرات من النوع الذي يعمل بالتمدد المباشر (Direct expansion)، وذات انابيب نحاسية مزعنفة بمعدن لاحديدي ومفحوصة تحت ضغط 21 كغم/سم^2 وبالسعة المبينة في جداول الكميات.
- تستعمل المبخرات العاملة بنظام اذابة الجليد الكهربائي وكما هو موصوف في الفصل (17-1).
- تكون المراوح موصولة بشكل مباشر وتدار بواسطة محركات كهربائية. تجهز محركات المراوح بوسائل الحماية من الحمل الفائض وتكون كاملة الاحكام.
- تكون جميع القطع الداخلية لوحدات التبخير اما مثبتة على الجدران او في السقف، ويكون تثبيتها بمواقع تحقق حسن التوزيع خلال الفضاءات التي يراد تثليجها.
- تكون جميع القطع الداخلية لوحدات التبخير داخل اغلفة من الالمنيوم المطلية بطلاءات جذابة.
- تجهز احواض تصريف الماء بتوصيلات التصريف ويجب امالتها بشكل ملائم لاغراض التصريف. ويجب امالة انبوب التصريف (1.0 سم لكل 3م هو الميل المفضل) الى الاسفل باتجاه المخروج من

الوحدة. يجهز خط التصريف بمصيدة خارج الغرفة المبردة وذلك لمنع الهواء الدافئ الرطب من الدخول الى الغرفة عبر هذا الخط.

• يجهز مبادل حراري بين خط السحب والسائل وينصب كجزء من المنظومة وذلك لضمان اقصى سعة عمل خلال جميع اوقات الاشتغال.

• تجهز جميع القطع الداخلية لوحدات التبخير بصمام تمدد منظم حراريا. ويجب أن تختار هذه الصمامات على اساس السعة المطلوبة ودرجة حرارة الغاز المسال عند نهاية المكثف والتي صممت بموجبها وحدة التبخير. يجب استعمال صمامات موزونة خارجيا، كما يجب تثبيت صمام التمدد على خط الغاز المسال بين المبادل الحراري ومدخل ملف المبخر وبواقع صمام لكل مبخر.

17-4/1 مسيطرات دورة التثليج (Refrigeration cycle controls)

• على المقاول تجهيز منظومة آلية للسيطرة على درجة الحرارة تشمل جميع وحدات المسيطرات الحرارية (ثرموستات)، والصمامات، والمتابعات، واجهزة السيطرة الاخرى، والمنظمات اضافة الى كامل تسليك الانابيب والتسليك الكهربائي.

• يجب تشغيل وايقاف مراوح وحدات التبخير يدويا من داخل غرفة الآلات.

• يجب تشغيل الضواغط يدويا عند ابتداء عمل المنظومة ثم يكون تشغيلها آليا بعد ذلك. يجب ان يشتغل الضاغط كلما تطلب تجهيز حمل تبريد لاي من وحدات التبخير. تكون عملية التحميل او رفع الحمل من الضاغط بشكل آلي وبواسطة مسيطر الضغط عند خط السحب.

• ان انخفاض ضغط خط السحب دون مستوى معين يجب ان يوقف الضاغط عن العمل، ويعود للاشتغال ثانية عند ارتفاع الضغط فوق مستوى الاطفاء.

• كما يجب اطفاء الضاغط عند ارتفاع ضغط الرفع عن الحد المقرر للاشتغال. ويعاد تشغيل الضاغط بعد ذلك يدويا بعد الضغط على مفتاح اعادة الضبط وهبوط الضغط دون حد الاطفاء.

• يجب أن يتحقق التعشيق الآلي بين الضاغط والمضخة بحيث لايبدأ الضاغط بالعمل إلا باشتغال المضخة.

• يجهز خط سحب الضاغط بمنظم للضغط الراجع وذلك لضمان عدم انخفاض ضغط السحب للضاغط دون الضغط العامل او على الاقل لاينخفض دون الحد الآمن عند اشتغال وحدة واحدة فقط من وحدات التبخير المزدوجة. يطبق هذا الاجراء عند ربط اكثر من وحدة تبخير بمكثف واحد فقط.

• يسيطر على اشتغال كل وحدة تبخير في كل غرفة مبردة مسيطر حراري (ثرموستات) لتلك الغرفة والذي بدوره يشغل الصمام الكهرومغناطيسي لخط الغاز المسال. يجهز كل صمام كهرومغناطيسي بمصفاة للغاز المسال مع صمامين قطع على جانبيه يستعملان عند تنظيف المصفاة او تبديل الصمام الكهرومغناطيسي.

17-1/5 **انابيب مائع التثليج (Refrigerant piping)**

- على المقاول تجهيز جميع انابيب المائع، وملحقات الانابيب، والصمامات، وانابيب المرور الجابني، وانابيب الغاز المسال، وصمامات التمدد (بواقع صمام لكل مبخر)، وصمام كهرومغناطيسي لخط السائل، ونافذة مراقبة الغاز المسال، والملحقات مثل مجففة الغاز المسال ...الخ.

- تصنع الانابيب بطريقة السحب على البارد من النوع "L" وتكون الانابيب وملحقاتها من النحاس طراز ASA321.1. تنجز جميع وصلات الانابيب وملحقاتها بطريقة لحام المونة وباستعمال سبيكة لحام الفضة.

17-1/5/1 **المواد المستعملة (Materials)**

- الصمامات: تكون من البرونز ومجهزة باغطية احكام وهي من النوع المجنح الخاص باعمال التثليج وبنهايات ملحومة. تكون نهايات صمامات القطع ذوات قواعد اقفال خلفية وملائمة لربط العدادات.

- صمامات الخنق: تكون ملائمة للعمل مع الغازات.

- المواد الاختصاصية: وتشمل المصفيات، والمجففات، والمصفيات الناعمة، ومبينات الغاز المسال ...الخ.

17-2/5/1 **المبادل الحراري للدورة الحرارية (Heat cycle exchanger)**

يجب تنصيب مبادلات الدورة الحرارية كماهو مبين في المخططات وعلى جهة الضاغط بوضع افقي. يوضع المبادل فوق مستوى مدخل خط السحب الى الضاغط وذلك لمنع انتقال زيت الضاغط اليه. يعزل المبادل حراريا بعد تنصيبه وذلك لمنع تكاثف الماء على سطوحه الخارجية.

17-3/5/1 **العزل (Insulation)**

- يجب عزل جميع انابيب المائع حراريا بحسب اشتراطات مدونة العزل الحراري العراقية (م.ب.ع.501) .

17-6/1 **بناء المنظومة (Construction)**

- يجب ان يكتمل بناء المخزن المبرد خلال المدة المحددة وباستعمال عمال مهرة مدربين على هذا النوع من العمل.
- يجب ان تستعمل أجهزة التبريد الحديثة والمعتمدة.
- يجب ان تستعمل الواح تبطين الجدران الداخلية والخارجية مصنوعة من الحديد المغلون المصبوغ ومعزولة بمادة البولي يوريثين الخالي من مواد CFC وHCFC.
- يجب ان يتحقق تهذيب وتنعيم جميع الحافات والاركان.
- يجب فرش ارضية المخزن بسجاد مطاطي يمنع التزحلق.
- تستعمل وسائل الترصيف السريع لالواح التبطين وقطع التثبيت المصنوعة من المواد المركبة لتضمن الربط المحكم لمكونات المخزن.
- يجب احكام الفواصل بين الواح التبطين برغوة من مادة PVC لضمان الاحكام الهوائي والغاء الحاجة لاي نوع اخر من مواد الاحكام.

● يجب تعليق وحدات التبخير على الواح قياسية يمكن تثبيتها بسرعة وسهولة على جدران او سقوف المخازن المبردة.

● يجب ان تستعمل وحدات التكثيف من النوع الملائم للمناطق الحرارية (46 درجة مئوية فما فوق) والتي يستعمل فيها غاز تبريد صديق للبيئة وتكون مجهزة بوسائل انذار عند بلوغ درجات الحرارة العالية والواطئة.

● يجب تسوية الارض التي ينصب عليها مخزن مبرد بحيث لايزيد فرق المستوى على 1.0سم.

17-1/7 اداء المنظومة (Performance)

● ان عملية اذابة الجليد بالغاز الساخن وتبخير ماء الذوبان تساعد في تقليل كمية الطاقة المطلوبة وتقليل زمن الاذابة وتحد من عملية تدفئة الغرفة المبردة في اثناء الاذابة.

● تجهز جميع الغرف المبردة بمصابيح انارة داخلية مقاومة للماء على وفق المواصفة IP54 وتثبت على الالواح الداخلية للغرفة.

● يجب ان تتضمن لوحة السيطرة: مفتاح تشغيل واطفاء مضاء، ومفتاح تشغيل الانارة الداخلية، ومصباح دلالة اشتغال المنظومة، ومصباح دلالة اشتغال دورة اذابة الجليد، ومسيطراً حرارياً (ثرموستات) مع شاشة رقمية.

● يجب ان تكون باب الدخول من النوع الذي يفتح على جهة اليمين وتكون مكسورة الحافات والاركان، وتجهز بحشوة احكام مغناطيسية، وتمتاز بقابلية عزل حراري جيد لتقليل خسائر الطاقة وتقليل كلفة التشغيل.

● تجهز الباب بقبضة فتح ذات تصميم جيد وقفل مع امكانية فتح الباب من الداخل لأجل عدم احتجاز العاملين داخل الغرفة المبردة عند اغلاق الباب عن طريق الخطأ.

● يجب تجهيز المنظومة بشاشة سيطرة من نوع LCD مجهزة بمنفذ توصيل متسلسل.

● تخضع المنظومة لانظمة السلامة والنظافة الوطنية النافذة.

17-1/8 الابواب ذات العزل الحراري (Insulated doors)

على المقاول ان يجهز ابواباً للمخزن المبرد كما هو مبين في المخططات. وتصنع هذه الأبواب بطريقة تقلل من التسريب الحراري لأدنى حد، بجعل العزل الداخلي بمادة الستايروبور بسمك 100ملم مع استعمال مادة الاسفلت الحار بين الطبقات. اما السطوح الخارجية للعازل فتكون بمادة عازلة لبخار الماء مصدق عليها.

تجهز الباب بنافذة مراقبة أبعادها 20سم*20سم مزججة بثلاث طبقات من الزجاج مثبتة في قنوات مطاطية.

يصنع هيكل الباب من قطع الشب المركبة بطريقة التجاويف والنتوءات المصمغة وبسمك 10سم، وتكون حافاتها مشنفرة، ومجهزة بكتل خاصة لتثبيت المفاصل والاقفال، ويكون الهيكل مقوى بقضبان الخشب المتقاطعة. تثبت الاطارات الثابتة للباب بجدران المخزن عند ثلاث نقاط لكل عضادة من عضادات

الإطار، وتمتد العضادة من الارضية وحتى السقف، ويجب اسناد الاطر بشكل يحقق صمودها في اثناء الصدمات عند فتح وغلق باب المخزن. يجب ان تكون قياسات الباب بحيث تغطي الإطار الثابت جزئيا ولا تدخل فيه. يجهز الباب بمفاصل واقفال مصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ وذات متانة تقاوم الاستعمال الشديد.

17-9/1 التنصيب والمهارات المطلوبة (Insulation and workmanship)

17-1/9/1 الجدران (Walls)

يجب تنظيف جميع الجدران المطلوب عزلها من الاوساخ والشحوم. ينبغي تحضير الجدران الخام لاغراض العزل بالستايروبور وذلك بتسويتها واكسائها بالسمنت وتركه حتى يجف تماما قبل تركيب العازل الحراري عليها.

تصنع خلطة السمنت من جزء واحد من السمنت الاعتيادي لكل ثلاثة اجزاء من الرمل النظيف. يمكن الاستعاضة عما لايزيد على 15% من السمنت بمسحوق الكلس. يرطب الجدار بشكل متساو بالماء النظيف، ويطلى بخلطة السمنت بطبقة او اثنتين بسمك لايقل عن 7ملم عند النقاط العالية من الجدران. يجب ان تتحقق تغطية الجدار المعد لاستقبال العازل بطبقة من طلاء الاساس الاسفلتي ويترك ليجف. تكون الطبقة الاولى المركبة من الواح الستايروبور مغطسة في الاسفلت غير الجاف لكي تكسى تماما بالاسفلت مع حافاتها وجميع سطوح الاتصال فيها. تطبق هذه الالواح بصفوف متوازية، وينبغي مخالفة الفواصل بين هذه الصفوف. ثم تنفذ الطبقة الثانية بنفس السياق عدا امكانية الاستغناء عن تغطيس الالواح بالاسفلت، وتكرر مخالفة فواصل الطبقة الثانية عن فواصل الطبقة الاولى. تثبت الواح الستايروبور بالجدران بشبكة اسلاك او بالكلاليب.

17-2/9/1 السقف (Ceiling)

يجهز السقف بمقاطع من الحديد على شكل الحرف T على مسافات 450 او 600ملم بين خطوط مراكزها، وتكون المقاطع من المقاسات الكافية لمنع انحناء السقف بنسبة كبيرة في اثناء تسليط الحمل الكامل عليه. يجب تثبيت مقاطع الحديد بالجدران بشكل جيد وتسند بحمالات وسطية، كما يجب طلاؤها بطبقة سميكة من الاساس الاسفلتي.

تطبق الطبقة الاولى من الستايروبور بحيث تتصل حافاتها مع شفاه مقاطع الحديد بشكل وثيق اضافة الى كون حافات الواح العازل مغطسة مسبقا بالاسفلت الحار. تطبق الطبقة الثانية من الستايروبور وتكون حافاتها مغطسة بالاسفلت ايضا ويجب ان تثبت الالواح قبل ان يبرد الاسفلت. يراعى عند تطبيق الالواح والصفوف مخالفة الفواصل بين صفوف الطبقة الواحدة وبين صفوف الطبقتين.

17-3/9/1 الارضية (Floor)

ينظف سطح ارضية المخزن من الاتربة والاوساخ ويجب التأكد من جفافه قبل ان يطلى بالاسفلت الساخن وقبل تطبيق الطبقة الاولى من العازل. يجب تطبيق الواح العازل بصفوف متوازية ويراعى مخالفة الفواصل بين الصفوف. تفرش طبقة من الاسفلت الساخن فوق طبقة العازل الاولى ثم تفرش الطبقة الثانية

من الواح العازل قبل ان يبرد الاسفلت. ويراعى ايضا مخالفة فواصل الصفوف وكذلك فواصل الطبقة الاولى. يغطى سطح طبقة العازل الثانية بطبقة من الاسفلت الساخن او طلاء اسفلتي معتمد. تفرش طبقة من السمنت خفيف الوزن بسمك 15سم (Vermiculite Insulating Concrete) ثم تكسى الارضية بالقرميد مع طبقة من مونة السمنت بسمك 1سم.

17-4/9/1 الجص والقرميد (Plaster and tiles)

يجب تثبيت جميع الواح الستايروبور التي تغطي الجدران والسقوف بالكلاليب والشبكات السلكية، وتغطى السقوف بخلطة السمنت، اما الجدران فتغطى بالقرميد المزجج وكما هو مبين في المخططات.

17-10/1 تنصيب انابيب غاز التبريد (Refrigerant pipe insulation)

يجب تغليف جميع الانابيب والصمامات وملحقات الانابيب للمخازن المبردة بطبقة سمكها 25ملم من الستايروبور او الصوف الزجاجي المقولب او اي مادة عازلة معتمدة. يجب حماية العازل بمواد مقاومة للماء كما يربط العازل باسلاك الحديد وعلى مسافات لاتزيد على 10سم. ثم يغطى العازل بطبقة من خلطة السمنت بسمك 10ملم والمكونة من جزء واحد من السمنت وثلاثة اجزاء من الرمل تطلى فوق شبكة من اسلاك الاقفاص ثم تدهن طبقة السمنت بطبقتين من الصبغ الابيض.

17-11/1 آلات القياس (Instruments)

- يركب مقياس ضغط ذو قطر 100ملم على خطي السحب والدفع لكل ضاغط.
- يركب مقياس لدرجة الحرارة على مداخل ومخارج ماء التبريد لكل مكثف.
- تجهز محارير دائرية بقطر 100ملم ذات بصيلة وانبوب شعري بطول مناسب تثبت في غرفة الآلات، بواقع محرار واحد لكل مخزن مبرد. تؤشر زجاجة المحرار بخط احمر سميك يشير الى حدود درجات الحرارة المقررة لكل مخزن مبرد.

مراجع الباب 17

[1]- "*Thermal Energy Storage: A Guide for Commercial HVAC Contractors*", ACCA, (2002)

[2]- "*Method of Testing Active Latent-Heat Storage Devices Based on Thermal Performance*", ASHRAE ANSI/ASHRAE 94.1, (2002).

[3]- "*Method of Testing Thermal Storage Devices with Electrical Input and Thermal Output Based on Thermal Performance*", ANSI/ASHRAE 94.2, (1981).

[4]- "*Method of Testing Active Sensible Thermal Energy Devices Based on Thermal Performance*",ANSI/ASHRAE 94.3, (1986).

[5]- "*Practices for Measurement, Testing, Adjusting, and Balancing of Building Heating, Ventilation, Air-Conditioning, and Refrigeration Systems*" , ANSI/ASHRAE 111, (1988).

[6]- "*Method of Testing the Performance of Cool Storage Systems*", ASHRAE ANSI/ASHRAE 150, (2000).

[7]- "*Design and construction of earth energy heat pump systems for Commercial and institutional buildings*", Canadian Standards Association (CSA) Standard C447-93, Ontario, (1993).

[8]- "*Design guide for cool thermal storage*", C.E. and J.S. Ellison., (1993).

الباب 18

منظومات التكييف ذات الوحدات (Unitary air conditioners)

18-1 منظومات التكييف ذوات الوحدات (فكرة عامة) (Unitary air conditioners) (General)

ان منظومات التكييف المجمعة هي منظومات مصنعة في مصانع انتاجية متخصصة، وتكون على شكل منظومات متكاملة تضم المبخر والضاغط والمكثف ووصلة الخنق إضافة الى المراوح ولوحة التشغيل الكهربائية ومنظومة السيطرة اضافة الى مسيطر درجة الحرارة داخل الغرف. ويمكن تصنيعها لكي تستعمل للتدفئة اضافة الى التبريد بمنظومة انعكاسية وتسمى بمنظومة " المضخة الحرارية " (heat pump). وهذه المنظومات تكون مبردة بالهواء لطرد الحرارة من المكثف وهناك منظومات مجمعة ولكن مبردة بالماء لطرد الحرارة من المكثف.

18-1/1 تصنيف المنظومات بحسب استعمالها

(Classification of unitary air conditioners according to their use)

تقسم هذه المنظومات الى الانواع العامة التالية:

18-1/1/1 المنظومات السكنية (Residential unitary air conditioners)

وهي التي تعمل اجهزتها بالقدرة الكهربائية ثلاثية الطور وبسعة تبريد لاتزيد على 19 كيلوواط وهي مخصصة للاستعمال السكني.

18-1/2/1 المنظومات التجارية الخفيفة (Light commercial unitary air conditioners)

وهي التي تعمل اجهزتها بالقدرة الكهربائية ثلاثية الطور وبسعة تبريد تصل لغاية 40 كيلوواط، ومصممة للاستعمالات التجارية للمساحات الصغيرة.

18-1/3/1 المنظومات التجارية (Commercial unitary air conditioners)

وهي التي تعمل اجهزتها بالقدرة الكهربائية ثلاثية الطور وبطاقة تبريد اكبر من 40 كيلو واط وتستعمل في المؤسسات التجارية الواسعة.

18-1/2 تصنيف المنظومات بحسب الفضاء المكيف وحجم الهواء

(Classification of unitary air conditioners according to conditioned space and air volume)

تتوافر المنظومات ذات الوحدات باشكال عديدة، ومنها:

18-1/2/1 منظومة الفضاء المفرد والحجم الثابت (Single-zone, constant-volume system)

والتي تشتمل على فضاء مكيف واحد ومسيطر حراري (ثرموستات) واحد يحافظ على درجة حرارة مقررة واحدة.

18-1/2/2 منظومة متعددة الفضاءات والحجم الثابت (Multi zone, constant-volume system)

وهي المنظومة التي تجهز عدة فضاءات ومسيطر حراري (ثرموستات) لكل فضاء وبدرجة حرارة مختلفة لكل فضاء.

18-1/2/3 منظومة متعددة الفضاءات والحجم المتغير(Single-zone, variable-volume system)

وهي المنظومة التي تجهز عدة فضاءات حيث تكون درجة حرارة الهواء المجهز من المنظومة بدرجة حرارة ثابتة، مع تغيير حجم الهواء المجهز لكل فضاء وبحسب ما يتطلبه ذلك الفضاء.

18-1/3 متطلبات التصميم للوحدات المجمعة (Package units design requirements)

ان ارتفاع الهيكل مهم بالنسبة للوحدات المجمعة التي تنصب على السطح أو الوحدات التي تكون معلقة داخل السقوف الثانوية. اضافة لذلك فان ارتفاع الهيكل مهم في اثناء الشحن بالسيارات، وعند المداخل للابنية، وفي المصاعد. وبالإضافة إلى ذلك، فان قوة الهيكل لكل وحدة مهمة فهي يجب أن تكون كافية للحفاظ على شكل الوحدة في اثناء النصب وبالإضافة إلى ذلك:

1. يجب عزل الهيكل لمنع التأثر بالظروف المحيطة ذات الرطوبة العالية.
2. ان السطوح العازلة التي تتعرض الى حركة الهواء يجب ان تتحمل التآكل الجوي.
3. يجب أن يكون تسرب الهواء حول لوحات والمفاصل في الهيكل ضمن الحد الأدنى.
4. ينبغي أن يصمم الهيكل وملفات التبادل الحراري لمقاومة للتآكل.
5. ان عزل الهيكل يجب أن يكون كافيا للحد من الخسائر الحرارية الحاصلة بسبب تيار الهواء الخارجي.
6. يجب أن تكون سرعة الهواء المارة على ملفات التبادل الحراري منخفضة بما فيه الكفاية لضمان عدم حمل قطرات الماء المتكثفة.
7. يجب أن تكون حاوية تجميع الماء أسفل ملفات التبريد بالحجم الكافي لاحتواء المكثف من الماء. ويجب أن تكون محمية من تيارات الهواء السريعة. وينبغي أن تكون الحاوية مائلة بشكل صحيح لتصريف الماء المتكثف وتقليل المياه الراكدة.
8. يجب أن يتيسر امكانية الوصول للتراكيب والاجزاء بسهولة.

18-1/4 متطلبات وحدة التكييف المجمعة (Package unit requirements)

18-1/4/1 التثبيت (Placement)

يمكن تثبيت الوحدات المجمعة على الارضيات او السطوح باستعمال وسائد تثبيت خاصة.

18-1/4/2 اتجاه جريان الهواء (Air discharge)

يمكن وضع مخارج دفع الهواء التي تربط مجاري الهواء بحيث يكون اتجاه جريان الهواء شاقولياً الى الاعلى او الى الاسفل، او يكون افقياً.

18-1/4/3 التهوية (Ventilation Air)

يمكن وضع بوابات السيطرة مع منظم لادخال الهواء الخارجي الى الوحدات المجمعة لاغراض التبريد او التهوية.

18-1/4/4 **مجاري الهواء (Ductwork)**

تصمم الوحدات المجمعة عادة بحيث تكون مراوحها قادرة على دفع الهواء من خلال المجاري. وهنا يجب مراعاة متطلبات هبوط الضغط وسرعة الهواء في مجرى الهواء وفي المخارج، على ان تربط بالوحدة من خلال مقطع مرن للحيلولة بدون وصول الاهتزازات.

18-1/5/4 **الملحقات (Accessories)**

يجب استعمال الملحقات القياسية، اذ يكون للوحدة المجمعة في كثير من الأحيان استعمالات خاصة تحتاج الى ملحقات مثل المرشحات وحاويات دخول الهواء ومنظمات دخول الهواء. وهذه الملحقات تسمح للوحدة المجمعة بالسيطرة على اداء الوحدة مع اختلاف ظروف العمل.

الملحقات تشمل منظم درجة الحرارة السلكي واللاسلكي، ومنظم اتجاه تدفق الهواء الخارج وفاصل قطرات الماء ومنظمات حركة الهواء للسرع العالية، ومنظم دخول الهواء الطلق ودرجات الحرارة المنخفضة، ومنظمات للسيطرة على مآخذ الهواء الخارج.

18-2 **المنظومة المنفصلة ذات الوحدات المتعددة ((Multi split system (VRF)**

تتكون المنظومة من نظام تبريد ذي تدفق متغير الى الوحدات الداخلية، الذي يتكون من وحدة التكثيف الخارجية وتضم الضاغط أو مجموعة ضواغط والمكثف ومجموعة المراوح مرتبطة مع القطع الداخلية المتعددة ذات التمدد المباشر بانابيب نحاسية حسب الحجم. تتحقق السيطرة على التدفق بواسطة صمام الكتروني متغير التدفق، الذي يتفاعل مع أجهزة استشعار درجة الحرارة عند مدخل ومخرج وسيط التبريد الى المبخر. وتنقسم هذه المنظومة إلى ثلاث فئات عامة:

الاولى: للوحدات السكنية وتصنع بقدرة تبريد تصل الى 19 كيلوواط.

والثانية: للشركات والعقارات التجارية الصغيرة بقدرة تبريد مابين19 ألى 40 كيلوواط.

والثالثة: للمباني التجارية الكبيرة بقدرة تبريد أعلى من 40 كيلوواط.

18-1/2 **التنصيب (Installation)**

تصمم المنظومة المنفصلة ذات الوحدات المتعددة عادة لجعل كلفة التنصيب واطئة. يجب تنصيب هذه المكونات بشكل صحيح حتى تؤدي وظيفتها استنادا الى المواصفات المقرة من قبل منتجها. يجب توثيق مخططات النصب لاستعمالها في عمليات الصيانة المستقبلية. تحتاج وحدة التكثيف الخارجية والتي تنصب فوق سقف البناية عادة الى قدر واف من التخطيط.

ويجب الاهتمام باسلوب التنصيب للمنظومة وخصوصا انابيب التوصيل حيث يجب ضمان نظافة انابيب وملحقات دورة الغاز في اثناء عملية النصب اضافة لجفافها وخلوها من التسريب. فمن فوائد هذه المنظومة هو ان التنصيب السليم يقلل من خطر تلوث دورة الغاز بشكل فعال. تتميز بعض المنظومات المنفصلة بان خطوط الغاز تكون جاهزة الشحن ولها توصيلات سريعة الربط، وهذا يقلل من خطر التلوث في اثناء التنصيب. يجب شحن المنظومات المنفصلة بالغاز استنادا الى تعليمات المصنع. كما يراعى عند

التنصيب ان تكون اقطار واطوال الانابيب وممراتها صحيحة لضمان عودة زيت التبريد الى الضاغط في اثناء الاشتغال.

تنصب أجهزة التكييف ذات السعات الكبيرة على سطح البناية، وذلك بعد اجراء التحليل الانشائي لهيكل السقف، ويجب اختيار اماكن تنصيب الوحدات بشكل صحيح لتفادي مشاكل الضوضاء وتحاشي الاهتزاز. حيث يجب تثبيت وحدات التكييف الخارجية ذات السعة الاكبر من 70 كيلوواط على وسائد خرسانية لغرض السيطرة على الاهتزاز. ويمكن الحصول على تقديرات اوزان ومستوى ضوضاء الآلات من جهات تصنيع متعددة. وندرج الخطوط العامة لمتطلبات التنصيب:

- كقاعدة عامة، تثبت الوحدة الخارجية (المكثف والضواغط) على سطوح صلدة ومستوية.
- يجب تجنب تنصيب الوحدة الخارجية بحيث تلامس اسس المنزل او البناية. ويفضل استعمال وسادة لا تمس الاساس لتقليل انتقال الضوضاء والاهتزاز من خلال الصبة الخرسانية.
- يجب ان لاتحتجز الوحدة الخارجية داخل سياج او جدران او حمالات تعليق او ماشابه ذلك لأن هذه الاجراءات ستعرقل جريان الهواء خلال الوحدة وتقلل من ادائها وفعاليتها.
- لتنصيب الوحدة الخارجية يجب اختيار اقرب موضع من الوحدات الداخلية لتقليل خسائر ضغط مائع التثليج في اثناء مروره في الانابيب.
- كما يراعى مد انابيب الغاز للمنظومات متغيرة الجريان (VRF) باقصر الطرق ايضا.
- يجب الاتصال بالمؤسسة المصنعة للاجهزة للحصول على المشورة او المعلومات الاضافية المساعدة في عمليات التنصيب.

يجب استعمال منظومات معتمدة ومعترف بجودتها من مختبرات فحص متخصصة لضمان الاشتغال الآمن ومطابقتها لمتطلبات الجودة والامان الصادرة عن الجهات الرسمية او المجازة. ويجب ان تتوافق مواصفات الاجهزة مع المواصفات والمعايير الخاصة بهذه المنظمات لضمان اشتغالها بحسب الاسس الصناعية المعتمدة.

18-3 الصيانة (Service)

ان تهيئة المخططات الكهربائية وتعليمات الصيانة يعتبر من الامور الاساسية لملاك التنصيب والصيانة. كما يجب تهيئة منافذ دخول سهلة وامينة في الوصول الى الاجهزة لاغراض التنظيف والتزييت والصيانة الدورية للمرشحات واحزمة التدوير، ذلك اضافة الى تهيئة منافذ لاغراض تبديل الاجزاء الرئيسة. يعتبر وجود المواد الاحتياطية عاملا مساعدا للصيانة تحت الضمان لمدة سنة واحدة بعد التنصيب والتشغيل الاولي. يجب توفير ملاك صيانة مؤهل لصيانة المعدات الميكانيكية والكهربائية ولسحب او التخلص من غازات التبريد المسحوبة من منظومات التكييف. ومن المهم ان يفهم ملاك الصيانة اهمية السيطرة على الرطوبة والملوثات الاخرى لدورة مائع التثليج، وعلى سبيل المثال معرفة كيفية تنظيف الضواغط المحكمة عند صيانتها او ابدالها.

ان تطبيق الخطوات الصحيحة في اثناء الصيانة يساعد كثيرا على ديمومة عمل الاجهزة بفعالية جيدة ويطيل العمر الفني لها.

18-4 حفظ الطاقة والفعالية (Energy conservation and efficiency)

يحتسب مقدار نسبة فعالية الطاقة الموسمية (SEER)(Seasonal energy efficiency ratio) على انها النسبة بين حمل التبريد الموسمي الكلي ومقدار الطاقة الكهربائية المجهزة للمعدات مقدرة بالواط - ساعة. لا تدخل SEER ضمن النظام العالمي للوحدات (SI units) لانها نسبة. تحتسب هذه النسبة باجراء اختبارات للأجهزة تحت ظروف داخلية وخارجية مختلفة مثبتة ومتفق عليها تضمن قياس الاداء. كما تحتسب فعالية اداء التدفئة الموسمي على انها النسبة بين حمل التدفئة الموسمي الكلي الى مقدار الطاقة الكهربائية المجهزة الموسمية الكلية. تسمى هذه النسبة "معامل الاداء الموسمي للتدفئة" (HSPF)، ويستخرج هذا المعامل من اختبارات بظروف جوية مختلفة تضمن قياس الاداء.

ان نسبة معامل الاداء HSPF المحسوبة لاتعتمد فقط على الأداء المقاس للأجهزة، وانما على الظروف المناخية وحمل التدفئة المجهز نسبة الى سعة الاجهزة. تقوم مؤسسة ARI باصدارات نصف سنوية لبيانات SEER و HSPF وحدود السعات والكلفة التشغيلية لاجهزة تكييف الوحدات المعتمدة من قبلها في دليل خاص بها. ان مقدار الطاقة لاجهزة تكييف الوحدات لسعة التبريد من 19 الى 70 كيلو واط والتي تحقق ادنى مستويات للفعالية موجودة في المواصفة ASHRAE-90.1.

18-5 برامج شهادات معهد التثليج الأمريكي ARI (ARI Certification programs)

يتضمن البرنامج مايلي:

- للوحدات الصغيرة تطبق المواصفة ARI 210/240 و ARI 37
- للوحدات الكبيرة تطبق المواصفة ARI 340/360 و ARI 365
- لتقدير الضوضاء تطبق المواصفة ARI 270 و ARI 275

18-6 تصميم دورة مائع التثليج (Refrigerant circuit design)

يصف دليل ASHRAE للتثليج لسنة 2006 في فصوله الثاني والخامس والسادس والسابع اسلوب اختيار انابيب دورة الغاز، والاسس الكيميائية لموائع التبريد، واساليب التنظيف والتزييت للمنظومات. يعتبر الربط الصحيح لدوائر الملفات عاملا اساسيا لضمان عودة الزيت الى الضاغط. وتعمل المسخنات المثبتة في حوض الزيت على منع تجمع سائل مائع التثليج في اثناء فترات الاطفاء، وتستعمل مقاييس تحديد ضغط الزيت او مسيطرات ضغط المائع من الضاغط الى المكثف عندما يراد ضمان الاداء وللحفاظ على سلامة المنظومة واجزائها خاصة الضاغط.

18-7 مسيطرات الامان (Safety controls)

ان استعمال المسيطرات على ارتفاع الضغط وارتفاع درجة الحرارة، ووسائل المرور الجانبي، ومسيطرات تحديد تيار محرك الضاغط، كلها يمنع ازدياد الاجهادات الميكانيكية والحرارية فوق الحدود المسموحة. كما ان استعمال مسيطرات انخفاض الضغط او درجة الحرارة يحقق الحماية عند فقدان الغاز

او انجماد الملفات او توقف جريان الغاز في المنظومة. وبسبب انخفاض ضغط السحب بشكل مؤقت عند بدء اشتغال الضاغط، ينبغي جعل مسيطر الضغط الواطئ يتأخر للحظات قصيرة عن العمل عند بدء الاشتغال لتجنب ايقاف الضاغط.

18-8 اجهزة السيطرة على جريان المائع (Flow control devices)

تتحقق السيطرة على جريان مائع التثليج اما باستعمال وصلة ضبط جريان ثابتة، مثل انبوب التحديد القصير او الانبوب الشعري، او باستعمال صمام خنق ثرموستاتي او الكتروني.

تكون الانابيب القصيرة والانابيب الشعرية بسيطة واقتصادية ويكون اختيارها طبقا للاداء الاقصى عند الظروف المحددة. إلا انه ربما تسبب هذه الاجزاء انخفاضا في مستوى الاداء بسبب زيادة تغذية المبخر عند درجات حرارة التكثيف العالية او قلة تغذيته عند درجات حرارة التكثيف الواطئة وذلك لتغير فرق الضغط على طرفي وصلة الخنق.

ان استعمال صمام خنق ثرموستاتي ذي قياس ملائم يساعد على سرعة اجراء الخنق والحصول على مائع بدرجة حرارة ثابتة يدخل الى المبخر ويحقق سيطرة جيدة على حدود واسعة من ظروف التشغيل. ينظم الصمام لضمان رجوع الغاز الى الضاغط وهو محمص، ويكون مستوى التحميص بفارق 4 الى 8 درجة حرارة مئوية عند مدخل الضاغط في الظروف الاعتيادية. يكون ضبط التحميص بدرجة اعلى عند انخفاض درجة حرارة الجو الخارجي (او انخفاض درجة حرارة ماء ابراج التبريد) او عند انخفاض درجة حرارة المحرار الرطب داخل المبنى.

يمكن تحديد حمل الضاغط باستعمال صمام خنق ثرموستاتي ذي حجرة مشحونة بالبخار. ان انخفاض الضغط في خط الدفع للضاغط (اي عند انخفاض درجة حرارة الجو الخارجي) يؤدي الى انخفاض فرق الضغط على طرفي صمام التمدد او الانبوب الشعري وينتج من ذلك انخفاض معدل جريان الغاز. وان انخفاض سعة المنظومة وانخفاض درجات حرارة الملفات يسبب الانجماد لذلك يجب تجهيز المنظومة بوسيلة سيطرة على انخفاض ضغط التكثيف.

18-9 السيطرة على سعة المنظومة (Capacity control)

تحتاج المباني ذات الاحمال الحرارية الداخلية العالية الى التبريد حتى عند انخفاض درجة حرارة الجو الخارجي. يمكن السيطرة على سعة المنظومة ذات المكثف المبرد بالهواء وذلك بتغيير معدل جريان هواء المكثف او بزيادة كمية الغاز في الانابيب. ويمكن تغيير جريان الهواء اما باستعمال بوابات السيطرة او تنظيم سرعة المروحة او بايقاف قسم من المراوح في المنظومات متعددة المراوح.

تعمل المكيفات لمدد قصيرة في اثناء الطقس البارد، وعندما يكون الطقس رطبا ايضا وبفروق واسعة. هنا تبرز الحاجة الى تصاميم السيطرة على السعة لجعل المنظومة تعمل لمدة اطول، وهذا يحسن من مستوى الرطوبة ويحدث ارتياحاً لشاغلي ذلك الفضاء. لاينبغي المبالغة في زيادة سعة المنظومة في اي حال من الاحوال. ان وحدات التكييف ذات دوائر الغاز المتعددة المستقلة فيها التي تساوي او تزيد على اثنتين، يمكن تقليل السعة فيها وجعلها تعمل طبقا للحاجة بين الحمل المطلوب والسعة المجهزة. اما اجهزة التكييف

الكبيرة المجهزة بضاغط واحد، فيمكن السيطرة على السعة فيها عن طريق ايقاف تحميل اسطوانات الضاغط بالتتابع او التمرير الجانبي للغاز الساخن، او باستعمال ضاغط متعدد السرع او عدة ضواغط. وباستعمال التقنيات المذكورة آنفاً لن تتأثر فعالية المنظومة سلبا. غير ان فعالية المنظومة يمكن ان تزيد او تقل اعتمادا على الطريقة المستعملة في تقليل السعة.

ان وحدات التكييف ذات السيطرة على السعة تجهز عادة بمبخرات ذات دوائر متعددة منفصلة ايضا، وبخلافه تكون درجة حرارة المبخرة مرتفعة بحيث لا يمكنها تخليص الفضاء من الرطوبة. تربط هذه المبخرات بصمامات خنق مسيطر عليها بصمام كهرومغناطيسي، حيث تقل سعة المنظومة باغلاق هذا الصمام. عندئذ تعمل مسيطرات تقليل سعة الضاغط او التمرير الجانبي على حصول اكبر قدر من سحب رطوبة الجو، في حين تستمر المحافظة على درجة حرارة ملف المبخرة فوق مستوى الانجماد.

18-10 منظومات مناولة الهواء (Air-handling systems)

تتميز المراوح ذات الريش المحنية للخلف بجريان هواء عالٍ، وضغط ستاتيكي عالٍ، والتشغيل الاقتصادي والحجم الصغير، وهذه كلها تجعل المراوح اكثر الانواع ملائمة لتبريد المكثفات بشكل مباشر. تدار المراوح ذات الاقطار الصغيرة بشكل مباشر بواسطة محركات كهربائية ذات اربعة اقطاب. يسمح العزم الواطئ عند بدء التشغيل باستعمال قدرة الطور المفرد والمتسعة المنفصلة الدائمية (PSC) ومسيطر سرعة بسيط وذلك للاشتغال في ظروف درجات حرارة جو خارجي منخفضة. وتستعمل مراوح متعددة ذات محركات ثلاثية الطور للوحدات الكبيرة. تدار المراوح ذات الاقطار الكبيرة بشكل غير مباشر بواسطة الاحزمة وبسرع بطيئة للحفاظ على سرع منخفضة لاطراف الريش والاشتغال الهادئ.

أما المراوح ذات الريش المحنية الى الامام فتولد ضغطا ستاتيكيا يناسب استعمال مجاري الهواء لتبريد المكثفات او لتجهيز الهواء عبر المبخرات.

يجب ان ينظم جريان الهواء للمبخر ليناسب شبكة مجاري الهواء وموزعات الهواء. تدار بعض مناولات الهواء الصغيرة بشكل مباشر وبسرع متعددة للمحرك. تستعمل المراوح المصنوعة من الالمنيوم او البلاستك المقاوم للحريق في الوحدات الداخلية الخالية من مجاري الهواء كتلك المثبتة على الجدران او تحت السقف او السقفية المعلبة (Cassette). تدار مراوح الدفع الكبيرة بواسطة الاحزمة دائماً ويمكن ان تكون متغيرة السرعة بواسطة مجموعة من عجلات السوق المتدرجة بالقطر او بواسطة محرك متغير التردد (VFD) للتحكم بمعدل جريان الهواء.

ان المرشحات المؤقتة هي شائعة الاستعمال لتوافرها باحجام قياسية وبكلف واطئة، في حين يمكن ان تكون المرشحات الدائمية القابلة للتنظيف اقتصادية، وخصوصا عندما لايتلاءم حجم غلاف المرشحة مع الحجوم القياسية للمرشحات المؤقتة. يمكن ان تكون مرشحات فحم الخشب فاعلة في تخليص الهواء من المركبات العضوية المتطايرة او الدقائق متناهية الصغر. وتستعمل المرشحات الالكترونية او الانواع الاخرى عالية الفعالية عندما يتطلب درجة عالية لنظافة الهواء. تجهز منظومات التكييف كبيرة الحجم غالبا بمرشحات دوارة او بمرشحات عالية الفعالية ذات الاكياس.

يصمم العديد من وحدات التكييف لتمرير الهواء الخارجي على وحدة تبريد او تهوية اقتصادية (Economizer)، وتثبت هذه الوحدات فوق سطح البناية غالباً. يمكن استعمال مبادلات حرارية من النوع (هواء-هواء) لتقليل خسائر الطاقة في عملية التهوية كما تجهز وحدات التكييف الخالية من مجاري الهواء بوحدة تدوير الهواء الخارجي تكون اما مجهزة مصنعيا او تلحق بها في اثناء التنصيب، وقد تجهز بعض الوحدات ببوابات سيطرة آلية للهواء الخارجي لزيادة فعالية المنظومة.

18-11 التصاميم الكهربائية (Electrical design)

ينبغي اختيار وفحص المنظومات المسيطرة الكهربائية لاجهزة تكييف الوحدات لاداء الوظائف المقررة لكل منها بشكل منفرد ومجتمعة مع الوحدات الاخرى المتصلة بها بشكل سليم وآمن ولكامل حدود ظروف التشغيل. تحقق القواطع الحرارية لخطوط الكهرباء الداخلية الحماية من زيادة التيار لمعظم محركات الطور المفرد والمحركات ثلاثية الطور الصغيرة ومحركات الضواغط. يمكن ان تحقق هذه المتحسسات الحرارية الحماية الكافية في حالات اعاقة المحرك عن الدوران او زيادة تحميل المحرك وذلك لكونها ذات استجابة سريعة ولكونها مثبتة بين اسلاك ملفات المحرك.

تحقق المفاتيح ذات الفاصم عادة الحماية من اعطال الدورة القصيرة او الدورة المتفرعة اضافة الى عطل خط الارضي. تسمح الفواصم التأخيرية باختيار قيمة التيار المقدرة للفاصم القريبة من تيار التشغيل المستقر، وهذا بدورة سيحقق حماية احتياطية من زيادة التحميل اضافة الى الحماية من الدورة القصيرة وعطل الارضي. بالامكان استعمال قواطع الدورة بدلا من الفواصم عندما تسمح المدونة التصميمية بذلك.

تمتلك بعض المحركات ذات الاحجام الكبيرة مجموعتين من الملفات الكهربائية والمتابعات لغرض بدء الدوران التدريجي، وان وجود تأخير قصير في تفعيل المتابعات يقلل من كمية تدفق التيار في هذه الملفات.

من المعتاد استعمال جهد 24 فولت في دوائر السيطرة في اجهزة المسيطرات الحرارية (الثرموستات) للغرف وأسلاك السيطرة الواصلة بين وحدات المنظومات المنفصلة، لذا فهي تحقق بعض الفوائد في السيطرة على درجة الحرارة والامان وسهولة التنصيب. تستعمل مسيطرات سرع المحركات لتغيير جريان الهواء عبر المبخر للمراوح المربوطة مباشرة بمحركاتها، والمكثفات المبردة بالهواء العاملة في الاجواء الباردة، وسرع محركات الضواغط لتتوافق مع الحمل المطلوب. تمتلك المحركات ذات المآخذ المتعددة والمحولات الآلية درجة واحدة او اكثر من درجات السرع. في حين تحقق المسيطرات الالكترونية (solid state controls) مجالاً مستمراً من تغيير السرعة.

وفي جميع الاحوال يجب ان تكون حمالات دوران المحرك وملفاته وحمايات الحمل الزائد وحمالات تعليق المحرك كلها ملائمة لاشتغال المحرك لكامل حدود سرعة الدوران.

مراجع الباب 18

[1]- "*Unitary Air-Conditioning and Air-Source Heat Pump Equipment*", ARI ANSI/ARI 210/240, (2006).

[2]- "*Sound Rating of Outdoor Unitary Equipment*", ARI 270, (1995).

[3]- "*Application of Sound Rating Levels of Outdoor Unitary Equipment*", ARI 275, (1997).

[4]- "*Commercial and Industrial Unitary Air-Conditioning and Heat Pump Equipment*", ARI 340/360, (2007).

[5]- "*Methods of Testing for Rating Electrically Driven Unitary Air-Conditioning and Heat Pump Equipment*", ANSI/ASHRAE 37, (2005).

[6]- "*Methods of Testing for Rating Heat-Operated Unitary Air-Conditioning and Heat Pump Equipment*", ANSI/ASHRAE 40, (2002).

[7]- "*Methods of Testing for Rating Seasonal Efficiency of Unitary Air Conditioners and Heat Pumps*", ANSI/ASHRAE 116, (1995).

[8]- "*Method of Testing for Rating Computer and Data Processing Room Unitary Air Conditioners*", ANSI/ASHRAE 127, (2007).

[9]- "*Method of Rating Unitary Spot Air Conditioners*", ANSI/ASHRAE 128, (2001).

الباب 19
الاعمال الانشائية (Civil works)

19-1 الاعمال الانشائية (Civil works)

19-1/1 الأسس (Foundations)

على المقاول بناء الاسس اللازمة لجميع الآلات الدوارة والأجهزة الاخرى التي يتطلب اشتغالها وتنصيبها الى اسس. يجب ان تنشأ الاسس من الخرسانة المصبوبة فوق 50 ملم من مادة الفلين اضافة الى مادة معتمدة عازلة للاهتزاز وذلك لجميع انواع المكائن الدوارة. وعلى المقاول تقديم مخططات عمل لجميع الاسس اضافة لطريقة عزلها.

يجب ان تبين تفاصيل الاسس على المخططات. لاتستوجب اسس الآلات الساكنة تجهيزها بمواد عازلة للاهتزاز. ويمكن استعمال وسائد عزل الاهتزاز المصنوعة من مادة PVC وبسمك مناسب بدلا من الفلين اذا كان ذلك معتمدا من قبل منتجها.

19-1/2 فتحات البناية (Building openings)

يكون المقاول مسؤولا عن تنسيق عمل الفتحات المطلوبة في الجدران والارضيات والسقوف لاعمال تنصيب لاجهزة التكييف ومد الانابيب والمجاري كما هو مبين في المخططات. يمكن السماح باجراء اية تعديلات على فتحات البناية يتطلبها تنصيب اجهزة التكييف من قبل المقاول وذلك بعد تصديق الاستشاري الانشائي، او ايجاد حلول بديلة لذلك.

19-1/3 اعمال الخرسانة (Concrete work)

يجب ان تخضع اعمال الخرسانات لكتل اسناد الانابيب والوسائد تحت الآلات لمتطلبات وتعليمات المهندس المقيم والمهندس الاستشاري الانشائي للمشروع.

19-1/4 مساند التثبيت (Supports)

على المقاول تجهيز وتنصيب مقاطع الفولاذ الانشائية، غير تلك المقاطع الانشائية لهيكل البناية، وبحسب متطلبات تثبيت مناولات الهواء والانابيب ومجاري الهواء وابراج التبريد وبقية انواع اجهزة التكييف المطلوب تجهيزها وتنصيبها في جداول الكميات. وبشكل عام يجب تجهيز الهياكل التحتانية والفتحات والاسس الضرورية لتنصيب الانابيب والمجاري وقنوات الاسلاك وبقية الاجزاء.

على المقاول ان يأخذ بعين الاعتبار جميع الفتحات والاسس والمساند ومسامير التثبيت الضرورية وخصوصا الاجزاء التي يجب ان تثبت في الخرسانة. ذلك بالاضافة الى تثبيت جميع الاكمام والقوالب والمساند ومسامير التثبيت اللازمة لإنجاز العمل.

يجب ان يقدم المقاول مخططات العمل لجميع مساند الآلات والوسائد الخرسانية للتصديق عليها، اضافة الى صفائح القولبة (Templates) اللازمة للعمل.

على المقاول انجاز قوالب الصب بحسب المخططات الانشائية اضافة الى تجهيز وصب الخلطة الخرسانية. ذلك بالاضافة الى مسؤوليته عن تجهيز وتثبيت صفائح القولبة ومسامير تثبيت الآلات في خرسانات الاسس والاشراف على عمليات الصب.

يجب تقديم حسابات اوزان الاجهزة الواجب تنصيبها على ارضيات البناية المختلفة او على عناصر البناية الانشائية الاخرى في وقت مبكر، وذلك لغرض اخذها بعين الاعتبار في التصاميم الانشائية للبناية.

19-5/1 **تجهيز وتصريف الماء (Water supply and drains)**

على مقاول التكييف ان يقدم الى دائرة المهندس المقيم في وقت مبكر جميع متطلبات اجهزة التكييف من الماء الصافي ونقاط التجهيز، اضافة الى نقاط وكميات التصريف وتأشيرها على مخططات البناية ليتمكن مصمم المنظومات الصحية من تضمينها في تصاميمه استنادا الى احتياجات جميع اجهزة التكييف وبحسب جداول الكميات. كما يجب تحديد مقاسات انابيب الماء واتصالاتها وانابيب التصريف واتصالاتها وذكرها مع المتطلبات المشار اليها آنفاً.

الباب 20

بيانات العطاء (Information required with tender)

20-1 البيانات المطلوبة مع العطاء (Information required with tender)

يقدم المقاول مع عطائه وتحت بند المعلومات الفنية لاجزاء منظومة التكييف البيانات التالية:

20-1/1 وحدات تثليج الماء (Water chilling units)

20-1/1/1 الضاغط (Compressor)

- اسم المصنع.
- طراز الضاغط.
- السعة مقدرة بكيلوواط (عدد اطنان التثليج) عند درجة الحرارة المئوية، ودرجة حرارة الماء الداخل ودرجة حرارة الماء الخارج من الوحدة.
- سرعة دوران محور الضاغط (RPM)
- نوع مائع التبريد المستعمل.
- القدرة الحصانية (BHP) عند سعة:
  - 100% من السعة الكلية.
  - 50% من السعة الكلية.
  - 25% من السعة الكلية.
  - 10% من السعة الكلية.
- القدرة بوحدة كيلو واط لكل طن تثليج عند:
  - 100% من السعة الكلية.
  - 50% من السعة الكلية.
  - 25% من السعة الكلية.
  - 10% من السعة الكلية.

20-1/1/2 المحرك الكهربائي (Electric motor)

- نوع حاوية (بدن) المحرك.
- سرعة الدوران (RPM).
- الاداء المقدر (Rating).
- التيار المسحوب عند بدء الدوران.
- التيار المسحوب عند التحميل الكامل.
- صنف العزل الكهربائي.

20-1/1/3 **المكثف (Condenser)**

- اسم المصنع.
- الطراز ورقمه.
- عدد الممرات في الملفات اذا كانت من نوع قشرة –انابيب.
- درجة حرارة الماء الداخل(مئوية).
- درجة حرارة الماء الخارج (مئوية).
- معدل جريان الماء ($م^3$/ساعة).
- سرعة الماء (م/ثا).
- درجة حرارة التكاثف (مئوية).
- خسارة الضغط (باسكال).
- نوع الانابيب.
- مادة الانابيب المستعملة.
- عدد الانابيب الكلي.
- المساحة الداخلية للأنابيب ($م^2$).
- المساحة الخارجية للأنابيب ($م^2$).
- معامل الاتساخ.

20-1/1/4 **المبخر (Evaporator)**

تقدم نفس البيانات المدرجة في 20-1/1/3 عدا "درجة حرارة التكاثف" حيث تقرأ "درجة حرارة التبخر".

20-1/2 **مراجل الماء (Boilers)**

- اسم المصنع.
- الطراز ورقمه.
- السعة.
- الفعالية الاجمالية.
- ضغط الاشتغال.
- ضغط الفحص.
- درجة حرارة الماء الداخل.
- درجة حرارة الماء الخارج.
- معدل جريان الماء.
- نوع العازل الحراري وسمكه.
- نوع الحارق المستعمل.
- نوع الوقود ومعدل الاستهلاك عند التحميل الكامل.

- المساحة السطحية للتسخين في كل من جانب الماء وجانب النار.
- حجم الفرن.
- القطر الداخلي للمرجل.
- اقطار الانابيب.
- سعة مضخة الوقود.
- قياس محرك مضخة الوقود.
- سعة نافخة هواء الاحتراق.
- قياس المحرك الكهربائي.
- التيار المستهلك في المحرك الكهربائي.

في حالة استعمال مراجل بخارية تطبق التعديلات التالية:

- "درجة حرارة الماء الخارج" تبدل لتقرأ "ضغط البخار الخارج (كغم/سم^2) ودرجة حرارته (درجة مئوية)".
- "معدل جريان الماء" تبدل لتقرأ "سعة تصعيد البخار (كغم/ساعة)".
- "جانب الماء" تبدل لتقرأ "جانب البخار".

في حالة استعمال المراجل الكهربائية، تحذف الفقرات غير الملائمة مع ملاحظة التصحيح التالي:

- "معدل الاستهلاك "القدرة (كيلوواط) والتيار المستهلك عند فرق جهد 380 فولت، ثلاثة اطوار، 50 هيرتز وتحميل كامل".
- "نوع الحارق" تبدل لتقرأ "نوع وعدد والاداء المقدر والعمر بساعات العمل لعناصر التسخين الكهربائي".

20-1/3 **ابراج التبريد (Cooling towers)**

- اسم المصنع.
- الطراز.
- سعة التصريف الحراري.
- درجة حرارة الماء الداخل.
- درجة حرارة الماء الخارج.
- معدل جريان الماء.
- درجة حرارة الجو الخارجي للمحرار الرطب.
- نوع وحجم وعدد المراوح المستعملة.
- اسم مصنع المراوح.
- كمية الهواء لكل مروحة.
- الضغط الستاتيكي الاجمالي.

- قدرة محرك المروحة.
- نوع الحشوة المستعملة.
- نوع مادة حوض الماء وسمكها.
- نوع بدن برج التبريد.

20-1/4 المضخات (Pumps)

يجب بيان التفاصيل التالية لجميع المضخات المضمنة في العطاء:

- نوع وظيفة المضخة.
- اسم المصنع.
- نوع المضخة.
- الطراز.
- سعة دفع الهواء.
- ارتفاع عمود الماء.
- الفعالية.
- سرعة الدوران.
- معدل استهلاك الطاقة عند التحميل الكامل.
- القدرة الحصانية للمحرك.
- صنف العزل الكهربائي.
- نوع المحرك.
- نوع سبيكة الدافعة الدوراة.
- نوع مادة حلقات الاحتكاك.
- نوع سبيكة البدن.
- نوع حلقات الاحكام.
- مخطط منحنيات اداء المضخة مؤشر عليها نقاط التصميم المختارة.

20-1/5 مناولات الهواء (Air handling units)

تجهز المعلومات التالية لكل مناولة هواء:

20-1/5/1 بيانات عامة (General data)

- اسم المصنع.
- نوع المناولة (افقية ام عمودية).
- الطراز.
- الابعاد الرئيسة للمناولة /الطول*العرض*الارتفاع (L*W*H).
- وزن المناولة عند الاشتغال.

- مستوى الضوضاء.
- نوع مادة غلاف المناولة وسمكها.
- نوع مادة حوض المناولة وسمكها.

20-1/5/2 **قسم المروحة (Fan section)**

- نوع المروحة.
- كمية الهواء المدفوعة.
- الضغط الستاتيكي.
- سرعة دوران المروحة.
- القدرة الحصانية للمحرك (hp).
- قطر المروحة.
- صنف العزل الكهربائي للمحرك.

20-1/5/3 **ملفات التبريد والتسخين (Cooling and Heating coils)**

- نوع مادة انبوب الملف والزعانف.
- المساحة السطحية.
- عدد صفوف الملفات (باتجاه العمق).
- السعة الحرارية الاجمالية.
- نسبة الحرارة المحسوسة (SHR) لملفات التبريد فقط.
- كمية الهواء المارة خلال الملف.
- درجة حرارة الماء الداخل.
- درجة حرارة الماء الخارج.
- درجة حرارة الهواء الداخل للمحرك الجاف.
- درجة حرارة الهواء الداخل للمحرك الرطب.
- درجة حرارة الهواء الخارج للمحرار الجاف.
- درجة حرارة الهواء الخارج للمحرار الرطب.
- كمية الماء المارة في الملف.
- سرعة الماء في الملف.
- خسارة ضغط الماء في الملف.
- نوع مادة حاوية الملف وسمكها.
- خسارة ضغط الهواء في الملف.

20-1/5/4 **قسم المرشات (Spray section)**

- كثافة الرذ.

- عدد فوهات النفث.
- ضغط الرذ.
- حجم ومنشأ مضخة الرذ.
- سعة المضخة.
- سرعة دوران المضخة.
- القدرة الحصانية للمضخة (hp).

20-1/5/5 **قسم مرشح الهواء (Air filter Section)**

- المساحة الاجمالية للمرشح.
- سرعة الهواء على وجه المرشح.
- خسارة الضغط عبر المرشح (الابتدائية والنهائية).
- نوع حشوة المرشح.
- الفعالية عند 25 مايكرون.

20-1/6 **وحدة المروحة والملف (Fan coil unit)**

يجب تقديم البيانات لجميع هذه الوحدات وكما يلي:

- اسم المصنع.
- الطراز.
- النوع.
- كمية الهواء المدفوعة (الاسمية).
- السعة الاجمالية (الاسمية).
- السعة الاجمالية الحقيقية عند درجة حرارة الماء الداخل 12.7 درجة مئوية ودرجة حرارة الهواء الداخل 24.4 درجة مئوية للمحرار الجاف و17.3 درجة مئوية للمحرار الرطب.
- كمية الماء المارة خلال الملف.
- خسارة ضغط الماء في الملف.
- نوع المروحة.
- عدد عجلات المروحة.
- ابعاد كل مروحة (العرض X القطر).
- القدرة الحصانية لمحرك المروحة وعددها.
- سرعات المروحة (RPM) الواطئة والمتوسطة والعالية.
- نوع محرك المروحة.
- نوع مادة انابيب وزعانف الملف.
- عدد الزعانف لكل 2.5 سم.

- عدد صفوف الانابيب.
- المساحة السطحية للملف (مساحة الوجه).

في حالة كون وحدة المروحة والملف ستتعامل مع الحمل الحراري الكلي للفضاء بما في ذلك الحمل الكامن فان السعة الاجمالية الحقيقية في الفقرة (20-1/6) ينبغي ان تقسم كما يلي:

سعة التبريد المحسوسة، سعة التبريد الاجمالية، الجريان الاقصى للهواء ($م^3$/ساعة) مع وجود آلية للسيطرة على الحجم عند درجة دخول الماء 7.2 درجة مئوية.

20-1/7 **المرشحات عالية الفعالية (High efficiency filters)**

يجب تقديم البيانات التالية لجميع المرشحات

- اسم المصنع.
- الطراز.
- النوع.
- الحجم (العرض*الارتفاع*الطول).
- نوع حشوة الترشيح.
- السعة الهوائية الاسمية.
- سرعة الهواء عند الواجهة.
- المساحة المؤثرة الخالصة لحشوة الترشيح.
- خسارة الضغط عند السعة الاسمية (الابتدائية والنهائية).
- الفعالية.

20-1/8 **المحركات الكهربائية (Electric motors)**

تقدم البيانات التالية اضافة الى البيانات المدرجة ازاء كل محرك:

- اسم المصنع.
- حدود فرق جهد الاشتغال (فولت).
- التردد الاسمي.
- معدل الارتفاع في درجة حرارة المحرك عندما تكون درجة حرارة هواء التبريد 40 درجة مئوية.
- الفعالية ومعامل القدرة.
- نوع البدن والإطار.

20-1/9 **أدوات بدء الاشتغال والموصلات التلامسية (Starters and contactors)**

وهذه تشمل الادوات العاملة مع جميع المحركات والمراجل الكهربائية:

- اسم المصنع.
- الطراز.
- الاداء المقرر الاقصى.

- نوع آليات التحميل الزائد واعدادها.
- نوع آلية اعادة الضبط.
- الجهد الكهربائي لملفات الصمامات الكهرومغناطيسية.
- أدوات الحماية الاخرى.

20-1/10 **اجهزة التبريد التبخيري المركزية (Central evaporative cooling plants)**

20-1/10/1 **غاسلات الهواء (Air washers)**

- اسم المصنع.
- الطراز.
- كمية الهواء.
- سرعة الهواء عند الواجهة.
- الابعاد (الطول والعرض والارتفاع فوق الخزان، وارتفاع الخزان، ومستوى الماء في الخزان في اثناء الاشتغال).
- سمك الواح البدن والواح الخزان.
- عدد ثنيات الواح التبخير (Eliminators).
- سمك الواح التبخير ومسافات التباعد بينها.
- تفاصيل فوهات النفث (عدد الفوهات، وعدد فوهات النفاثات الكاسحة، وانواعها، ونوع مادة بدن الفوهة، وضغط اشتغال الفوهات).
- اعداد وطريقة ترتيب صفوف فوهات النفث.

20-1/10/2 **البيانات (Information)**

كما في الفقرة 20-1/5/2.

20-1/10/3 **ملفات التسخين (Heating coils)**

كما في الفقرة 20-1/5/3.

20-1/10/4 **قسم مرشحات الهواء (Air filters section)**

كما في الفقرة 20-1/5/5.

20-1/10/5 **المضخات (Pumps)**

كما في البند 20-1/4.

20-1/10/6 **مصفيات الماء الخشنة (Pot Strainers)**

- اسم المصنع.
- الطراز.
- نوع مادة بدن المصفاة.
- قطر الغطاء وترتيب مسامير تثبيته.

- نوع المادة وقياس الفتحات لشبكات التصفية.
- خسارة الضغط في المصفاة.

الباب 21

الفحص والموازنة والصيانة والضمان

Testing, Balancing, Maintenance and Guarantee

21-1 الفحص والموازنة والتنظيف والتدريب والاشراف

(Testing, balancing, cleaning, training & supervision)

على المقاول، وبعد اكمال التنصيب، ان يكمل اعمال فحص المنظومات على حسابه الخاص وعلى مسؤوليته وبحضور مهندس الميكانيك لدائرة المهندس المقيم والمهندس الاستشاري (او المصمم). لايعتبر العمل منجزا مالم تكتمل اعمال الفحص بشكل كامل لكل وحدة من اجزاء المنظومة والاجهزة الثانوية والملحقات واثبات تطابقها مع مواصفات الاشتغال المقررة لكل منها وتحقق القناعة الكاملة لدى الملاك المسؤول عن المشروع. كما يكون المقاول مسؤولا عن تهيئة جميع مستلزمات الفحص من ملاك ومواد وآلات قياس ... الخ.

21-1/1 فحص الانابيب (Pipe testing)

على المقاول انجاز عمليات فحص انابيب الماء كما هو مبين في حقل موضوع تسليك الانابيب. ويكون ضغط فحص الانابيب على العموم بما يعادل 1.5 من ضغط الاشتغال الاقصى للانبوب. يجرى الفحص على الانابيب فقط، اي قبل ربطها بالاجهزة الرئيسة او الثانوية او بفصلها عن تلك الاجهزة قبل الفحص. ولا يجوز في حال من الاحوال تحميل الانابيب والاجهزة الرئيسة او الثانوية فوق الضغوط المقررة لها.

21-1/2 فحص منظومة التكييف (Air conditioning system testing)

على المقاول القيام بالفحص الكامل لجميع اجزاء منظومة التكييف، يجرى فحص اداء منظومة التبريد، كمبردات الماء ومناولات الهواء والمحركات ووسائل السيطرة ... الخ، في فصل الصيف (خلال شهري تموز وآب) ولمدة ثلاثة اسابيع على الاقل. وتجرى فحوص مماثلة لاجزاء منظومة التدفئة، كالمراجل ومضخات الماء الحار ... الخ، خلال الاسابيع الثلاثة الاولى من شهر كانون الثاني. يجب تسجيل قراءات الاداء على شكل جداول وتقدم الى دائرة المهندس المقيم ولتقوم من قبل المهندس الاستشاري. يجب على المقاول استعمال استمارات تسجيل قراءات فحوص الاداء حيث يقوم بتكرار الفحوص خلال اسابيع الفحص المقررة للتثبت من صحة القراءات المسجلة والمقدمة لدائرة المهندس المقيم حول الاجهزة وبحضور المهندس الميكانيكي لدائرة المهندس المقيم.

21-1/3 الموازنة (Balancing)

على المقاول موازنة منظومات التكييف والتهوية والتفريغ والمخازن المبردة بعد اكمال التنصيب وقبل التسليم الاولي لاغراض القبول الاولي والفحص.

وعلى المقاول ايضا موازنة معدل جــريان المياه لمبردات الماء ومناولات الهواء ووحدات المروحة والملف وابراج التبريد والمضخات والمراجل ...الخ.

21-4/1 التنظيف (Cleaning)

يجب تنظيف جميع المنظومات تنظيفا جيدا بعد اكمال اعمال التنصيب وذلك باستعمال مركبات التنظيف المقترحة من قبل منتجي الاجهزة او مجهزيها واستنادا الى التعليمات الموصى بها. على المقاول ان يحافظ على الفضاءات التي يكتمل فيها انجاز الاعمال نظيفة ومرتبة في اثناء العمل. كما يلتزم برفع المواد الفائضة والتالفة والنفايات من الموقع اولا باول ومنع تراكمها.

يجب ان تكون جميع لوحات المعلومات (Name plates) قانونية وتستند الى المواصفات المعتمدة ويحافظ على نظافتها لتسهيل قراءتها ويجب استبدالها اذا كانت متضررة او غير قانونية.

21-5/1 التدريب (Training)

على المقاول تدريب الملاك الفني الذي سيكون مسؤولا عن تشغيل وصيانة الاجهزة للمدد اللازمة وكما هو مبين في المناقصة. يجب ان تكون مدة التدريب وافية ومستوى التدريب كافياً لاعداد الملاك على تشغيل وصيانة كل وحدة من وحدات المنظومة بدون تلكؤ.

21-6/1 الاشراف (Supervision)

على المقاول تهيئة الملاكات المطلوبة من المهندسين الميكانيك والكهرباء من ذوي الخبرة الذين يكونون مسؤولين عن تنصيب وربط وبدء التشغيل وتنظيم وتشغيل الاجهزة واجراء كافة الفحوص اللازمة.

يحتفظ المهندس المقيم بحق رفض تعيين اي من المهندسين او الطلب من المقاول تغيير المهندس المشرف بمشرف آخر في اي وقت خلال سريان مفعول العقد بدون الحاجة الى ذكر الاسباب.

21-2 الصيانة والضمان (Maintenance and guarantee)

21-1/2 تعليمات التشغيل والصيانة (Operating and maintenance instructions)

على المقاول ان يسلم للجهة المسؤولة عن تشغيل وصيانة المشروع ثلاث نسخ ورقية ونسخة واحدة الكترونية على قرص مدمج من وثائق تعليمات التشغيل والصيانة لجميع الاجهزة التي جهزت ونصبت من قبله. ويجب ان تتضمن هذه الوثائق تفصيلات فنية كاملة اضافة الى تعليمات التشغيل والصيانة لكل وحدة من وحدات المنظومات المجهزة تحت بنود عقد المشروع.

كما يسلم المقاول للجهة المسؤولة الكتاب الفني المصور لكل جزء من اجزاء المنظومة الحاوي على ارقام الاشارة لجميع الاجزاء للرجوع اليها عند طلب المواد الاحتياطية. كما يسلم المقاول النسخ الكاملة من مخططات الانابيب والتسليك الكهربائي والسيطرة لجميع المنظومات والوحدات المجهزة. وتشمل مخططات السيطرة جميع اجهزة السيطرة والاجزاء ذات العلاقة بها وآليات التعشيق لجميع اجزاء المنظومة او المنظومات. كما يجب ان تحتوي هذه المخططات على تعاريف جميع آلات السيطرة

وبطريقة يستبعد معها حدوث اي خطأ في تعريف هوية اي من آلات السيطرة من قبل ملاك التشغيل والصيانة.

يجب على المقاول ان يجهز مخططا وقائمة بالاجهزة مع رموزها تبين سعة كل من الاجهزة اضافة الى البيانات الفنية الاخرى وكما هو مبين في المخططات وجداول الكميات. يثبت المخطط والقائمة المذكورة آنفاً تحت لوح زجاجي مؤطر. تشمل البيانات الفنية معلومات الاداء المقرر لكل من الاجهزة، وفروق الضغط والحرارة، وسعات التبريد والتدفئة، والقدرات الحصانية، والجهد الكهربائي، وخصائص التيار ... الخ. كما تشمل تعليمات تهيئة الاجهزة للاشتغال الصيفي، والاشتغال الشتوي، والاطفاء والتفريغ. وكذلك يجب ان تشمل تقارير فحص موازنة الهواء للمراوح والمنافذ، وتقارير فحص موازنة الماء للمضخات وابراج التبريد ومثلجات الماء والمكثفات ومناولات الهواء. كما تشمل انواع الزيوت مع اسماء وعناوين وكلاء تجهيزها وذلك لجميع مايجهز تحت العقد.

21-2/2 الضمان (Guarantees)

- على المقاول ان يضمن بأن جميع الاجهزة المجهزة خالية من العيوب التصنيعية والمادية ويضمن الاشتغال السليم لها وان اداءها وفعاليتها لا يقلان عن القيم المدرجة في العقد. يجب ان يمتد الضمان لمدة ثمانية عشر شهرا ابتداءً من تاريخ التسليم النهائي للمنظومات للجهة المسؤولة عن التشغيل والصيانة. ويشمل هذا الضمان تبديل الاجزاء العاطلة او المتضررة وتعويض غاز التبريد المفقود اضافة الى الزيوت. كما يضمن المقاول تهيئة الملاك الفني لانجاز اعمال الصيانة واصلاح الاعطال وتبديل الاجزاء والزيوت والغاز بدون تأخير وعلى حسابه الخاص خلال مدة الضمان.
- يشترط على المقاول، وقبل تسلمه الدفعة الاخيرة من مستحقات العقد، ان يقدم تعهدا تحريريا يضمن فيه بان جميع الاعمال والاجهزة المجهزة من قبله ستكون صالحة وتعمل بمستوى عال من الفعالية لمدة 18 شهرا اعتبارا من تاريخ التسليم النهائي للأجهزة تتضمن على الاقل (موسم تدفئة واحد كامل وموسم تبريد واحد كامل).

21-2/3 بيانات الاداء (Performance data)

على المقاول ان يضمن بأن منظومات التكييف والمخازن المبردة ستحافظ على الظروف الداخلية للمباني كما هو مقرر في وثائق العطاء عندما تكون الظروف المناخية الخارجية كما هي مدرجة في وثائق العطاء ايضا.

على المقاول ان يقوم باحتساب الاحمال الحرارية للمشروع ليتأكد من ان اجهزة التكييف المجهزة هي وافية لمتطلبات التصميم.

21-2/4 التشغيل والصيانة قبل القبول (Operation and maintenance before acceptance)

- يكون المقاول مسؤولا عن تشغيل الاجهزة وصيانتها حتى موعد القبول من قبل الجهة المسؤولة عن المشروع، وعليه اتخاذ كافة الاجراءات الاحترازية ليضمن الحماية الكافية من تضرر او سرقة مواد او اجزاء الاجهزة في اثناء التسليم والخزن والتنصيب والتشغيل وخلال فترات الاطفاء.

- بعد انجاز تنصيب جميع الاجهزة بالكامل، يقوم المقاول بالتشغيل التجريبي لجميع منظومات التكييف لمدة كافية لاجراء كافة الفحوص والموازنة والتنظيم لبيان اداء كل منظومة استنادا الى مواصفات العقد، ويقدم التعليمات الخاصة بتشغيل وصيانة كل جزء من اجزاء المنظومات المنصوبة، وذلك من الملاك الهندسي للمقاول.

مراجع الباب 21

[1]- "*AABC National Standards for Total System Balance*", AABC Industrial (2002).

[2]- "*Process/Power Generation Fans: Site Performance Test Standard*", AMCA 803-02.

[3]- "*Guidelines for Measuring and Reporting Environmental Parameters for Plant Experiments in Growth Chambers*", ANSI/ASAE EP411.4-2002.

[4]- "The HVAC Commissioning Process ",ASHRAE Guideline 1-1996.

[5]- "*Practices for Measurement, Testing, Adjusting, and Balancing of Building Heating, Ventilation, Air-Conditioning, and Refrigeration Systems*", ASHRAE ANSI/ASHRAE 111-1988.

[6]- "*Practices for Measuring, Testing, Adjusting, and Balancing Shipboard HVAR&R Systems*", ASHRAE ANSI/ASHRAE 151-2002.

[7]- "Centrifugal Pump Tests", HI ANSI/HI 1.6 (M104) (2000).

[8]- "Vertical Pump Tests", HI ANSI/HI 2.6 (M108) (2000).

[9]- "*Rotary Pump Tests*", HI ANSI/HI 3.6 (M110) (2000).

[10]- "Reciprocating Pump", Tests HI ANSI/HI 6.6 (M114) (2000).

[11]- "*Pumps—General Guidelines for Types, Definitions, Application, Sound Measurement and Decontamination*" HI 9.1-9.5 (M117) (2000).

[12]- "*Submersible Pump Tests*", HI ANSI/HI 11.6 (M126) (2001).

[13]- "*Procedural Standards for Certified Testing of Clean Rooms*", 2nd ed. NEBB (1996).

[14]- "*Procedural Standards for Testing, Adjusting, Balancing of Environmental Systems*", 7th ed. NEBB (2005).

[15]- "*HVAC Systems Testing, Adjusting and Balancing*", 3rd ed. SMACNA 2002.

الملحق (أ)
تسجيل قراءات الفحوص
(Test readings)

أ-1 قراءات منظومات الماء المثلج او المسخن (Chilled/ Hot Water System)

الآلة	قراءات الفحص	وحدات النظام الدولي	القيمة المقروءة
الضاغط Compressor	ضغط مائع التثليج عند خط السحب	كغم/سم^2	
	درجة حرارة مائع التثليج عند خط السحب	درجة مئوية	
	ضغط مائع التثليج عند خط الدفع	كغم/سم^2	
	درجة حرارة مائع التثليج عند خط الدفع	درجة مئوية	
	ضغط الزيت	كغم/سم^2	
	استهلاك القدرة بتحميل 100%	كيلو واط	
	استهلاك القدرة بتحميل 75%	كيلو واط	
	استهلاك القدرة بتحميل 50%	كيلو واط	
	استهلاك القدرة بتحميل 25%	كيلو واط	
المبخر Evaporator	ضغط مائع التثليج عند خط السحب	كغم/سم^2	
	درجة حرارة مائع التثليج عند خط السحب	درجة مئوية	
	درجة حرارة مائع التثليج داخل المبخر	درجة مئوية	
	معدل جريان الماء	لتر/د	
	درجة حرارة الماء الداخل	درجة مئوية	
	درجة حرارة الماء الخارج	درجة مئوية	
	ضغط الماء عند الدخول	كغم/سم^2	
	ضغط الماء عند الخروج	كغم/سم^2	

الآلة	قراءات الفحص	وحدات النظام الدولي	القيمة المقروءة
المكثف Condenser	ضغط تكثيف مائع التثليج	كغم/سم^2	
	درجة حرارة تكثيف مائع التثليج	درجة مئوية	
	معدل جريان الماء	لتر/د	
	درجة حرارة الماء الداخل	درجة مئوية	
	درجة حرارة الماء الخارج	درجة مئوية	
	ضغط الماء الداخل	كغم/سم^2	
	ضغط الماء الخارج	كغم/سم^2	
المضخات Pumps	معدل الجريان	لتر/د	
	ضغط الدفع	كغم/سم^2	
	ضغط السحب	كغم/سم ^{2}	
برج التبريد (لكل خلية) Cooling Tower	معدل جريان الماء	لتر/د	
	درجة حرارة الماء الداخل	درجة مئوية	
	درجة حرارة الماء الخارج	درجة مئوية	
	درجة حرارة الهواء الداخل/ محرار رطب	درجة مئوية	
المراجل Boiler	درجة حرارة الماء الداخل	درجة مئوية	
	درجة حرارة الماء الخارج	درجة مئوية	
	الضغط داخل المرجل	كغم/سم^2	
	معدل استهلاك زيت الوقود	لتر/د	
	معدل استهلاك القدرة الكهربائية	كيلو واط.ساعة	

الآلة	قراءات الفحص	وحدات النظام الدولي	القيمة المقروءة
مناولات الهواء ووحدات المروحة- الملف Air Handling & Fan coil unit	كمية الهواء	م^3/ساعة	
	درجة حرارة الهواء الداخل/ محرار جاف	درجة مئوية	
	درجة حرارة الهواء الداخل/ محرار رطب	درجة مئوية	
	درجة حرارة الهواء الخارج/ محرار جاف	درجة مئوية	
	درجة حرارة الهواء الخارج/ محرار رطب	درجة مئوية	
	درجة حرارة الماء الداخل	درجة مئوية	
	درجة حرارة الماء الخارج	درجة مئوية	
	ضغط الماء الداخل	كغم/سم^2	
	ضغط الماء الخارج	كغم/سم^2	
	ضغط سحب الهواء/ مع المصفاة	ملم زئبق	
	ضغط سحب الهواء/ بدون مصفاة	ملم زئبق	
مروحة التفريغ Exhaust Fan	كمية الهواء	م^3/ساعة	
	الضغط الستاتيكي (عمود ماء)	ملم	
	القدرة المستهلكة	كيلو واط	
المحركات الكهربائية Electric motors	مستوى حماية العزل الكهربائي	**رقم من مرتبتين IP 55**	
	تيار بدء الاشتغال	امبير	
	تيار الحمل الكامل	امبير	
	سرعة الدوران	دورة/د	
	فرق الجهد	فولت	
	الصنف	A او B او F او H	

الآلة	قراءات الفحص	وحدات النظام الدولي	القيمة المقروءة
شبابيك تجهيز الهواء **Supply air grills**	كمية الهواء	م^3/ساعة	
	درجة حرارة الهواء/ محرار جاف	درجة مئوية	
	درجة حرارة الهواء/ محرار رطب	درجة مئوية	
قراءات درجة حرارة الفضاء **Space readings**	في مركز الفضاء/ محرار جاف	درجة مئوية	
	في مركز الفضاء/ محرار رطب	درجة مئوية	
	½ م عن الزاوية الاولى/ محرار جاف	درجة مئوية	
	½ م عن الزاوية الاولى/ محرار رطب	درجة مئوية	
	½ م عن الزاوية الثانية/ محرار جاف	درجة مئوية	
	½ م عن الزاوية الثانية/ محرار رطب	درجة مئوية	
	½ م عن الزاوية الثالثة/ محرار جاف	درجة مئوية	
	½ م عن الزاوية الثالثة/ محرار رطب	درجة مئوية	
	½ م عن الزاوية الرابعة/ محرار جاف	درجة مئوية	
	½ م عن الزاوية الرابعة/ محرار رطب	درجة مئوية	

أ-2 قراءات منظومات التبريد المركزية بالتبخير (Central evaporative cooling plants)

الآلة	قراءات الفحص	وحدات النظام الدولي	القيمة المقروءة
نافخ الهواء Blower	كمية الهواء الضغط الستاتيكي (عمود ماء) القدرة المستهلكة	م^3/ ساعة ملم كيلو واط	
غاسلة الهواء Washer	درجة حرارة الهواء الداخل/ محرار جاف درجة حرارة الهواء الداخل/ محرار رطب درجة حرارة الهواء الخارج/ محرار جاف درجة حرارة الهواء الخارج/ محرار رطب ضغط الماء عند خط السحب	درجة مئوية درجة مئوية درجة مئوية درجة مئوية كغم/سم^2	

أ-3 قراءات المخازن المبردة (Cooled stores)

الضاغط Compressor	كما في منظومات الماء المبرد او المسخن (أ-1)
المكثف Evaporator	كما في منظومات الماء المبرد او المسخن (أ-1)
المضخات Pumps	كما في منظومات الماء المبرد او المسخن (أ-1)
برج التبريد Cooling tower	كما في منظومات الماء المبرد او المسخن (أ-1)
وحدات التبريدCooling units	كما في مناولات الهواء لقراءات درجة الحرارة وكمية الهواء (أ-1)
المحركات الكهربائية Electric motors	كما في منظومات الماء المبرد او المسخن (أ-1)
قراءة درجة حرارة الفضاء Space temperature reading	كما في منظومات الماء المبرد او المسخن (أ-1)

الملحق (ب)

الرموز(Symbols)

الرموز	المصطلح الانكليزي	المصطلح العربي
AABC	Associated Air Balance Council	المجلس الموحد لموازنة الهواء
ABMA	American Boiler Manufacturers Association	الجمعية الامريكية لمصنعي المرجل
ACCA	Air Conditioning Contractors of America	مقاولي تكييف الهواء الامريكان
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists	المؤتمر الامريكي للصناعات الصحية الحكومية
AMCA	Air Movement and Control Association International	الجمعية العالمية لحركة الهواء والسيطرة
ANSI	American National Standards Institute	المعهد الامريكي الوطني للمعايير
AHRI	Air Conditioning ,Heating & Refrigeration Institute	معهد التكييف والتدفئة والتثليج
ARI	Air Conditioning & Refrigeration Institute	معهد التكييف والتثليج
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigeration & Air Conditioning Engineers	الجمعية الامريكية لمهندسي التدفئة والتثليج والتكييف
ASME	American Society for Mechanical Engineers	الجمعية الامريكية للمهندسين الميكانيكيين
ASTM	American Society for Testing and Materials	الجمعية الامريكية للفحص والمواد
AWS	American Welding Society	الجمعية الامريكية للحام
AFD	Adjustable Frequency Drives	محرك ذو تردد قابل للضبط
BHP	Break Horse Power	القدرة الحصانية
BMCS	Building Management Control System	منظومة ادارة السيطرة على البناية
CFM	Cubic Feet per Minute	قدم مكعب بالدقيقة
CLSM	Controlled Low Strength Materials	مواد مسيطرة واطئة المتانة
COP	Coefficient Of Performance	معامل الاداء
CSA	Canadian Standards Association international	الجمعية العالمية للمقاييس الكندية
CTI	Cooling Technology Institute	معهد تكنلوجيا التبريد
DDC	Direct Digital Control	سيطرة رقمية مباشرة

الرموز	المصطلح الانكليزي	المصطلح العربي
DWDI	Double Width Double Inlet	مروحة ذات عرض ومدخل مزدوجين
HEPA	High Efficiency Particulate filter	مرشح جزيئي عالي الفعالية
HSPF	Heating Seasonal Performance Factor	معامل الاداء الموسمي للتدفئة
HVAC	Heating Ventilating Air Conditioning system	منظومة التدفئة والتهوية والتبريد
IP	Index Protection	صنف الحماية للمحركات
IPLV	Integral Partial Load Value	القيمة المتكاملة للحمل الجزئي
ISO	International Organization for Standardization	المنظمة العالمية للجودة
LPM	Liter Per Minute	لتر بالدقيقة
NFPA	National Fire Protection Association	الجمعية الوطنية لمكافحة الحريق
PSI	Pound per Square Inch	باوند بالانج المربع
PVC	Poly Vinyl Chloride	بولي فنيل كلورايد
RPM	Revolution Per Minute	دورة بالدقيقة
RSO	Radiological Safety Officer	موظف الحماية من الاشعاع
SEER	Seasonal Energy Efficiency Ratio	نسبة فعالية الطاقة الموسمية
SHR	Sensible Heat Ratio	نسبة الحرارة المحسوسة
SMACNA	Sheet Metal &Air conditioning Contractors National Association	الجمعية الوطنية لمقاولي التكييف والصفائح المعدنية
TEFC	Totally Enclosed Fan Cooled	محركات مغلقة بالكامل مبردة بالمروحة
UL	Underwriters Laboratories	المختبرات الضامنة
VFD	Variable Frequency Drive	محرك متغير التردد
VRF	Variable Refrigerant Flow	جريان مائع التثليج المتغير

الملحق (ت)

قاموس المصطلحات(Dictionary)

المصطلح العربي	المصطلح الانكليزي
اتساع	Enlargement
اجهزة	Apparatus
احكام هوائي	Air tight
ارجاع عكسي	Reverse return
ازالة رطوبة	Dehumidification
استوائي	Tropical
امتصاص	Absorption
انابيب	Pipes
انحناء	Bend
انخفاض	Reduction
بخار مائع التثليج	Refrigerant vapor
برج التبريد	Cooling tower
بطانة مجرى الهواء	Duct lining
تبريد تبخيري	Evaporative cooling
تجميع	Assembly
تجهيز	Discharge
تحكم آلي	Automatic control
تراكيب	Fittings
ترطيب	Humidification
تسرب الهواء	Air leakage
تضييق	Contraction
تعشيق خارجي	External interlock
تغطية	Coating
تغيير الهواء بالساعة	Air change per hour
تفرع	Branch
توزيع الهواء	Air distribution
تصديق	Approval
تصريف، تفريغ	Blow down
جريان متغير التدفق الحجمي	Variable volume flow
حلقة مفتوحة	Open loop
حمل الاشخاص	People load
حمل الانارة	Lighting load
حمل التبريد	Cooling load

المصطلح العربي	المصطلح الانكليزي
حمل التهوية	Ventilation load
حمل التوصيل	Conduction load
حمل كلي	Total load
حمل محسوس	Sensible load
حوض التقطير	Drip pan
حيز	Enclosure
خوانق الهواء	Dampers
ختم	Seal
خسارات الضغط	Pressure losses
دثار	Jacket
درجة الحرارة الخارجية التصميمية	Outside design temperature
درجة الحرارة الداخلية التصميمية	Inside design temperature
درجة حرارة الفضاء	Space temperature
درجة حرارة الهواء المجهز	Supply air temperature
دعائم حاملة كابولية	Pillars carrier cantilever
دفع قسري	Forced draft
رفاسة	Propeller
زعانف توجيه	Guide vanes
سحب مستحث	Induced draft
سعة	Capacity
سعة اسمية	Nominal capacity
سعة التثليج	Refrigeration capacity
سعة التسخين	Heating capacity
سكني	Residential
سلطة مخولة	Authority
شبابيك توزيع الهواء	Air grilles
شبابيك توزيع الهواء مع المنظم	Air registers
شروط عامة	General conditions
صافي عمود السحب الموجب	Net positive suction head
صمام التنفيس الآلي	Automatic air valve
صمام باتجاه واحد (لارجوعي)	Check valve
صمام بوابة	Gate valve
صمام فراشة	Butterfly valve
صمام كروي	Globe valve

المصطلح الانكليزي	المصطلح العربي
Combustion chamber	صندوق الاحتراق
plenum	حجرة توزيع الهواء
Compressor	ضاغط
Reciprocating compressor	ضاغط ترددي
Screw compressor	ضاغط لولبي
Centrifugal compressor	ضاغط طارد مركزي
Scroll compressor	ضاغط حلزوني
Water gauge(WG)	ضغط عمود الماء
Ton of refrigeration (TR)	طن التثليج
Equivalent length	طول مكافئ
Operating conditions	ظروف التشغيل
Insulation	عازل
Proportional factor	عامل التناسب
Process	عملية
Heating element	عنصر التسخين
Air washers	غاسلات الهواء
Immersion	غاطس
Diaphragm	غشاء مرن
Fuse	فاصم
Overflow	الفائض
Site test	فحص موقعي
Temperature difference	فرق درجات الحرارة
Shell	قشرة
Adhesive	لاصق
Chilled water	ماء مثلج
Louver	مأخذ هوائي خارجي
Sealant	مادة الاحكام
Refrigerant	مائع التثليج
Heat exchanger	مبادل حراري
Evaporator	مبخر
Sensor	متحسس
Condensate	متكثف
Air duct	مجرى الهواء
Factory assembled	مجمعة مصنعيا

المصطلح الانكليزي	المصطلح العربي
Balancing cock	محبس توازن
Brine	محلول ملحي
Dampers	مخمدات
Fire damper	مخمد الحريق
Chimney	مدخنة
Integrated	مدمج
Steam boilers	مراجل بخارية
Boiler	مرجل
Thermal overload delay	مرحلات حرارية
Air filter	مرشح الهواء
Throw away filter	مرشح غير متكرر الاستعمال
Forward curved blade fan	مروحة ذات ريش محنية للامام
Backward curved blade fan	مروحة ذات ريش محنية للخلف
Centrifugal fan	مروحة طاردة مركزية
Axial fan	مروحة محورية
Probe	مسبار
Sound level	مستوى الصوت
Noise level	مستوى الضوضاء
Safety controls	مسيطرات الامان
Gradually tapered	مستدق متدرج
Flanged	مشفهة
Weather proof	مضاد للظروف الجوية
Waterproof	مضاد للماء
Hoods	مظلات
Air treatment	معالجة الهواء
Overall heat transfer coefficient	معامل اجمالي لانتقال الحرارة
Diversity factor	معامل التباين
Shading coefficient	معامل التظليل
Equipment	معدة
Evaporation rate	معدل التبخير
Metallic	معدني
Accessories	ملحقات
Cooling coil	ملف التبريد
Organization	منظمة

المصطلح الانكليزي	المصطلح العربي
Building management system	منظومة ادارة المبنى
Duct system	منظومة مجاري الهواء
Shaft	مهواة مجاري الهواء
Balancing and testing	موازنة وفحص
Final acceptance	موافقة نهائية
Blower	نافخ
Copper sheathed	نحاس مغمد
Humidity ratio	نسبة الرطوبة
System	نظام
Central heating system	نظام التدفئة المركزية
Ventilation system	نظام التهوية
Spray system	نظام الرش
Condensate drainage system	نظام تصريف المكثف
Flash point	نقطة الوميض
Name plate	لوحة المعلومات
Equal friction	هبوط الضغط المتساوي
Return air	هواء راجع
Supply air	هواء مجهز
Saturated air	هواء مشبع
Exhaust air	هواء مطرود
Fresh air	هواء نقي
Pneumatic	هوائي
Air handling units	وحدات مناولة الهواء
Condensing unit	وحدة التكثيف
Absorption unit	وحدة تبريد امتصاصي
Window type unit	وحدة جدارية
Wall mounted unit	وحدة مثبتة جداريا
Packaged unit	وحدة مجمعة
Split unit	وحدة منفصلة
Medium	وسيط
Connectors	وصلات
Pressure vessel	وعاء الضغط
Reliable	يعتمد عليه

دائـــرة المبانـــي

مشروع المدونات و المواصفات العراقية

www.codat.imariskan.gov.iq

E.mail:moch.codat@codat.imariskan.gov.iq

moch.codat@yahoo.com

moch.codat@gmail.com