

**Petroleum industry- Heating, ventilating, Air conditioning
and Refrigeration (HVAC &R) systems- Construction and
installation requirements**

**صنعت نفت - سامانه‌های گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع و تبرید -
الزامات ساخت و نصب**

ویرایش دوم

اسفند ۱۴۰۱

پیش‌گفتار صنعت نفت

استانداردهای نفت ایران (IPS) منعکس‌کننده دیدگاه‌های وزارت نفت ایران است و برای استفاده در تأسیسات تولید نفت و گاز، پالایشگاه‌های نفت، واحدهای شیمیایی و پتروشیمی، تأسیسات انتقال و فراورش گاز، فرآورده‌های نفتی و سایر تأسیسات مشابه تهیه شده است.

استانداردهای نفت، براساس استانداردهای قابل قبول بین‌المللی و داخلی تهیه شده و شامل گزیده‌هایی از استانداردهای مرجع می‌باشد. همچنین براساس تجربیات صنعت نفت کشور و قابلیت تأمین کالا از بازار داخلی و نیز برحسب نیاز، مواردی به طور تکمیلی و یا اصلاحی در این استاندارد لحاظ شده است. مواردی از گزینه‌های فنی که در متن استانداردها آورده نشده است در داده برگ‌ها به صورت شماره‌گذاری شده برای استفاده مناسب کاربران آورده شده است.

استانداردهای نفت، به شکلی کاملاً انعطاف پذیر تدوین شده است تا کاربران بتوانند نیازهای خود را با آن‌ها منطبق نمایند. با این حال ممکن است تمام نیازمندی‌های پروژه‌ها را پوشش ندهند. در این گونه موارد باید الحاقیه‌ای که نیازهای خاص آن‌ها را تأمین می‌نماید تهیه و پیوست شوند. این الحاقیه همراه با استاندارد مربوطه، مشخصات فنی آن پروژه و یا کار خاص را تشکیل خواهند داد.

استانداردهای نفت هر پنج سال یکبار مورد بررسی قرار گرفته و روزآمد می‌گردند. در این بررسی‌ها ممکن است استانداردی حذف و یا الحاقیه‌ای به آن اضافه شود و بنابراین همواره آخرین ویرایش آن‌ها ملاک عمل می‌باشد.

در اجرای قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد ابلاغی ریاست محترم جمهوری، این استاندارد در تاریخ ۱۴۰۱/۱۲/۰۶ با شماره (INSO 23345) توسط سازمان ملی استاندارد ملی اعلام گردید.

از کاربران استاندارد، درخواست می‌شود نقطه نظرها و پیشنهادهای اصلاحی و یا هرگونه الحاقیه‌ای که برای موارد خاص تهیه نموده‌اند، به نشانی زیر ارسال نمایند. نظرات و پیشنهادهای دریافتی در کارگروه‌های فنی مربوطه بررسی و در صورت تصویب در تجدید نظرهای بعدی استاندارد منعکس خواهد شد.

ایران، تهران، خیابان کریمخان زند، خردمند شمالی، کوچه چهاردهم، شماره ۱۷

استانداردها و ضوابط فنی

کدپستی: ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱

تلفن: ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ و ۶۶۱۵۳۰۵۵

دورنگار: ۸۸۸۱۰۴۶۲

پست الکترونیک: Standards@nioc.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفه تعیین، تدوین، به روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیردولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی نامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«صنعت نفت - سامانه‌های گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع و تبرید - الزامات ساخت و نصب»

رئیس:

حسین‌زاده، رضا

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - بیومکانیک)

دبیر:

مسیحی، مجتبی

(دکتری مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

بدرخانی، کریم

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

بغوزیان، رونالد

(دکتری مکانیک - تبدیل انرژی)

تهذیبی، محمدامین

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

جمالی مقدم، حسین

(کارشناسی ارشد مکانیک)

حبیبی، حمیدرضا

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

درایتی، حسین

(کارشناسی ارشد مکانیک)

دشتی، زهرا

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

سلطان‌تبار، پژمان

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

شینی دشتگل، داریوش

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

عبداللهی، غلامحسین

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

اداره کل نظام فنی و اجرایی و ارزشیابی طرح‌ها - وزارت نفت

شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب - شرکت ملی نفت ایران

شرکت ملی مهندسی و ساختمان نفت ایران

شرکت مهندسی مشاور ناموران

شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب - شرکت ملی نفت ایران

شرکت مهندسی مشاور نارگان

شرکت نفت ستاره خلیج فارس

سازمان ملی استاندارد ایران

شرکت بازرسی فنی ایرانیان

پژوهشکده مهندسی پژوهشگاه صنعت نفت - پژوهشکده مهندسی

شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب - شرکت ملی نفت ایران

شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب - شرکت ملی نفت ایران

سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت نفت و گاز پارس - شرکت ملی نفت ایران

شرکت مهندسين مشاور سازه

شرکت نیما تهویه آرا

پالایشگاه نفت ستاره خلیج فارس

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

شرکت مهندسی و توسعه نفت

شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب - شرکت ملی نفت ایران

پژوهشکده مهندسی پژوهشگاه صنعت نفت

شرکت مهندسين مشاور کار اندیشه کاشانه

شرکت نفت فلات قاره ایران

اداره کل استاندارد استان خوزستان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

علیخانی، محمدرضا

(کارشناسی ارشد مهندسی انرژی)

فردیار، آرشد

(کارشناسی ارشد مکانیک)

فکری، اکبر

(کارشناسی ارشد مکانیک)

قبایی، محمد جواد

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

کریمی، محمد سجاد

(دکتری مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی)

معماری، صابر

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

مفتح، محسن

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

نجفی، فرزاد

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

واصف، روح الله

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

هروی شرق، داریوش

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

ویراستار:

فاتحی، محمدرضا

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۴ الزامات عمومی ساخت
۵	۴-۱ الزامات عمومی
۵	۴-۲ الزامات ساخت
۵	۴-۳ نگهدارنده تجهیزات
۶	۴-۴ الزامات غلاف‌های لوله، سپرهای محافظ لوله
۸	۴-۵ الزامات عمومی رنگ‌آمیزی
۹	۴-۶ دستورالعمل علامت گذاری
۱۲	۴-۷ مسئولیت‌های هماهنگی
۱۳	۴-۸ سامانه شستشو و تمیزکاری
۱۳	۵ تمهیدات نصب برای کارهای مکانیکی مربوط به گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع و تبرید
۱۳	۵-۱ نصب مکانیکی
۱۴	۵-۲ نصب عمومی تجهیزات
۱۵	۵-۳ نصب لوله‌کشی
۲۴	۵-۴ کانال‌کشی توزیع هوا
۲۷	۵-۵ الزامات نصب صافی
۲۷	۵-۶ نصب شیر
۳۱	۵-۷ سامانه کنترل خودکار
۳۳	۶ کنترل میانی سر و صدا و لرزش
۳۳	۶-۱ الزامات عمومی
۳۴	۶-۲ میزان سر و صدا
۳۵	۶-۳ کنترل‌های ارتعاش
۳۵	۶-۴ کنترل‌های زلزله‌ای
۳۶	۷ آزمون‌ها، تنظیمات و متعادل سازی
۳۶	۷-۱ حداقل الزامات مورد نیاز
۳۶	۷-۲ توصیه‌های عمومی برای اعمال آزمون‌ها، تنظیمات و متعادل سازی

صفحه	عنوان
۳۹	۸ راهنمای راهاندازی سامانه گرمایش، تهویه مطبوع و تبرید
۳۹	۱-۸ خدمات
۴۱	کتابنامه

پیش‌گفتار

استاندارد «صنعت نفت- سامانه‌های گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع و تبرید- الزامات ساخت و نصب» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهویه و تدوین شده است، در یک‌هزار و نهصد و پانزدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک مورخ ۱۴۰۱/۱۲/۶ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ‌شده در دی ماه ۱۳۹۶، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط موردتوجه قرار خواهد گرفت؛ بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منابع و مآخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

- 1- IPS-C-AR-110, 2009, Construction standard for installation, testing, adjusting and commissioning of HVAC&R systems
- 2- ASHRAE 111: 2020, Practices for measurement, testing, adjusting and balancing (TAB) of building heating, ventilation, air-conditioning, and refrigeration systems
- 3- ASHRAE handbook. Heating, ventilating, and air-conditioning applications, 2020
- 4- ASHRAE Guideline 1.1: 2007, HVAC&R Technical Requirements for the Commissioning Process

صنعت نفت - سامانه‌های گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع و تبرید - الزامات ساخت و نصب

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات عمومی ساخت، نصب تجهیزات گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع و تبرید، همچنین دستورالعمل‌های راه‌اندازی و فهرست کنترل‌های پیش‌راه‌اندازی می باشد. همچنین این استاندارد نیازهای عملکرد بهینه مهندسی را برای رسیدن به شرایط داده‌های طراحی و کارایی سامانه تا عمر کاری خود به‌طور کامل، در صنعت نفت ارائه می‌کند.

تعیین الزامات عمومی ساخت و نصب سامانه‌های گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع و تبرید در صنعت نفت می‌باشد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ انتشارات سازمان برنامه و بودجه ایران، نشریه شماره ۳-۱۲۸، مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها- جلد سوم: کانال‌کشی

۲-۲ مقررات ملی ساختمان، مبحث ۱۶، تأسیسات بهداشتی

2-3 AMCA: 2023, Air movement and control association

2-4 ANSI/ASHRAE 15:2019, Safety Standard For Refrigeration Systems

2-5 ANSI/ASHRAE 62.1:2022, Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality

2-6 ASME BPVC Section II part C: 2001, Boiler and pressure vessel code, specifications for welding rods, electrodes, and filler metals

2-7 ASME A 13.1: 2007, Scheme for the identification of piping systems

2-8 ASME B 16.20: 2000, Metallic gaskets for pipe flanges ring-joint, spiral-wound, and jacketed

- 2-9** ASME B 31.1: 2004, Power piping
- 2-10** ASME B 31.5: 2019, Refrigeration Piping and Heat Transfer Components
- 2-11** ASTM A53 : 2006, Standard specification for pipe, steel, black and hot-dipped zinc-coated, welded and seamless
- 2-12** AWWA C111/A21-11: 2000, Rubber-gasket joints for ductile-iron pressure pipe and fitting
- 2-13** AWWA C206: 1997, Field welding of steel water pipe
- 2-14** AWS A5.8m/A508: 2019, Specification for filler metals for brazing and braze welding
- 2-15** MCAA:2024, Mechanical Contractors Association of America
- 2-16** SMACNA Second Edition: 2013, HVAC systems commissioning manual
- 2-17** IPS-C-CE-200: 2009, Construction standard for concrete structures
- 2-18** IPS-C-TP-101:2010, Construction standard for surface preparation
- 2-19** IPS-C-TP-102: 2010, Construction standard for painting
- 2-20** IPS-E-CE-120: 2009, Engineering standard for foundations
- 2-21** IPS-E-TP-100: 2009 , Engineering standard for paints
- 2-22** IPS-M-AR-225:2010, Material and equipment standard for general hvac & equipment
- 2-23** IPS-G-SF-900:2015, General standard for noise control and vibration

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

تنظیم

adjusting

برقراری میزان جریان سیال مشخص شده و وضعیت هوا در تجهیزات پایانه (برای مثال کاهش سرعت بادزن، تنظیم یک دمپر) می‌باشد.

۲-۳

موازنه

balance

بخشی از جریان‌ها در سامانه توزیع (اصلی‌های منشعب، انشعاب‌ها و پایانه‌ها) بر حسب مقادیر مشخص شده طرح می‌باشد.

۳-۳

آزمون ظرفیت

capacity testing

نمایش توانایی دستگاه نصب شده برای رسیدن و تثبیت معیار عملکرد مشخص شده می باشد.

۴-۳

راه اندازی**commissioning**

فرآیندی برای تأیید و مستند نمودن کارایی دستگاه نصب شده برای مطابقت با نیازهای عملی ساختمان در قابلیت های طراحی و مطابقت با مدارک طراحی و معیارهای عملی کارفرما، به انضمام آموزش پرسنل بهره بردار می باشد.

۵-۳

مدیریت راه اندازی**commissioning management**

برنامه ریزی، سازماندهی، تطبیق و کنترل راه اندازی است.

۶-۳

مدیر راه اندازی**commissioning manager**

شرکت یا فردی منصوب که فرآیند راه اندازی را مدیریت نموده و برنامه ریزی، سازماندهی تطبیق و کنترل راه اندازی را ارائه می نماید.

۷-۳

متخصص راه اندازی**commissioning specialist**

شرکت یا فردی منصوب که وظایف معینی را در ارتباط با خدمات مهندسی راه اندازی انجام می دهد.

۸-۳

معیار طراحی**design criteria**

اندازه گیری ها و مقادیر انتخاب شده به عنوان اساس طراحی یک سامانه است.

۹-۳

آزمون محیطی**environmental testing**

اندازه گیری و ثبت شرایط داخلی محیط می باشد.

۱۰-۳

شستن

flushing

شست و شوی یک واحد نصب شده با آب با یک دستورالعمل معین جهت زدودن آلودگی‌های ساختمانی است.

۱۱-۳

پیش راه اندازی

precommissioning

به تمامی فعالیت‌هایی از قبیل انجام آزمون‌ها، بازرسی‌ها و هر نوع عملیات تکمیلی دیگری گفته می‌شود که پیش از تکمیل ساخت و پس از نصب تجهیزات انجام می‌گیرد، به نحوی که موضوع پیمان را آماده راه اندازی می‌کند.

یادآوری - مرحله پیش راه اندازی از مراحل بسیار مهم در یک پروژه صنعتی می‌باشد. در این مرحله، تک تک تجهیزات دوار به طور مستقل در مدار و هر یک به نحوی مورد آزمون و بازرسی نهایی قرار می‌گیرند. این مرحله نیاز به یک برنامه ریزی دقیق داشته و مدارک آن به طور کامل تدوین می‌شوند.

۱۲-۳

آزمون فشار و نشتی

pressure and leakage testing

اندازه گیری و ثبت فشار و اتلاف سیال (مایع و گاز) در بیرون و داخل موتورخانه، تجهیزات، راه‌های توزیع و پایانه‌ها (فشار آزمون ۱,۵ برابر فشار طراحی در نظر گرفته شود) می‌باشد.

۱۳-۳

برگه‌های گزارش

report forms

در یک سفارش منطقی، داده‌برگ‌ها برای جمع‌آوری داده‌های آزمون‌ها، به منظور ارائه و ملاحظه مجدد تنظیم می‌شوند. داده‌برگ‌ها همچنین به عنوان مبانی برای هرگونه آزمون‌ها، تنظیمات و موازنه در آینده به صورت ضبط دائمی، نگهداری و ثبت می‌شوند.

۱۴-۳

آزمون

testing

اندازه گیری و ثبت خصوصیات تعیین شده یک مجموعه یا بخشی از آن است (شامل آزمایش‌های غیر از محل نصب نیز می‌باشد).

۱۵-۳

لرزه گیر

vibration isolation

استفاده یک قطعه از جنس ارتجاعی بین یک سازه و یک ماشین می باشد.

۱۶-۳ پیمانکار

contactor

به شخص، موسسه یا شرکتی گفته می شود که پیشنهادش برای مناقصه پذیرفته شده است.

۴ الزامات عمومی ساخت

۱-۴ الزامات عمومی

الزامات عمومی ساخت که در اینجا گفته شده است باید بخشی از مدارک قرارداد بین پیمانکار تأسیساتی (گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع، تبرید) و کارفرما باشد.

این توضیحات مؤثر باید هماهنگی بین مسئولیت های مهندسين طراحی و اجرایی را آسان نماید.

۲-۴ الزامات ساخت

پی باید براساس ابعاد، شکل، وزن تجهیزات و نقشه های ساخت مربوطه، مطابق با استاندارد IPS-E-CE-120 ساخته شود.

بتن ریخته شده باید از نوع مسلح با میلگردهای فولادی افقی یا عمودی مدفون در بتن، طبق دستورالعمل سازنده باشد.

در جایی که طراحی پی مشخص نشده است، ابعاد پی، اندازه پیچ های پی، روش تنظیم، ترازبندی و قلاب بندی تجهیزات باید طبق توصیه های سازنده انجام گیرد. برای سیمان مورد نیاز در بتن به استاندارد IPS-C-CE-200 مراجعه شود.

یادآوری ۱- سخت کردن مجدد بتن با اضافه کردن آب یا مخلوط کردن بتن نسبتاً سخت، توصیه نمی شود.

یادآوری ۲- انتخاب محل صحیح قرار گرفتن دستگاه به طور مستقیم متاثر از ملاحظات اقتصادی، انعطاف، میزان سر و صدا و عملکرد مستمر سامانه می باشد.

۳-۴ نگهدارنده تجهیزات

برای تکیه‌گاه تجهیزات از قییل ساخت سکوهاى معلق و تکیه‌گاه‌های زیر لوله‌های ماشین‌آلات، مخازن و غیره، دستورالعمل‌های ذیل توصیه شده است:

سازه‌های نگهدارنده باید جهت ایمن‌سازی تنش‌های مقاوم که ممکن است موجب توزیع بار یکنواخت روی سطوح ساختمان گردد، طراحی و ساخته می‌شوند.

نگهدارنده‌های مخازن باید طوری قرار گیرند که باعث کشش و آسیب در ورقه‌ها و یا تداخل با اتصالات لوله‌ها به خروجی‌های مخازن یا کشیدگی لوله هنگام خدمات تعمیرات نگردند. در حالتی که پایه‌های نگهدارنده مخزن استفاده می‌شود، جنس آنها باید از چدن یا فولاد جوشکاری شده انحنادار برای اتصال به مخزن باشند (قبل از ساخت، پیمانکار باید نقشه جزئیات را برای تأیید تهیه نماید).

تجهیزات نصب‌شده باید روی پایه‌های نگهدارنده ساخته‌شده از اجزاء سازه فولادی یا لوله‌های فولادی با اتصالات آنها که به‌صورت مقاوم و محکم با فلنج‌های سخت به کف‌ها پیچ شده باشند، قرار گیرند.

تجهیزاتی که به سقف آویزان یا روی دیوار نصب می‌شوند باید توسط سکوهاى آویزان یا تسمه‌های آویز، بست دیوارکوب یا قفسه‌ای، هر کدام که مناسب باشد، مورد استفاده قرار گیرد. تمام سازه فولادی باید برای جلوگیری از دستبرد بست زده شوند یا از سازه ساختمان ممکن است استفاده گردد.

۴-۴ الزامات غلاف‌های لوله، سپرهای محافظ لوله

۱-۴-۴ الزامات عمومی

برای کلیه عملیات لوله‌کشی، کانال‌کشی، سیم‌کشی و غیره که از عرض دیوار یا موانع دیگر می‌گذرند، باید غلاف پیش‌بینی گردد.

۲-۴-۴ مواد غلاف

غلاف‌ها باید بر حسب محل با اتصالات سیمی قفل و بست شده و با حداقل اندازه‌های ذیل باید ساخته شوند:

– غلاف‌های لوله کمتر از قطر ۱۵۰ mm باید از فولاد گالوانیزه طبق استاندارد ASTM A53 درجه A باشند؛

– غلاف‌های لوله با قطر ۱۵۰ mm و بیشتر باید از ورقه فلزی گالوانیزه به ضخامت ۲ mm لوله‌شده بسته با اتصال طولی جوشی باشد.

به‌طور کلی غلاف‌ها باید در تیرهای بتنی یا بتنی ضد آتش قرار گیرند. مصالح باید از ورق گالوانیزه لوله آهنی ساده باشد. برای دیوارهای خارجی، راهروها، کف اتاق‌های ضد آب یا جایی که نصب غلاف روی کف مورد نیاز

باشد، یا در فاصله بین لوله و غلاف، باید با بتونه مناسب یا مواد درزگیر پر شود. برای غلافهایی که در دیوارهای زیرزمین قرار می‌گیرند باید از لوله‌های سنگین چدنی بسیار مقاوم یا فولادی استفاده نمود.

هنگامی که انقباض و انبساط لوله‌ها پیش‌بینی می‌گردد، برای امکان حرکت آزاد لوله‌ها اندازه‌های غلاف‌ها باید با قطر مناسب، یعنی دو اندازه بزرگتر از قطر لوله در نظر گرفته شود.

طول غلاف‌ها وابسته به محل‌های مختلف می‌باشد. طول غلاف‌ها باید مطابق با فضاها یا ذیل در نظر گرفته شود:

الف- غلافهایی که تا سطح دیوار، تیغه‌ها یا سقف ادامه داشته باشند؛

ب- در فضاهایی که لوله‌ها توکار می‌باشند، غلاف‌ها باید تا کف اتاق‌ها برسد؛

پ- در سطوح تمام‌شده یعنی جایی که لوله‌ها نمایان است، غلاف‌ها باید تا ۴ cm بالای کف تمام‌شده ادامه یابند.

۳-۴-۴ نصب غلاف

برای تنظیم غلاف‌ها در محل‌های مورد نیاز، باید زمان زیادی برای تأیید داشته باشیم تا طبق جدول زمانی، بتن‌ریزی یا کارهای دیگر ساختمانی انجام گیرد.

در هنگام بتن‌ریزی و یا زمانی که عملیات ساختمانی در حال پیشرفت است، برای جلوگیری از جابه‌جایی‌ها، غلاف‌ها باید با استوانه‌ای مکانیکی به‌طور محکم بسته شوند.

فاصله بین غلاف‌ها و لوله‌ها در دیوارهای زیرزمین باید با بتونه مناسب یا مواد درزگیر در دو طرف دیوار پر شوند. برای کف‌ها جایی که آب باید به طرف بیرون هدایت شود، مواد پرکردنی باید از نوع مواد گرافیت و پودر مناسب باشد.

برای غلافهایی که از محیطی که نیاز به آب‌بندی است عبور می‌کنند، باید ورقه نرم مسی ۱۶ oz یا سرب ۳ kg که تا ۲۰ cm در تمام جهات برای روکش نمودن، ادامه دارد، استفاده شود.

وقتی غلاف‌ها برای لوله‌ها و دودکش‌هایی که از بالای سقف می‌گذرند مشخص شده‌اند، غلاف‌های چدنی گالوانیزه باید با درزگیر جاسازی شده به وسیله گیره با تأیید به‌کار رود. مهار استوانه‌ای در سقف ساختمان باید بین غلاف جاسازی شده و دودکش درزگیری، به‌وسیله گیره جای‌گیر و با اتصالات با دوام آب‌بندی شود.

۴-۴-۴ غلاف‌ها

قطر داخلی غلاف باید به اندازه قطر خارجی عایق لوله‌های مربوطه یا دور لوله‌های بدون عایق باشد، به گونه‌ای که قطر خارجی لوله قطر داخلی غلاف را بپوشاند. جایی که غلاف‌ها تا بالای کف ادامه دارد، غلاف‌ها باید به صورت استوانه‌ای تمیز ادامه داشته باشد.

غلاف‌ها یا ورقه‌ها باید به لوله یا استوانه محکم شوند، اما هرگز به عایق محکم نشوند.

۵-۴-۴ مواد غلاف

روی دیوارها، تیغه‌ها، سقف‌ها و کف‌ها، جایی که غلاف‌ها تا سطح کف تمام شده باشند یا فقط به اندازه ۱۵ mm ($\frac{1}{4}$ in) ادامه داشته باشند، ورقه‌های سخت فولادی مناسب باید برای لوله‌هایی به اندازه ۱۵ mm تا ۱۰۰ mm یا ورقه‌های فولادی جدا و مناسب برای لوله‌هایی به قطر ۱۵ mm تا ۱۵۰ mm یا ورقه‌های فولادی لولادار مناسب برای لوله‌هایی به قطر ۱۰ mm تا ۱۰۰ mm پیش‌بینی گردد.

ورقه‌ها باید از نوع سیاه با لایه‌ای از رنگ ضد زنگ‌زدگی یا ورقه‌های نیکلی باشند.

در محل‌هایی که آب یا میعانات جمع خواهد شد، غلاف‌ها باید هم سطح یا به اندازه ۱۵ mm بالای کف تمام‌شده ادامه داشته باشد و ترجیحاً ورقه‌های برنجی ریخته‌شده با پوشش کروم باید مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۴ الزامات عمومی رنگ‌آمیزی

۱-۵-۴ الزامات عمومی

عمل رنگ‌آمیزی باید شامل کارگر تمیزکار سطوح، مواد، تجهیزات، پله‌ها، داربست‌ها، پوشش حفاظتی، محفظه‌های نگهدارنده، سایر اقلام مورد نیاز که باید آماده شود، رنگ و کار مشخص‌شده نهایی باشد. این موارد باید توسط افراد متخصص و دستورالعمل‌های توصیه‌شده سازندگان به شرح ذیل به کار روند.

۲-۵-۴ الزامات رنگ‌آمیزی

رنگ‌هایی که برای پوشش آستری (اولیه) به کار می‌روند باید متناسب با پوشش‌های نهایی و بعدی مطابق با استانداردهای IPS-E-TP-100 و IPS-C-TP-102 باشد.

قبل از رنگ‌آمیزی تمام سطوح باید سرد نگه داشته شده باشند و تمام تجهیزات، لوله‌کشی و طرز کار باید آماده برای خدمات مورد تأیید آزمون‌ها، تنظیمات و موازنه طبق استانداردهای IPS-E-TP-100 و IPS-C-TP-102 باشد.

قبل از پوشش‌های نهایی مورد قبول، باید زمان داد تا پوشش‌های زیرین به‌طور کامل خشک شود. برچسب

مشخصات تجهیزات باید بدون رنگ بماند.

۴-۵-۳ آماده‌سازی سطح

قبل از پوشش رنگ آستری، سطوح باید تمیز و عاری از هرگونه آلودگی باشد. تمیز کردن سطوح با حلال برای برطرف کردن آلودگی، روغن، گریس، جایی که روغن لحیم‌کاری به کار رفته، و تمیز کردن با بنزین و یا برس سیمی برای حذف جرم‌های صنعتی یا زنگ باید طبق استانداردهای IPS-E-TP-100 و IPS-C-TP-102 باشد.

وقتی روی لوله‌ها شن‌پاشی مورد نیاز است، رنگ‌آمیزی برای چنین سطوحی باید طبق توصیه رنگ‌آمیزی سازندگان انجام گیرد. همچنین نقاط معیوب، علائم کارگاهی، پرچ‌ها، پیچ‌ها قبل از پوشش آستری سطوح باید لکه‌گیری شوند.

۴-۵-۴ نواحی رنگ‌آمیزی

در نواحی مرطوب و خورنده برای لوله‌کشی‌های فلزی آهنی، کانال‌ها، تجهیزات، اقلام مخصوصی که به عایق‌کاری نیاز دارند، قبل از عایق نمودن، یک روکش از رنگ آسفالتی، برای سطوح سرد، و رنگ مقاوم در برابر حرارت، برای سطوح گرم باید مورد استفاده قرار گیرد. این موارد نباید برای سطوحی که گالوانیزه هستند، به کار رود.

در فضاهایی وسیع و بزرگ لوله‌کشی، برای لوله‌های آهنی در معرض هوای آزاد و لوله‌های تخلیه هوای گرمایشی و غیره، باید یک لایه آستر و دو لایه رنگ نهایی به کار برده شود. در مشخصات پیمان باید به‌طور شفاف، نواحی رنگ‌آمیزی به‌خصوص روی کارهای نمایان در موتورخانه‌ها، اتاق‌های دیگ، تجهیزات، کانال‌ها، لوله‌ها و غیره تشریح شود.

۴-۵-۵ سازنده رنگ

آستری و رنگ‌های نهایی که برای کارهای گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع به کار می‌روند باید دارای برچسب استاندارد باشند و طبق راهنمای سازندگان رنگ باید مناسب برای نوع مشخص خدمات رنگ‌آمیزی که مورد استفاده قرار می‌گیرد، باشند.

تمام رنگ‌ها باید در ظروف اصلی خود که باز نشده، با برچسب نام تجاری سازنده با کیفیت و معتبر باشند.

در صورت هر گونه انحراف یا تردید، استانداردهای IPS-C-TP-101، IPS-C-TP-102 و IPS-E-TP-100، باید ملاک عمل قرار گیرد.

۴-۶ دستورالعمل علامت گذاری

۴-۶-۱ الزامات عمومی

در مورد سفارش تجهیزات نصب شدنی، کالا و سامانه‌ها، علامت گذاری روی محل‌های مناسب اتاق تجهیزات مکانیکی و روی شیرها، لوله‌ها، کانال‌ها و غیره باید با آرایش نشان داده شوند.

جائی که سفارش کالا مربوط به سطوحی است که نیاز به عایق کاری، رنگ آمیزی یا پوشش / یا موارد دیگر از قبیل برجسب‌های شیرها دارد، باید در بخش مکانیک با هماهنگی قبلی، سفارش مناسب بعد از تکمیل پوشش و رنگ پیش‌بینی گردد. همچنین قبل از نصب سقف‌های آکوستیک و توکار قابل برداشت مشابه، یک علامت گذاری مناسب باید عمل شود.

۴-۶-۲ علامت گذاری سامانه لوله کشی

طرح رنگ اساسی باید با رعایت استانداردهای ASME A 13.1 انجام گیرد، مگر این که در استاندارد چیزی دیگری ذکر شده باشد.

پیکان‌ها باید جهت جریان را در سامانه لوله کشی همراه با حروف نشان دهند.

حروف باید با رعایت فهرست اصطلاحات سامانه لوله کشی، فقط به‌طور مختصر و لزوماً برای هر طول لوله به‌صورت رده‌بندی نشان داده شوند.

برای هر لوله کشی زیرزمینی نمایان، هنگام پرکردن با خاک روی آن، در طول لوله زیرزمینی باید علامت پلاستیکی روی مسیر نصب گردد. علامت روی لوله مدفون در ۱۵۰ mm تا ۲۰۰ mm زیر زمین مستقیماً روی لوله قرار داده شود. جائی که خطوط لوله‌های کوچک چندتایی در کانال معمولی مدفون باشند و عرض کلی کانال بیش از ۴۰۰ mm نباشد، یک علامت نوشتاری باید نصب گردد.

۴-۶-۳ علامت گذاری شیر

هر واحد شیر برحسب ماهیت خدمات‌دهی آن، شکل و کلمات باید مشخص گردد.

برای کنترل نمودن کلیه شیرها، دمپرهای کنترل، دما و لوله‌های فشار باید به‌وسیله صیقل دادن یا رنگ لاک‌ی یا برجسب آلومینیومی، ۴۰ mm (۱ ۱/۴ in) قطر با حروف مهر شده یا برجسته (۶ mm بلندی) روی زمینه سیاه یا براق، با قلاب‌های برنجی به شکل "S" یا زنجیرهایی که از میان سوراخ‌های ۴ mm برای محکم کردن مشخص می‌شود.

برای هر صفحه از جدول شیرها، یک قاب نمایش براق از پلاستیک یا صفحه شیشه‌ای با پیچ‌های خودکار برای نصب قابل برداشت روی دیوارهای سنگی باید پیش‌بینی شود. قاب‌ها باید از چوب سخت یا آلومینیوم قالبی باشند.

علامت‌گذاری‌ها باید یک اندازه تقریبی $64 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ باشند.

۴-۶-۴ علامت‌گذاری کانال

هوای رفت، برگشت، تخلیه، ورودی و کانال‌کشی تخلیه هوا باید با علامت‌گذاری یا پیش‌بینی علامت و پیکان‌هایی که نشانگر نوع خدمات کانال و جهت جریان است به رنگ سیاه یا سفید مشخص شود (هر کدام بیشتر نمایانگر رنگ کانال‌کشی است).

علامت‌گذاری کانال باید از نوع لایه پلاستیکی استاندارد با آیین‌نامه‌های رنگ ذیل مطابقت داشته باشد:

الف- سبز: هوای رفت؛

ب- زرد: هوای برگشت؛

پ- آبی: خروجی و هوای خارجی و هوای بازگردانی شده؛

یادآوری- هوای بازگردانی شده، آن قسمت از هوای برگشت از فضای تهویه مطبوع است، که به‌عنوان بخشی از هوای رفت آن فضا یا فضاهای دیگر استفاده شود.

ت- آیین‌نامه‌های رنگ خروجی مخاطره‌آمیز و طراحی‌ها باید مطابق با استاندارد ASME A13.1 باشد، مگر اینکه چیز دیگری ذکر شده باشد.

فهرست واژه‌ها به شرح ذیل نشان داده شده است:

الف- جهت جریان هوا؛

ب- خدمات کانال (رفت، برگشت، تخلیه هوا، غیره)؛

پ- مبدأ کانال (از)؛

ت- مقصد کانال (به)؛

ث- حجم هوای طراحی.

۴-۶-۵ علامت‌گذاری تجهیزات مکانیکی

در مجاورت یا روی هر مورد از تجهیزات مکانیکی اصلی یا مشابه آن و یا هر وسیله کاربردی دیگر، علامت‌گذاری باید از طریق حکاکی به صورت لایه پلاستیکی یا با علامت پلاستیکی روی تجهیزات باشند. گروه‌بندی عمومی تجهیزات و وسایل کاربردی باید به صورت ذیل جداگانه، علامت‌گذاری شود:

الف- کنترل اصلی و شیرهای عمل‌کننده، شامل وسایل اطمینان و واحدهای مخاطره‌آمیز از قبیل خروجی‌های گاز؛

ب- اندازه‌گیرها، وسایل سنجش، دماسنج‌ها و غیره؛

پ- دستگاه‌های دارای محفظه احتراق شامل دیگ‌ها، گرم‌کننده‌ها، دستگاه‌های تقطیر و دستگاه‌های جذبی؛

ت- پمپ‌ها، کمپرسورها، چیلرها، چگالنده‌ها و دستگاه‌های با محرک موتور مشابه؛

ث- مبادله‌کن‌های حرارتی، کویل‌ها، تبخیرکننده‌ها، برج‌های خنک‌کننده، دستگاه‌های بازیافت حرارت و واحدهای مشابه؛

ج- بادزن‌ها، دمنده‌ها، دمپرهای بالانس اولیه و جعبه‌های مخلوط‌کن؛

چ- ایستگاه مرکزی یکپارچه گرمایش تهویه و تهویه مطبوع یا دستگاه‌های نوع منطقه‌ای؛

ح- مخازن و ظروف تحت فشار؛

خ- صافی‌ها، فیلترها، رطوبت‌زن‌ها، سامانه‌های تصفیه آب و تجهیزات مشابه.

علامت‌گذاری تجهیزات، باید با تقریب اندازه $152 \text{ mm} \times 115 \text{ mm}$ ($6 \text{ in} \times 4.5 \text{ in}$) باشند و با استاندارد حکاکی بر روی پلاستیک مطابق با آیین‌نامه‌های رنگ ذیل باشند:

الف- سبز: تجهیزات سرمایش و اجزاء آن‌ها؛

ب- زرد: تجهیزات گرمایش و اجزاء آن‌ها؛

پ- زرد- سبز: ترکیب تجهیزات سرمایش و گرمایش و اجزای آن‌ها؛

ت- قهوه‌ای: تجهیزات بازیافت انرژی و اجزاء آن؛

ث- آبی: تجهیزات و اجزایی که با هیچ کدام از ملاک‌های فوق مطابقت نداشته باشد؛

ج- علامت‌گذاری‌های تجهیزات مخاطره‌آمیز باید با استاندارد ASME A13.1 مطابقت داشته باشد مگر این- که چیز دیگری ذکر شده باشد.

۷-۴ مسئولیت‌های هماهنگی

بعد از بازرسی دقیق کالای تحویل گرفته‌شده، پیمانکار مسئول انبارداری و نگهداری آن‌ها خواهد بود.

پیمانکار باید کار خود را با کارهای مرتبط مجاور هماهنگ نموده و به منظور ایجاد تسهیلات در پیشرفت عمومی پروژه با پیمانکارهای ساختمان دیگر به طور کامل تعامل داشته باشد.

پیمانکار اصلی باید برنامه ریزی لازم را با پیمانکار عمومی جهت استفاده از قلاب، بالابر یا ماشین آلات مربوط به پروژه، بدون ممانعت به عمل آورد. پیمانکار باید نقشه کارگاهی جزئیات را برای تأیید تهیه نماید.

۴-۸ سامانه شست و شو و تمیزکاری

بعد از رضایت مندی و تأیید از تکمیل نصب، پر کردن سامانه و شست و شو نیز باید مدنظر قرار گیرد. نظافت داخل لوله ها، مسیر جریان و تجهیزات آب به عنوان یک بخش مهم در هنگام آزمون فشار مطرح می باشد.

برای شست و شوی آلودگی از سامانه، مدار لوله کشی در مقاطع مناسب باید به وسیله شیرهای قطع کننده تقسیم بندی شود.

اقلامی که به آلودگی حساس باشند، از قبیل کویل های با قطر کم، لوله ها، شیرها، پمپ ها و غیره باید هنگام فرآیند شست و شو مجزا گردند.

اصول عمومی شست و شو باید از نقاط بالا به پایین صورت گیرد. استفاده از حداکثر میزان جریان ممکن باید ادامه یابد تا جریان خروجی پاک باشد.

۵ تمهیدات نصب برای کارهای مکانیکی مربوط به گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع و تبرید

۵-۱ نصب مکانیکی

۵-۱-۱ الزامات عمومی

بر حسب ترتیب، هماهنگی و تکمیل اجزاء مختلف سامانه های مکانیکی، مواد و تجهیزات، الزامات ذیل باید برآورده شوند:

الف- سامانه های مکانیکی، تجهیزات و نصب کالا باید با اجزاء دیگر ساختمانی هماهنگ شود؛

ب- تمام ابعاد باید با اندازه گیری در محل مورد تأیید قرار گیرد؛

پ- برای نصب مکانیکی، چیدمان شاسی ها، شکاف ها (سوراخ ها) و بازشوها در اجزاء ساختمان دیگر در هنگام اجرای کارهای ساختمانی در نظر گرفته شود؛

ت- نصب وسایل نگهدارنده مورد نیاز و غلاف ها جهت تنظیم باید در محل بتن ریزی انجام شوند و در مورد اجزاء سازه دیگر باید مطابق با دستورالعمل، همان گونه که ساخته شده اند، هماهنگی به عمل آید؛

- ث- برای بازدهی و پیشرفت روند کار، نصب کالای مکانیکی باید به صورت مرحله‌ای و هماهنگ انجام گیرد. برای محل و موقعیت مورد نیاز جهت تجهیزات بزرگ، قبل از اتمام ساختمان باید تذکر ویژه داده شود؛
- ج- وقتی برای نصب در ارتفاع، جزئیات و ابعاد داده نشده باشند، کالاهای، سامانه‌ها، و تجهیزات باید به گونه‌ای نصب شوند که حداکثر تا سقف اتاق برسد؛
- چ- اتصال سامانه‌های مکانیکی در زیرزمین محوطه و تجهیزات جانبی و خدمات آن باید با الزامات مقررات حاکم هماهنگی و مطابقت داشته باشد؛
- ح- سامانه‌های نصب شده، کالاهای و تجهیزات باید با رعایت داده‌های تسلیمی و تأیید شده، شامل نقشه‌های هماهنگ شده با بیشترین امکان توسعه باشد. چیدمان‌ها باید طبق مدارک قرارداد بوده، همچنین با بخش‌هایی از کار که به صورت نمودار نشان داده شده مطابقت داشته باشد؛
- خ- تجهیزات مکانیکی باید به منظور تسهیلات خدماتی، تعمیراتی و نگهداری یا تعویض اجزاء تجهیزات، نصب شوند. تا آن جایی که عملی است تجهیزات باید برای باز شدن راحت، کمترین برخورد با موارد نصب شده دیگر را داشته باشند. اتصالات گریس‌خور باید در یک محل قابل دسترسی باشند؛
- د- تابلوها یا درها باید در سطوح پشتی که توکار هستند پیش‌بینی گردند؛
- ذ- سامانه‌ها، کالاهای و تجهیزات باید به گونه‌ای نصب شوند که راه دسترسی برای عبور سامانه‌هایی که نیاز به نصب در شیب مشخص دارند، وجود داشته باشد.

۲-۱-۵ عوامل ذیل باید رعایت شوند:

- الف- تمام کارهای اجرایی باید توسط افراد مجرب هدایت شود؛
- ب- اقلام مصرفی از قبیل الکترودها، گریس، گرافیت و غیره باید با کیفیت باشند؛
- پ- نظارت باید به وسیله مهندسان مجرب، هدایت و تسریع شود.

۲-۵ نصب عمومی تجهیزات

هنگام نصب تجهیزات گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع و تبرید، باید روش‌های سازندگان، گام به گام به عنوان نکات اصلی دستورالعمل ابلاغی آن‌ها به صورت ذیل دنبال شود:

- «دیگ‌ها و مشعل‌ها»؛
- «دستگاه‌های تهویه مطبوع یکپارچه»؛
- «سامانه رطوبت‌زنی و رطوبت‌گیری»؛
- «سامانه تهویه مطبوع که در محل نصب می‌شوند»؛

- «یخچال‌های یکپارچه و منجمدکننده‌ها»؛
- «سامانه سرمایش که در محل نصب می‌شوند»؛
- «بادزن‌ها، صافی‌ها و سامانه توزیع هوا»؛
- «شیرآلات و اتصالات لوله‌های سامانه گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع»؛
- «تجهیزات عمومی مربوط به گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع»؛
- «مواد عایق سامانه گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع»؛
- «دستگاه‌های تهویه مطبوع اتاقی».

۳-۵ نصب لوله‌کشی

۱-۳-۵ راهنمایی نصب

لوله‌کشی باید به شکل قائم بر روی خطوط موازی دیوارهای ساختمان و تا حد امکان به صورت مستقیم اجرا شود.

لوله‌ها باید تا سطح دیوارها، دال بتنی، تیرهای تیغه‌ها، سقف‌ها و اجزاء ثابت دیگر ساختمان منتهی شوند. گرفتن انشعاب فرعی فقط در زمانی لازم است که در ادامه مسیر دیوار باشد.

مجموعه لوله‌ها باید به صورت موازی یکدیگر طوری قرار گیرند که دارای فاصله مناسب برای عایق‌کاری و دسترسی برای تعمیر و نگهداری شیرها باشند. بالارونده‌های بین کف‌ها باید بدون بوشن باشند.

کلیه انشعابات اصلی رفت و برگشت به اضافه لوله بالارونده^۱ باید با شیرهای قطع کننده مربوطه پیش‌بینی شوند.

کلیه نقاط تخلیه سامانه اصلی، لوله‌های بالارونده و لوله‌های انشعاب باید با شیرهای توپی تخلیه ۲۰ mm ($\frac{3}{4}$ in) و مغزی کوتاه دنده‌ای ۲۰ mm ($\frac{3}{4}$ in) و درپوش و در نظر گرفتن نقاطی در بالا جهت تخلیه هوا پیش‌بینی گردند.

شیب‌ها در لوله‌کشی باید طوری باشند که وقتی سامانه پر است، هوا در لوله‌های اصلی و لوله‌های بالارونده منتقل شده و به طرف بالا در نقاط تخلیه نشان داده شده خارج شود. شیب‌های درست،

1-Riser

گردش آب را آسان و مطمئن و از سر و صدا و ضربه قوچ جلوگیری می‌نماید.

کلیه لوله‌های تخلیه روی تجهیزات برقی و الکترونیکی باید دارای اندازه حداقل ۲۰ mm ($\frac{3}{4}$ in) باشند و ترجیحاً تا نزدیک نقطه کف ادامه یابند.

۵-۳-۲ حفاظت انتهای لوله‌های باز

هنگام تحویل لوله‌ها یا تعلیق کار، هر دو انتهای لوله باید برای حفاظت از ذرات خارجی درپوش شده و سرپوش پیش‌بینی گردد.

۵-۳-۳ لوله‌های توکار

در جاهایی که از مسیر لوله‌کشی انشعاباتی شده و از میان کف و تیغه‌ها گذشته و سپس از کف بالا آمده و به تجهیزات متصل می‌شوند تا آنجایی که لازم است اتصال نهایی آن‌ها قابل دید باشد. در محیط‌های آلوده، برای حداقل جرم‌گرفتگی، لوله‌ها باید با اجزاء سازه بسته شوند.

۵-۳-۴ لوله‌های روی تجهیزات برقی

وقتی اتصالات یا شیرهای لوله‌های آب به فاصله ۶۰ cm در جهت افقی از تابلوهای برق قرار گیرند، یک سینی چکه آب به ابعاد مناسب روی کلیه وسایل برقی و دستگاه‌ها جهت حفاظت از آن‌ها باید پیش‌بینی شود.

سینی‌های چکه آب باید گالوانیزه بوده و لبه‌های آن‌ها در تمام سطوح جانبی به اندازه ۶ cm بالا رفته و با نبشی‌های فولادی مستحکم شده به‌طوری که مورد تأیید باشد.

لوله‌ها باید به‌درستی روی پایه‌های طراحی شده به‌صورت معلق، گیره‌دار، آویز جهت انبساط آزاد و انقباض در و به حداقل رساندن ارتعاش نگهداری شوند.

۵-۳-۵ مهره ماسوره در لوله‌کشی

مهره ماسوره‌های دنده‌ای یا فلنجی نباید در دیوارهای تیغه‌ای یا سقف‌های توکار قرار گیرند. این مهره ماسوره‌ها برای فضاها یا ذیل باید پیش‌بینی شوند:

الف- در مسیرهای طولانی لوله‌کشی با اتصالات دنده‌ای جهت باز کردن برای تعویض و تعمیرات مناسب است؛

ب- در مسیر لوله‌های کنارگذر تجهیزات؛

پ- در اتصالات مخازن، گرم‌کننده‌ها، پمپ‌ها و غیره و جایی که باز کردن آن‌ها برای تعمیرات، تعویض و غیره لازم باشد.

برای لوله‌هایی به قطر ۵۰ mm (۲ in) و کوچکتر، مهره ماسوره‌ها باید در کنار هر شیر و همچنین در انتهای اتصال لوله‌ها به تجهیزات، نصب شود.

مهره ماسوره‌های عایق باید در اتصالات سامانه لوله‌کشی خشک که مواد آن‌ها مشابه فلز نباشند، نصب شوند.

۵-۳-۶ شیرآلات

شیرها باید طوری نصب شوند که امکان دسترسی آسان و بهره‌برداری به آن‌ها وجود داشته باشد و وقتی که توکار قرار داده شوند، دریچه‌های دسترسی مناسب برای آن‌ها پیش‌بینی شود.

کلیه ورودی و خروجی تجهیزات باید با شیرهای قطع‌کننده پیش‌بینی شوند و طوری قرار داده شوند که به راحتی و بدون برخورد با مدارهای سامانه برای تعمیرات از دستگاه جداشدنی باشند.

پله‌های دسترسی برای شیرهایی که بالا قرار می‌گیرند یا در ارتفاع نصب می‌شوند باید در نظر گرفته شود.

۵-۳-۷ لوله‌کشی‌های مبرد

۵-۳-۷-۱ الزامات عمومی

در حقیقت گازهای هالوکربن، مبردهای سنگین هستند که به طور معمول در فشارهای نسبتاً کم عمل می‌کنند و اثر تبرید در کیلوگرم آن‌ها پایین است و از این رو به‌طور مقایسه‌ای در حجم‌های زیاد در گردش بوده و موضوع قطرهای خطوط لوله اهمیت قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت.

از آنجائی که گازهای هالوکربن حلال هستند و کلیه مواد نمی‌توانند با آن‌ها به‌طور ایمن به‌کار روند، در صورت استفاده از ترکیبات تأیید شده فوق، اتصالات لوله‌ها و مواد و اشرفا را باید با احتیاط به‌کار برد.

لوله‌هایی که برای گازهای هالوکربن و آمونیاک به‌کار می‌روند باید به‌طور خشک نگهداری شوند. انتهای لوله‌ها باید همیشه درپوش گذاشته شوند تا زمانی که لوله در مدار خود قرار داده شود.

۵-۳-۷-۲ خطوط لوله‌های عمومی

داخل لوله‌های فولادی، یا لوله‌کشی‌هایی که در سامانه‌های گاز هالوکربنی به‌کار می‌روند، باید عاری از جرم و آلودگی باشند (استفاده از لوله با لایه‌ای از روغن صنعتی توصیه نمی‌شود).

برای جلوگیری از نشتی از اتصالات، کلیه خطوط لوله فولادی باید جوشکاری شوند. اتصالات لوله‌های جوشکاری باید با احتیاط و به‌درستی انجام شود تا جرم و ذرات جوشکاری قبل از راه‌اندازی دستگاه‌ها از آن‌ها حذف شوند.

کلیه درزهای جوشکاری باید نزدیک یک اتصال فلنج طوری به‌کار روند که بعد از این‌که جوشکاری کامل گردید، خط لوله بتواند باز و تمیز شود.

مواد اتصال ذیل باید رعایت شود:

الف- مواد جوشکاری باید مطابق با استاندارد ASME BPVC Section II part C «آیین‌نامه دیگ و مخازن تحت فشار» مناسب برای ضخامت دیواره و آنالیز شیمیایی لوله‌ای جوشکاری شده باشد.

ب- مواد لحیم‌کاری باید مطابق با استاندارد ASME BPVC Section II part C برای مواد پرکننده لحیم که مناسب برای موادی که متصل می‌شوند، باشد.

هنگام استفاده از اتصالات دنده‌ای، محل‌های جوشکاری (حداقل جوشکاری لب به لب) باید حداقل ۴۰ cm از اتصالات دنده‌ای فاصله داشته باشد؛ زیرا گرمای جوشکاری روی لوله احتمال دارد که اتصالات دنده‌ای را خراب کند.

دنده‌ها در اتصالات دنده‌ای باید به‌صورت شیب ملایم در تمام طول رزوه بر اساس استاندارد اجرا شوند تا اندازه آن‌ها برای اطمینان از جلوگیری خرابی سردنده‌ها در صورت نیاز بریده شوند. این دنده‌ها باید با بنزن تمیز و به‌طور درخشنده سائیده و خشک شوند و تمام زنگ آن‌ها با سیم مویی شکل برداشته شود.

۳-۷-۳-۵ اتصالات لحیم‌شده

سطح لوله‌کاری مسی و به‌خصوص اتصالات آن‌ها باید به‌طور کامل تمیز و بدون زنگ‌زدگی، آلودگی، رطوبت یا گریس باشد.

سیم فولادی موئین یا مشابه باید برای تمیزکاری اتصالات و لوله‌ها به‌کار رود و فقط پس از تمیز شدن کامل آن‌ها، اتصالات لازم در اجرا به‌کار رود.

لحیم‌کننده‌ها باید در شرایطی به‌کار روند تا سطح دور اتصال در یک دمای یکنواخت، کمی بالاتر از دمای نقطه ذوب لحیم‌کننده باشد.

هنگام جوشکاری و لحیم‌کاری دمای بالایی که ایجاد می‌شود منجر به فروریختگی هر گاز هالوکربنی (مبرد) موجود و رها شدن بخارهای خطرناک می‌گردد. در چنین شرایطی ضروری است که قبل از وارد نمودن هر نوع مبردی، خطوط لوله‌ها سرد شوند. همچنین هر گازی که ممکن است هنگام فرآیند تولید شود باید به‌طور

موثر حذف شود.

نصب و راه اندازی لوله کشی مبرد و قطعات حاوی مبرد مطابق با استانداردهای ANSI/ASHRAE 15 و ANSI B 31.5 باشد. لوله کشی مبرد با لحیم کاری با سیم جوش حاوی ۱۵٪ نقره، مطابق با استاندارد AWS A5.8m/A508 لحیم شده باشد.

یادآوری- وقتی لحیم کاری روی اتصالات مربوط به کار می رود، استفاده از سیم اسیدی توصیه نمی گردد؛ زیرا ریزش (گداختگی) در آن منجر به خوردگی می شود.

۵-۳-۴ اتصالات لاله ای شده^۱

ابزار لاله ای کردن سرلوله نباید به صورت خشک یا بدون روغن مناسب به کار روند؛ زیرا در یک نقطه از سر لوله نازک شده و ممکن است صدمه یا شکستگی ایجاد شود.

جائی که لوله سخت است و منجر به نازک شدن سر آن و ترک خوردگی می شود، باید قبل از اینکه سر لوله لاله ای شود آهسته آن را سرد کرد.

مهره های مقاوم در مقابل انجماد یا تخلیه باید بر روی اتصالات بسیار سرد به کار روند.

کلیه لوله کشی مسی با اتصالات لاله ای مورد نیاز جهت اتصال در طرف بالا و طرف پایین مدار مبرد باید از نوع K باشد.

۵-۳-۸ نگهدارنده های لوله

پیش بینی نگهدارنده های مناسب برای استحکام لوله ها و کاندوئیت ها (لوله های برق) در محل، از ارتعاش لوله ها جلوگیری نموده و موجب تثبیت تنظیم درجه صحیح مورد نیاز شده و تمهیدات برای انبساط و انقباض و نصب با ظاهری مرتب را فراهم سازد.

نگهدارنده ها باید طوری طراحی شوند که دارای قدرت و استحکام لازم بوده و مناسب بارگذاری، خدمات و به صورتی که بدون دلیل در ساختمان ایجاد تنش نکنند، پیش بینی شوند.

نگهدارنده ها و آویزها باید در هر جا که لازم باشد به اسکلت فلزی ساختمان محکم شوند.

در هر جا که کاربرد داشته باشد از آویزهای نگهدارنده فرو رفته در تخته بتن مسلح می توان استفاده کرد.

1- Flared Joints

آویزها باید توانایی تنظیم شدن عمودی را بعد از اجرای لوله کشی داشته باشند. باید دقت کرد که میل-گردهای آویز درون کانالها را سوراخ نکند (استفاده از صفحات مشبک آهنی، سیم یا زنجیر به عنوان نگهدارنده توصیه نمی گردد).

جدول نگهدارنده لوله کشی افقی باید بر اساس طبقه بندی کاربری باشد. اما برای لوله های سامانه گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع و سرمایش نگهدارنده های لوله کشی افقی مطابق جدول ۱ توصیه می شود.

جدول ۱- نگهدارنده های لوله کشی افقی توصیه شده برای لوله های سامانه گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع و تبرید

قطر لوله	قطر میل گرد	حداکثر فاصله (تقریبی)
۲۵٫۴ mm (حداکثر تا ۱ in)	-	۲ m
۲۵٫۴ mm تا ۳۲ mm (۱ in تا ۱ ¼ in)	۹٫۵ mm (¾ in)	۲٫۵ m
۳۸ mm تا ۵۰ mm (۱ ½ in تا ۲ in)	۹٫۵ mm (¾ in)	۳ m
۶۴ mm تا ۷۶ mm (۲ ½ in تا ۳ in)	۱۲٫۷ mm (½ in)	۳ m
۱۰۰ mm تا ۱۲۷ mm (۴ in تا ۵ in)	۱۶ mm (⅝ in)	۳٫۷ m
۱۵۰ mm (۶ in)	۱۹ mm (¾ in)	۳٫۷ m
۲۰۰ mm (۸ in)	۲۲ mm (⅞ in)	۳٫۷ m
۲۵۴ mm تا ۳۰۵ mm (۱۰ in تا ۱۲ in)	۲۲ mm (⅞ in)	۵ m
۳۵۵ mm تا ۴۰۰ mm (۱۴ in تا ۱۶ in)	۲۵٫۴ mm (۱ in)	۵ m

جدول ۲- حداکثر فاصله تکیه‌گاه لوله مطابق با مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان ایران

جنس مواد لوله‌کشی	قطر اسمی (mm)	قطر اسمی (in)	حداکثر فاصله افقی (m)	حداکثر فاصله عمودی (m)
لوله چدنی	تمام قطرها		۱/۸	۳
لوله فولادی	$\leq 25 \text{ mm}$	$\leq 1 \text{ in}$	۲/۱	۳
	۳۲	$1 \frac{1}{4} \text{ in}$	۲/۱	۳
	۴۰ تا ۵۰	2 in تا $1 \frac{1}{2} \text{ in}$	۲/۷	۳/۷
	۶۵ تا ۷۵	3 in تا $2 \frac{1}{2} \text{ in}$	۳/۴	۴/۶
	۱۰۰	4 in	۴/۳	۴/۶
لوله مسی - آلیاژ مسی	$\leq 25 \text{ mm}$	$\leq 1 \text{ in}$	۱/۸	۲/۴
	۳۲ تا ۴۰	$1 \frac{1}{2} \text{ in}$ تا $1 \frac{1}{4} \text{ in}$	۲/۴	۳
	۵۰	2 in	۲/۷	۳
	۶۰ تا ۱۰۰	4 in تا $2 \frac{1}{2} \text{ in}$	۳	۳/۷
لوله پلی‌اتیلن شبکه‌ای شده (pex)	۷ تا ۵۱	2 in تا $1 \frac{1}{4} \text{ in}$	۰/۵	۱/۲
لوله پلی‌اتیلن شبکه‌ای پنج لایه شامل آلومینیوم چسب شده (pex-AL-pex)	۹ تا ۶۱	$2 \frac{1}{2} \text{ in}$ تا $3 \frac{3}{8} \text{ in}$	۰/۸	۱/۲
لوله پلی‌اتیلن دما بالا	۹ تا ۶۱	$2 \frac{1}{2} \text{ in}$ تا $3 \frac{3}{8} \text{ in}$	۰/۸	۱/۲
لوله PVC	۳۲ تا ۴۰	$1 \frac{1}{2} \text{ in}$ تا $1 \frac{1}{4} \text{ in}$	۰/۵	۱/۲
	۵۰	2 in	۰/۶	۱/۲
	۷۵ تا ۱۰۰	4 in تا 3 in	۰/۹	۱/۸
	۱۵۰	6 in	۱/۲	۱/۸

در جدول ۲ نیز حداکثر فاصله تکیه‌گاه لوله مطابق با مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان ایران ارائه شده است.

نگهدارنده‌های پیش‌ساخته کارگاهی مانند لوله‌ها، آویزهای توکار، باید به‌صورت نگهدارنده‌های میل‌گردی، ناودانی‌ها، نبشی‌ها، تسمه پهن، میل‌گرد از جنس فولادی استاندارد و غیره بوده و با ساختار جوشکاری‌شونده باشند.

آویزهای نوع مفصلی باید به عنوان نگهدارنده‌های مرتفع استفاده شود. در جایی که برای نگهداری لوله‌ها با بار بیش از حداکثر برای این‌گونه آویزها توصیه شده است، گیره‌های فولادی لوله یا گیره‌های فولادی مستحکم لوله ممکن است به کار رود.

برای نگهدارنده‌های موجود در کف، نوع قابل تنظیم مجدد برای لوله‌های چدنی، که مناسب برای قطرهای ۵۰ mm تا ۲۰۰ mm (۲ in تا ۸ in) باشد در جایی که ممکن است تمهیداتی برای انبساط و انقباض مورد نیاز نباشد، باید به کار رود. نوع قابل تنظیم لوله باید طبق مشخصات همراه با مغزی لوله که از نظر طول مناسب شرایط محکم کردن فلنج به کف است به کار رود.

جایی که تمهیدات انبساط و انقباض ممکن است مورد نیاز باشد، پایه‌های کلاف لوله بر حسب طراحی مناسب باید روی سوراخ‌های تعبیه شده در بتن، یعنی جایی که در آن پایه‌ها باید طبق مشخصات به فلنج کف محکم شوند به کار رود.

برای نگهدارنده‌های دیواری، جایی که تمهیداتی برای انقباض و انبساط مورد نیاز نباشد، قلاب فولادی به شکل J مناسب برای لوله‌هایی به قطر تا ۷۶ mm (۳ in) می‌توان به کار برد.

برای آویز معلق و لوله مقاوم نورد شده باید حداکثر بار ایمن مطابق دستورالعمل سازندگان در نظر گرفته شود.

برای نگهدارنده‌های خط لوله عمودی، راهنمای ذیل توصیه می‌شود:

الف- گیره‌های فولادی انبساطی لوله‌ها باید دارای اندازه ۳۸ mm تا ۲۰۰ mm ($1\frac{1}{4}$ in تا ۸ in) برای طبقات وسط به کار رود. گیره‌ها باید به‌طور محکم به سازه ساختمان پیچ شوند. وقتی گیره مستقیم باید به سازه آهنی ساختمان جوشکاری شود عضو سازه اضافی برای استقرار گیره پیش‌بینی گردد.

ب- در جایی که که ادامه غلاف‌های لوله روی کف، باشد گیره‌های لوله باید در زیر سقف قرار گیرد.

جایی که گیره‌های تیرآهن برای آویزها و نگهدارنده‌ها مورد استفاده قرار گیرد، گیره تیرآهن چکش‌خوار باید برای میل‌گردهای آویزه به قطر ۹/۵ mm ($\frac{3}{8}$ in) روی لوله‌هایی تا قطر ۵۰ mm (۲ in) باید به کار رود.

همچنین گیره تیرآهن چکش‌خوار باید برای میل‌گرد آویزه به قطر ۳۸ mm ($1\frac{1}{4}$ in) برای لوله‌های بزرگتر از قطر ۵۰ mm (۲ in) به کار رود.

راهنمای سرفصل‌های ذیل برای جاگذاری‌های مشخص شده در بتن برای لوله‌ها، کانال‌ها یا نگهدارنده‌های مجزا توصیه می‌گردد.

الف- مواد جاگذاری مورد نیاز بتن باید بر اساس شرایط محیط در نظر گرفته شود تا برای بازه زمانی ایجاد بتن در حد مورد تأیید باشد و میلگردهای لازم برای مستحکم‌تر شدن بتن برای لوله‌هایی با قطر ۷۶ mm (۳ in) و کانال‌ها باید تهیه شود.

ب- در فضاهایی که به شکل تخته بتن به سقف منتهی می‌شود، مواد جاگذاری باید هم‌سطح تخته بتن به گونه‌ای باشد که ظاهری تمیز داشته باشد.

آویزها و نگهدارنده‌ها روی حفاظ پوششی لوله‌ها نباید عایق را سوراخ کند یا به آن خسارت وارد کند. در چنین شرایطی صفحه فلزی برای حفاظت از عایق باید پیش‌بینی گردد.

برای امکان انبساط آزاد و انقباض، قلاب مورد تأییدی که شامل گیره‌های فولادی جوشکاری شده به لوله و محکم شده به ساختمان یا جاسازی شده در بتن به‌طور جداگانه پیش‌بینی گردد.

برای نگهدارنده‌های لوله‌کشی مسی موارد ذیل مورد توجه قرار گیرد:

الف- برای لوله‌کشی‌های مسی به‌خصوص آویزهای طراحی شده برنجی در جایی که مسیرهای لوله روی سقف می‌باشد، باید یک پایه نگهدارنده مناسب پیش‌بینی گردد.

ب- برای خطوط لوله عمودی روباز، تسمه‌های مسی تا حدی قوی باید به‌کار برد.

پ- برای نگهدارنده‌های لوله الزامات نشریه ۳-۱۲۸ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز در نظر گرفته شود.

۵-۳-۹ دریچه‌های بازدید لوله‌ها و اجزای جانبی

دریچه‌های بازدید برای داکت‌های تأسیساتی نباید دارای اندازه‌ای کمتر از ۶۰ cm × ۶۰ cm جهت بازدید کلیه شیرهای توکار، تله‌ها، صافی‌ها، اتصالات انبساطی، کوپل‌ها و قسمت‌های مکانیکی دیگر که نیاز به دسترسی برای عملکرد، بازدید و تعمیر دارند، داشته باشد.

۵-۳-۱۰ عایق لوله

عایق‌کاری باید شامل آماده‌سازی سطح، مواد عایق شامل ممانعت‌کننده‌های رطوبت با پوشش نهایی کرباس، سیمان و پوشش‌های دیگر، حفاظت در برابر هوا، ضد یخ‌زدگی و غیره به‌طوری که مشخص شده باشد.

مواد عایق پوششی که رنگ می‌شوند باید شرایطی کافی برای جذب رنگ داشته باشند.

عایق باید در میان دیوارها، کف‌ها و تیغه‌ها ادامه داشته باشد، مگر این‌که به طریق دیگری گفته شده باشد.

عایق تأییدشده برای لوله‌کشی باید به‌صورت پیش‌ساخته قالبی ویژه قطر خارجی لوله باشد.

در جاهای ویژه، قطعات مشخص شده باید عایق باشند و یا قطعات عایق پلاستیکی همراه با نوار فلزی به عرض ۱۹ mm ($\frac{3}{4}$ in) با لبه‌های برگشته شده باید عایق بندی شوند.

با توجه به خدمات مختلف، روش‌های کاربرد عایق باید طبق دستورالعمل‌های مورد تأیید و توصیه شده سازندگان اجرا گردد.

۵-۳-۱۱ خطوط تخلیه

تسهیلات کافی برای تخلیه پمپ‌ها، دیگ‌ها، لوله کشی، تجهیزات دیگر و دستگاه‌های مورد نیاز باید پیش‌بینی شود.

لوله‌های تخلیه باید به کف‌شوی آبرو ادامه یابد.

هر جا ممکن است اتصالات لازم جهت تخلیه اجرا شود و به تخلیه ساختمان موجود ادامه یابد.

۵-۴ کانال کشی توزیع هوا

۵-۴-۱ الزامات عمومی

برای ورقه‌های فلزی، روش ساخت کانال هوا با ورقه‌های گالوانیزه و آلومینیومی باید بر اساس مقررات استاندارد SMACNA Second Edition (انجمن ملی پیمانکاران ورق فلز و تهویه مطبوع) باشد.

روش نصب قطعات کانال فایبرگلاس و کانال‌های قابل انعطاف باید براساس توصیه استاندارد AMCA (انجمن حرکت و کنترل هوا) انجام شود.

کانال کشی باید در ارتفاع سقف‌ها و هماهنگ با منتهی‌الیه مورد نظر در اتاق‌ها انجام شود.

کلیه زانو‌ها و سواره‌های کانال‌های به عرض ۴۰۰ mm (۱۶ in) و بزرگتر باید به پره‌های هدایت کننده و یا جداکننده مجهز شوند.

محفظه‌های هوا باید مجهز به بست و نگهدارنده شوند. در چنین حالتی سرعت حداکثری هوا در کانال، برای مسیر بادزن در حال کار که تا ۱۰ m/s (۲۰۰۰ ft/min) می‌رسد، سر و صدا و لرزش ایجاد نمی‌نماید.

اتصالات کانال باید بدون نشتی هوا و همراه با واشرهای رشته‌ای طبق جدول مشخصات فنی باشد.

کلاهدک هواکش اجاق‌های آشپزخانه یا وسایل دیگر آشپزخانه باید از ورقه‌های آلومینیومی آندشده (قطب مثبت) همراه با ساختار، بست و جزئیات دیگر طبق مشخصات ساخته شوند.

برای جلوگیری از تماس بین فلزات و کاهش میزان سر و صدا، با اتصالات فلزات غیرمشابه، کانال‌ها باید با واشرهای رشته‌ای و پیچ‌ها با بست فلزی رشته‌ای و واشر عایق‌بندی شوند.

اندازه دریچه بازدید باید بر حسب نیاز به سطح کار هوابندی شده و به صورت دریچه‌های معمول فلزی با دو دسته نگهدارنده و واشر اسفنجی دور داخل قاب پیش‌بینی شود.

۲-۴-۵ نگهدارنده‌های کانال

کانال‌های افقی باید با آویزهایی که فاصله آن‌ها بیش از ۲۰۰ cm نباشد، نگهداری شوند.

کانال‌های عمودی باید هر ۳ m با نبشی یا ناودانی به کانال‌های فلزی پرچ شوند. ناودانی‌ها باید روی تخته کف یا عضوهای سازه ساختمان با تأیید مشاور قرار گیرند.

کلیه نگهدارنده‌ها و ملحقات آن‌ها باید با رنگ ضدزنگ پوشش شوند.

۳-۴-۵ اجزای کانال

بر حسب یک رویه عملی صحیح، برای ساخت کانال‌ها، و به کارگیری حداقل الزامات سخت‌افزارهای ذیل باید در نظر گرفته شود:

الف- پیچ‌ها: برای هر متر نبشی آهنی (پیچ‌ها با ۱۵ cm رزوه) تعداد هشت پیچ به قطر ۶ mm و طول ۲۵ mm باید مورد استفاده قرار گیرد؛

ب- پرچ‌ها: برای هر متر آهن نبشی آهنی (پرچ‌ها با ۱۰ cm شیب) تعداد ۱۱ پرچ به قطر ۳ mm و طول ۱۰ mm باید مورد استفاده قرار گیرد (وزن تقریبی حدود ۷۵۰ پرچ، ۱ kg است)؛

پ- طناب: یک طناب به قطر ۱۰ mm در طول کامل قاب نبشی باید به کار رود؛

ت- کرباس: معمولاً برای ۲۵ mm تا ۳۰ mm عرض کرباس باید کمتر از ۱۰ cm بین نبشی‌ها و ۷ cm به صورت ۵۰٪ روی هم افتاده شده در زیر کانال به عنوان عایق پیچی مازاد پیش‌بینی گردد؛

ث- سیم: یک سیم گالوانیزه به قطر ۱ mm برای پیچاندن روی مواد عایق باید پیش‌بینی شود.

قطعات محکم‌کننده کانال باید در اطراف چهار پهلوئی کانال پرچ شوند.

۴-۴-۵ کنترل‌های سامانه کانال

کنترل‌های ذیل برای هر جایی که کانال کشی نصب می‌شود، توصیه شده است:

- الف- کنترل این که تمام دهانه ورودی هوای خارج از ساختمان، هوای برگشت و دمپره‌های هوای خروجی در محل، درست و قابل اجراء می‌باشد. برای انجام کار باید آزمایشات، تنظیمات و بالانس انجام گیرد؛
- ب- تأییدیه این که تمام دمپره‌های حجم سامانه و دمپره‌های آتش نصب شده‌اند، به‌طوری که در وضعیت کاملاً باز و در دسترس باشند؛
- پ- کنترل این که بازرسی دریچه‌های بازدید برای نشت‌گیری انجام شده و تأییدیه برای این که تمام دریچه‌های بازدید لازم، نصب شده‌اند؛
- ت- تأیید نمودن این که تمام دریچه‌های هوا و واحدهای پایانه نصب شده‌اند و دمپره‌های نهایی کاملاً باز هستند؛
- ث- بازدید کویل‌ها، گرم‌کن‌های کانالی و واحدهای پایانه جهت نشتی‌های احتمالی در اتصالات کانال‌ها و نفوذ آب از لوله‌کشی؛
- ج- تأیید محل‌هایی برای اندازه‌گیری‌هایی که با عبور دادن لوله پیتو جهت دسترسی برای اندازه‌گیری‌های عمومی آزمایشات، تنظیمات و بالانس انجام می‌شود؛
- چ- تأییدیه در مورد پیش‌بینی دهانه‌ها در دیوارها و محفظه‌ها جهت مسیر جریان هوا؛
- ح- تأییدیه در مورد این که کلیه طرح معماری از قبیل در ها، سقف‌ها و پنجره‌ها نصب شده‌اند و عملکرد از نظر جریان هوای سامانه‌های کانال، تنظیم شده است؛
- خ- بازرسی سامانه‌های کانال در مورد اتصالات صحیح در خصوص این که کلیه پره‌های هدایت‌کننده نصب شده‌اند و در جای مشخص شده کلیه اتصالات آب‌بندی شده‌اند.

۵-۴-۵ عایق کانال‌کشی

- برای هر نوع کانال‌کشی، تا قبل از این که روی سطوح آن‌ها پاک‌سازی نشده است و تا وقتی که کانال‌کشی، مورد آزمون، هوابندی و تمیز نشده‌اند، نباید عایق‌کاری شوند.
- عایق باید فقط روی سطوح فلزی کانال انجام گیرد. قطعات کانال‌های فایبر گلاس و کانال‌های قابل انعطاف نیازی به پوشش‌های عایق غیرهادی گرما روی سطوح داخل یا خارج آن‌ها، ندارند.
- عایق‌ها باید تا میان کف ها ، دیوارها، تیغه‌ها و غیره ادامه یابد.
- لایه‌هایی که در سطح داخل کانال برای جذب سر و صدا به کار می‌روند باید تا ۲ m مانده به تجهیزات با ضخامت مورد نیاز عایق‌کاری شوند و در محل‌های گرم و رطوبتی تکیه داده نشوند.
- عایق کانال دود (تنوره) باید با الیاف رشته‌ای معدنی مانند پتو باشند و روی سطح خارجی آن با توری

فولادی مسی و یک لایه نسوز، مناسب برای کاربرد تا دمای 500°C پوشش شوند.

کلیه کانال کشی در معرض دید باید با لایه ضد تبخیر مناسب عایق کاری شوند.

۵-۴-۶ دریچه‌های بازدید کانال‌ها

روی دریچه‌های بازدید کانال‌ها، پوسته محفظه‌ها، باید علامت‌های برجسته یا نوشته‌ای که نشانگر دریچه بازدید و تعمیرات دیگر و دستورالعمل‌های عملکردی و علایم ایمنی مناسب و روش‌های اطلاعاتی می‌باشد، پیش‌بینی گردد.

۵-۴-۷ درهای توکار برای کانال‌ها

جائی که دریچه‌های بازدید در بالای سقف کاذب عایق صوتی توکار یا پنهان، تعبیه شده‌اند، ممکن است یک نوار پلاستیکی مناسب به جای علامت مشخص شده برای سفارش و به صورت اختیاری نصب شود.

۵-۵ الزامات نصب صافی

برای رسیدن به نتایج رضایت‌بخش، در مورد بیشترین نقص‌های نصب فیلترها ممکن است، بتوان عیب در نصب یا تعمیر نادرست، یا هر دوی آنها را جست‌وجو کرد. الزامات توصیه شده جهت رضایت از عملکرد کارآمد نصب فیلترهای هوا به قرار ذیل می‌باشد:

صافی هوا باید مناسب برای کنترل گرد و غبار به میزان زیاد باشند. یک ضریب اطمینان یا بار طراحی اضافی ۱۰٪ تا ۱۵٪ قابل انتظار به عنوان حداکثر مجاز باید در نظر گرفته شود. وقتی هوا تابع آلودگی‌های اضافی آینده می‌باشد یک صافی بزرگتر باید نصب شود.

صافی باید مناسب برای شرایط عملکرد، از قبیل درجه تمیزی مورد نیاز هوا، مقدار گرد و غبار در هوای ورودی، نوع اثر افت فشار مجاز، دماهای عملکرد و سهولت تعمیراتی باشد.

کاربرد مشخص نوع صافی باید دارای بیشترین صرفه اقتصادی باشد. هزینه اولیه نصب باید در مقابل کارایی و استهلاک و از سویی هزینه و سهولت تعمیرات موازنه شود.

۵-۶ نصب شیر

۵-۶-۱ روش آزمون نصب شیر

قبل از نصب شیر، داخل شیر تا قسمت انتهایی آن از نظر تمیزی، عاری بودن از مواد خارجی و خوردگی باید آزمایش شود. مواد بسته‌بندی از قبیل قالب‌های مورد استفاده برای جلوگیری از حرکت صفحه در هنگام حمل و نقل و باربری باید برداشته شود. شیرهای معیوب باید با شیر نو تعویض شوند.

شیرها باید توسط یک چرخه باز-بسته و بسته-باز، برای راهاندازی فرمان گیرند. طرح‌های عملکرد راه‌کار را مشخص و نشیمن‌ها به‌وسیله چنین فرمانی آماده شده و باید به طور عملی آزمایش شوند.

رزوه‌های روی دو طرف شیر و لوله وصل شده موجود باید آزمایش شود.

پیچ‌های فلنج باید به‌منظور درستی قطر، طول و مواد مربوط کنترل شوند. صفحات فلنج در هم گیرشده برای شرایطی که موجب نشتی می‌شود، باید آزمایش شوند. مواد و اشرا از نظر درستی اندازه، ترکیب موادی که باید مناسب خدمات مربوط و عاری از هر گونه نقص و عیب باشد باید کنترل شود.

قبل از عایق‌کاری شیر، لوله‌کشی باید از لحاظ تمیزی، عاری بودن از مواد خارجی و صحت تراز آزمایش شود.

۵-۶-۲ روش نصب شیر

برای کاربردهای عمومی شیرهای دروازه‌ای، توپی و پروانه‌ای باید برای خدمات قطع سریع به‌کار روند. برای کنترل جریان، شیرهای سماوری، توپی و پروانه‌ای باید مورد استفاده قرار گیرند. برای کاربردهای مشخص شده و چیدمان بر حسب اهمیت موارد در مشخصات سامانه لوله‌کشی لحاظ گردد.

در صورت مجاز بودن برداشتن تجهیزات، بدون خاموش کردن سامانه، شیرها و مهره ماسوره‌های لازم باید برای هر واحد مصرفی و بخشی از تجهیزات نصب شوند. در وسایل فلنجی مهره ماسوره نباید به‌کار رود.

برای هر شیر کنترل، یک مسیرکنار گذر با سه شیر (دو شیردروازه‌ای^۱ و یک شیرکروی^۲) باید به‌کار رود.

شیرهای روی لوله‌کشی افقی باید به‌گونه‌ای نصب شوند که ساق شیر، بالای مرکز لوله‌کشی قرار گیرد.

شیرها باید در موقعیتی نصب شوند که امکان حرکت ساق آن‌ها وجود داشته باشد.

برای جهت جریان درست، شیرهای یک‌طرفه باید به صورت ذیل نصب شوند:

الف- شیر یک‌طرفه لولایی در موقعیت افقی و همسطح محور لولا؛

ب- کنترل آب در حالت افقی یا عمودی بین فلنج‌ها؛

پ- شیر یک‌طرفه کف فلزی (سوپایی) با ساقه قائم در لوله‌کشی.

1-Gate valve
2-Globe valve

شیرها باید قبل از اتمام رنگ آمیزی یا عایق کاری، از لحاظ رسوبها تمیز شوند.

۳-۶-۵ دستورالعمل‌های توصیه شده

وقتی شیر دنده‌ای نصب می‌گردد، آچار باید روی شش گوش در نزدیکی لوله قرار گیرد. در این حالت شیر نگه داشته می‌شود. در غیر این صورت نیروی وارده می‌تواند شیر را کج نماید.

برای کاهش تنش‌های ناشی از لوله، دو طرف شیر باید توسط آویزهای مناسب بسته شود (بیشتر شیرها ممکن است برای تنش‌های خارجی طراحی نشده باشند).

لوله‌ها باید به طول و اندازه صحیح رزوه شوند. اتصالات باید به گونه‌ای جهت آب‌بندی محکم شوند که موجب شکستن محل رزوه شیر نگردد.

مواد آب‌بندی باید در انتهای لوله استفاده شود و نه روی رزوه‌های شیر باشد؛ این کار از جمع شدن جرم روی رزوه‌ها، که ممکن است موجب بسته شدن شیر شود، جلوگیری می‌کند.

۴-۶-۵ انواع شیر

انواع شیرها به‌طور متداول برای آب سرد، آب چگالنده، آب گرم مصرفی و آب خنک، آب گرم گرم‌کننده‌ها و بخار فشار کم مربوط به سامانه گرمایش، تهویه مطبوع و سرمایش که در دامنه این استاندارد می‌باشد، به کار می‌روند. جهت جریان روی شیرها باید در هنگام نصب شیر در موقعیت صحیح قرار گیرد.

ساق بالارونده شیرهای ۶۵ mm ($2\frac{1}{4}$ in) و بیشتر باید دارای ساق بیرونی و حایل افقی باشد. در این‌جا شیرهای بدون ساق بالارونده ممکن است در محفظه بالایی به کار روند که از توسعه کامل ساق‌های بالارونده جلوگیری کند. برای شیرهای ۵۰ mm (۲ in) و کوچکتر تا ۲۵ mm (۱ in) بدون ساق بالارونده باید با سرپوش بالارونده و مهره ماسوره پیچی به کار رود. جایی که عایق مشخص شده است، ساق‌ها باید در این نوع طرح تا سر عایق ادامه داشته باشند.

شیرهای کشویی و کف فلزی برای قطرهای ۵۰ mm (۲ in) و کوچکتر باید از جنس برنجی با بدنه برنز و سردنده‌دار و بدون ساق بالارونده و برای ۶۵ mm ($2\frac{1}{4}$ in) و بزرگتر باید از جنس چدنی و سرهای فلنجی برنزی و ساق بالارونده باشند. شیرهای کشویی باید تا قبل از نصب بسته بمانند.

شیرهای با سر جوش برنجی و لحیم شده نباید برای گرم‌کننده‌های آب گرم و کاربردهای لوله کشی بخار به کار روند.

شیرهای سوزنی از قطر ۶٫۲۵ mm ($\frac{1}{4}$ in) تا قطر ۵۰ mm (۲ in) با سرهای دنده‌ای باید برای فشار کاری تا ۱۳۷۹ kPa (200 lb/in^2) و دمای تا 200°C (392°F) به کار روند.

شیرهای یک‌طرفه باید از نوع ذیل باشند:

الف- شیرهای یک‌طرفه لولایی از قطر ۶٫۲۵ mm ($\frac{1}{4}$ in) تا قطر ۵۰ mm (۲ in) باید از نوع سردنده‌ای با بدنه برنزی یا برنجی باشد؛

ب- شیرهای یک‌طرفه لولایی و ویفری ۶۵ mm ($2\frac{1}{4}$ in) و بزرگتر باید با سر فلنجی و بدنه چدنی باشد؛

پ- شیرهای یک‌طرفه کف فلزی از قطر ۶٫۲۵ mm ($\frac{1}{4}$ in) تا قطر ۵۰ mm (۲ in) باید با سر دنده‌ای و بدنه برنزی باشد.

شیرهای دسته آچاری به قطر ۵۰ mm (۲ in) و کوچکتر باید از نوع دارای سردنده‌ای، بدون روغن کاری با سر چهارگوش، بدنه برنزی، میزان فشار کاری ۱۰۳۴ kPa (150 lb/in^2) برای آب، نفت و گاز باشد. قطرهای ۶۵ mm ($2\frac{1}{4}$ in) و بیشتر باید از نوع دارای آچارگیر و سرفلنجی، گریس خور، با بدنه فولادی و میزان فشار کاری ۱۲۰۶ kPa (175 lb/in^2) برای آب، نفت و گاز باشد.

شیرهای پروانه‌ای، نوع میله‌ای یا چسباندنی با قطر ۶۵ mm ($2\frac{1}{4}$ in) و بزرگتر باید با سرفلنجی و میزان فشار کاری ۱۳۷۹ kPa (200 lb/in^2) با بدنه چدنی باشند.

شیرهای توپی ۳۲ mm ($1\frac{1}{4}$ in) و کوچکتر باید دارای میزان فشار کاری ۱۰۳۴ kPa (150 lb/in^2) با سرهای دنده‌ای، بدنه برنز با صفحه کرمی، توپی برنجی باشند.

صافی‌های آب که برای اتصالات لوله‌کشی با قطر کامل پیش‌بینی می‌گردد، انتهای آن‌ها باید با مواد سامانه لوله‌کشی جفت و جور باشد و توانایی ایجاد حداکثر ظرفیت صافی و حداقل اتلاف فشار را داشته باشد.

صافی ۵۰ mm (۲ in) و کوچکتر باید دارای سرهای دنده‌ای، بدنه چدنی همراه صافی شبکه‌ای دنده‌ای باشد و آن‌هایی که ۶۵ mm ($2\frac{1}{4}$ in) و بزرگتر باشند، باید دارای سرهای فلنجی، بدنه چدنی با صافی شبکه‌ای دنده‌ای باشد.

صافی‌ها باید در ورودی (جریان بالا دستی) هر پمپ نصب شوند. شیر کنترل، شیر تقلیل فشار یا تنظیم، شیر مغناطیسی (سولونوئید) و غیره طبق مشخصات نصب گردند.

مواد واشرها باید طوری انتخاب شوند که مناسب خدمات مربوط در سامانه لوله‌کشی بوده و نصب آن باید مطابق با استانداردهای AWWA C111/A21-11 و ASME B 16.20 باشد. اثرات شیمیایی و شرایط حرارتی سیال در حال جریان، نباید بر مواد مذکور زیان برساند.

فلنج‌ها باید با سرهای لوله بر حسب استاندارد ASME B 31.1 جوشکاری شوند. لوله‌کشی‌های تحت فشار و سامانه‌های فشار پائین باید طبق آئین‌نامه استاندارد AWWA C206 باشد.

۷-۵ سامانه کنترل خودکار

۱-۷-۵ الزامات عمومی

مهندس ارشد و کارشناس متخصص باید از کنترل دقیق سامانه نصب مطمئن شوند که کلیه اقلام پروژه به‌طور صحیح نصب شده‌اند. کارشناس متخصص باید فقط عملکرد سامانه را تأیید نماید. تنظیم‌ها، تغییر مکان و تنظیم مجدد هر کنترلی باید توسط مهندس پروژه و نماینده سازنده انجام گیرد.

۲-۷-۵ بررسی

در راستای تکمیل آزمون‌ها، تنظیمات و تعادل کلیه سامانه‌های گرمایش و تهویه مطبوع، سامانه‌های کنترل اتوماتیک باید برای اثبات توانایی خود، همخوانی ظرفیت سامانه را با شرایط بار بررسی نماید. هنگامی که کلیه بالانس جریان در یک فصل کاری، تکمیل گردید، در حالت چرخه سرمایش و گرمایش، بررسی کنترل‌ها باید اجرا و قبل از پذیرش پروژه کامل شود.

۳-۷-۵ دستورالعمل

- ۱- نقشه‌های طراحی و مشخصات باید با آگاهی و مساعی تهیه شود؛
- ۲- نسخه‌هایی تأییدشده از نقشه‌های کارگاهی نمودار کنترل باید تهیه شود؛
- ۳- طراحی برای نصب تجهیزات و سامانه نصب‌شده در محل باید مقایسه گردد؛
- ۴- نحوه عملکرد توصیه‌شده توسط سازندگان و دستورالعمل‌های آزمون باید اجرا گردد؛
- ۵- تنظیم کلیه کنترل‌ها باید بررسی گردد؛
- ۶- محل درست انتقال‌دهنده‌ها و کنترل‌کننده‌ها باید بازبینی شود. هر شرایط مخالفی که (زیان‌آور) بر کنترل‌ها اثر گذارد، باید یادداشت و اگر لازم باشد تغییر محل آن پیشنهاد گردد.

۴-۷-۵ سامانه‌های هوای فشرده

دستورالعمل‌های ذیل باید در محل اجرا شود:

- ۱- کنترل اصلی هوای رفت برای فشار صحیح و کمپرسور باید مورد تأیید قرار گیرد و عملکرد خشک‌کننده نیز باید ملاحظه گردد؛
- ۲- تنظیم کلیه کنترل‌کننده‌ها و حساسیت هر کنترل‌کننده باید مورد تأیید قرار گیرد. هر انطباق در وسایل کنترل‌کننده ملاحظه گردد؛
- ۳- تمام پایانه کنترل‌ها با نقشه‌های طراحی باید مقایسه گردد؛
- ۴- عملکرد کلیه کنترل‌های محدود (مانند: خاموش‌کننده‌ها، انجماد‌کننده‌ها، ترموستات‌های پیش‌گرم‌کن و ترموستات‌های بالا و پایین) باید مورد تأیید قرار گیرند؛
- ۵- وسایل کنترل باید برای کنترل حرکت آزاد و عملکرد درست آمپرهای فعال بوده و موجب تأیید کار درست موقعیت‌های باز عادی (NO)^۱ و بسته عادی (NC)^۲ بشود؛
- ۶- عملکرد پیلوت، تواتر عمل‌کننده‌های دمپر و عملکرد شیرهای کنترل جهت ارتباط صحیح و مطمئن باید مورد بررسی قرار گیرد؛
- ۷- تنظیم تمام کلیدهای فشاری/برقی و کلیدهای جیوه‌ای به‌منظور تنظیم درست و عملکرد موثر جهت چرخه فصلی (شرایط ناگهانی موجب تواتر در فصل مقابل می‌شود) باید انجام گیرد؛
- ۸- میزان مشخص و صفر فشارسنج یا فشارسنج‌های لوله‌ای U شکل در هنگام تثبیت محل درست حساسگرها باید کنترل شوند.
- ۹- عملکرد قفل‌شدن یا قفل داخلی سامانه باید مورد بررسی قرار گیرد؛
- ۱۰- فاصله کنترل از یک موقعیت بسته‌شدن عادی به یک موقعیت باز شدن عادی با ملاحظه هر مسیر ناکارآمد فشارهای زیاد و غیره باید مورد بررسی قرار گیرد؛
- ۱۱- ترتیب عملکردها (مانند تنظیم نهایی در شب، کلیدها، تنظیم مجدد، کنترل برج خنک‌کننده و غیره) باید مورد بررسی و تأیید قرار گیرد.

۵-۷-۵ سامانه‌های برقی

دستورالعمل‌های ذیل باید در محل اجرا شوند:

1- Normal Open
2- Normal Close

- ۱- کنترل ولتاژ باید با ولت متر، مورد بررسی قرار گیرد؛
- ۲- ترموستات باید در موقعیت دمای خنک تنظیم و به کمترین تنظیم برگردانده شود. عملکرد درست کنتاکتورها، شیر موتوری، موتور دمپر و غیره باید مورد بررسی قرار گیرند؛
- ۳- ترموستات باید بالاترین درجه تنظیم شود و عملکرد درست موتورهای دمپر و کلیدهای نهائی و رشته‌های حرارتی مقاومت باید بررسی شوند؛
- ۴- شیرهای برقی، ترموستات‌های محدوده پایین و وسایل قفل کننده برای تأیید عملکرد درست، باید فعال باشند.

۶-۷-۵ سامانه‌های الکترونیکی

در محل باید دستورالعمل‌های ذیل اجرا شوند:

- ۱- کلید کنترل‌های حلقوی و نقاط شبکه مجزای آن‌ها برای جوابگویی صحیح باید بررسی شوند؛
- ۲- کالیبراسیون حسگرهای شبکه و جوابگویی زمانی کلیه قطعات تعاملی باید بررسی شوند؛
- ۳- حالت‌های قطع کردن ایمن، (به‌طور عادی بسته (NC) و به‌طور عادی باز (NO) و غیره) کلیه وسایل کنترل باید، بررسی شوند؛
- ۴- با دست حرکت دادن هر دمپر و شیر کنترل باید، بررسی شوند؛
- ۵- کنترل حفاظت روشنایی باید، بررسی شوند؛
- ۶- در حالتی که سامانه در عملکرد کامل است، آزمایش هر حلقه کنترل در دو انتهای دامنه کنترل انجام شود.

۷-۷-۵ کنترل مستقیم عددی

در محل باید دستورالعمل‌های ذیل اجرا شوند:

- ۱- تواتر عملکرد برای هر حلقه کنترل به‌منظور دقت و کاربرد درست آن باید بررسی شود؛
- ۲- کلیه حلقه‌های کنترل و نقاط شبکه مجزای آن‌ها برای پاسخگویی صحیح باید بررسی شوند؛
- ۳- کالیبراسیون کلیه حساسگرهای شبکه شامل پاسخگویی زمانی روی موارد حداکثر باید بررسی شود؛
- ۴- حالت‌های ایمن کردن قطع، (به‌طور عادی بسته (NC) و به‌طور عادی باز (NO) و غیره) کلیه وسایل کنترل باید، بررسی شوند؛
- ۵- هر دمپر و شیر کنترل باید به‌طور دستی به آن حرکت داده شود؛

- ۶- حفاظت روشنایی و سامانه باطری ذخیره و مودم صوتی باید کنترل شوند؛
- ۷- در یک سامانه با عملکرد کامل، هر حلقه کنترل در دو سر دامنه کنترل باید آزمایش شود. کلیه موضوعات خواندنی باید طبق آن روی صفحه نمایش نشان داده شود.

۶ کنترل میزان سر و صدا و لرزش^۱

۱-۶ الزامات عمومی

ضریب قطعی تنظیم یک نصب صحیح و ایمن، کارایی کنترل لرزش و میزان سر و صدا می‌باشد. انتقال صدا می‌تواند به اندازه لرزش اهمیت داشته باشد.

هنگام اجرای داده‌های طراحی سازندگان، اظهار نظر کامل باید توسط پیمانکار ارائه شود. برای جزئیات اطلاعات بیشتر به استاندارد عمومی IPS-G-SF-900 برای کنترل میزان سر و صدا و لرزش مراجعه شود.

۲-۶ میزان سر و صدا

۱-۲-۶ الزامات عمومی

میزان سر و صدای هر سامانه نصب شده به طور عملی اهمیت زیادی در کاربردهای موتور دارد.

صدای جابه‌جایی هوا ناشی از موتور و لرزش فیزیکی در اثر تبدیل انرژی برقی به انرژی مکانیکی اجتناب‌ناپذیر است. ایجاد اجتناب‌ناپذیر صدا و لرزش، میزان سر و صدا نامیده می‌شود. گوش انسان نسبت به امواج صدا با دامنه فرکانس از ۱۶۰۰۰ Hz تا ۲۰۰۰۰ Hz حساس است. امواج صدا با فرکانس بالا مربوط به امواج ماوراء صوت است.

۲-۲-۶ انواع سروصدا

در حالت آزمون سر و صداهای ذیل در داخل ساختمان در هر جا که ضروری باشد باید توسط پیمانکار بررسی شود.

۱-۲-۲-۶ میزان سر و صدای ناشی از جابه‌جایی به وسیله هوا

این میزان سر و صدا به وسیله بخش لرزش موتور تولید می‌شود و منبع اصلی آن مغناطیسی، مکانیکی و چرخش هوا می‌باشد. میزان سر و صدای مغناطیسی ناشی از نیروهای مغناطیسی (شار) در شکاف هوا و

بخش‌های دیگر مدار مغناطیسی تولید می‌شوند. در موتور پمپ‌های متصل‌شده بسته، موتور نیز ممکن است عامل سر و صدای مکانیکی گردد. در اثر خرابی، از بالانس افتادن یا بی‌نظمی یاتاقان باشد. میزان سر و صدای یاتاقان ممکن است ناشی از اختلاف بین نوع استوانه‌ای یا نوع توبی یاتاقان باشد.

۲-۲-۲-۶ میزان سر و صدای ناشی از کانال

این نوع سر و صدا در اثر انتخاب نادرست ضخامت ورقه‌ای فلزی، سرعت هوای خروجی (بر حسب m/s) یا عدم وجود طناب گرافیتی فشرده که بین اتصالات فلنج‌های دو قطعه از کانال‌های ساخته‌شده باشد، همچنین نصب نادرست و عدم وجود دمپرهای جداکننده و پره‌های هدایت‌کننده هوا ممکن است موجب سر و صدای درون کانال شود.

۳-۲-۲-۶ میزان سر و صدای ناشی از سازه

میزان سر و صدای ناشی از سازه سر و صدایی است که به دلیل فرسایش ساختمان تولید گردیده و ممکن است موجب مزاحمت زیاد شود که می‌توان به وسیله طراحی فرکانس سر و صدای تجهیزات که بالاتر از فرکانس سازه‌های ساختمان است از آن جلوگیری نمود.

۳-۶ کنترل‌های ارتعاش

الزامات عمومی

برای جلوگیری از انتقال لرزش و صدای مکانیکی انتقالی به سازه ساختمان، کلیه تجهیزات مکانیکی باید روی لرزه‌گیر نصب شوند، مگر این‌که در جدول تجهیزات گفته شده باشد.

لرزه‌گیرها باید بر حسب میزان توزیع وزن که موجب انحراف یکنواخت می‌شود، انتخاب شوند. میزان انحراف باید همان چیزی باشد که در جدول تجهیزات درج گردیده است.

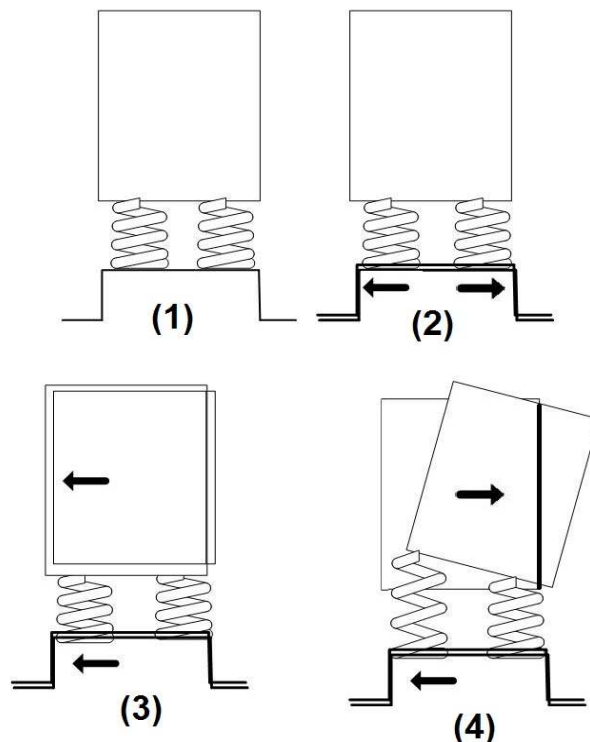
برای مشخصات عمومی الزامی و راهنمای انتخاب کنترل‌های مختلف لرزش به استاندارد IPS-M-AR-225 مراجعه شود. راهنمای انتخاب کنترل لرزش مربوط به مواد تشریح‌شده جهت تجهیزات گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع و تبرید مربوط می‌باشد.

۴-۶ کنترل‌های زلزله‌ای

اصطلاح لرزه‌گیر اشاره به مواد ارتجاعی بین یک سازه و یک دستگاه دارد. هنگامی این (لرزه‌گیر) برای زلزله‌ها به کار رفته باشد، به صورت یک سامانه عملی و کاربردی کامل برای کنترل لرزش می‌باشد و این تصور می‌شود که وقتی کف (ساختمان) حرکت‌هایی به‌طور افقی و عمودی در جهاتی اتفاقی در دامنه‌ای به‌طور مکرر خواهد داشت این عمل اتفاق می‌افتد. اگر تکرار حرکت کف ساختمان نسبت به

سامانه فنر خیلی زیاد باشد، جرم به صورت عایق (ثابت) خواهد شد و در فضا بی حرکت خواهد ماند و همین طور اگر حرکت خیلی کم باشد جرم با سازه حرکت خواهد کرد.

هنگامی که سخت ترین زلزله اتفاق افتد، هر چند، دامنه تکرارهای ورودی شامل سامانه انعکاس صدا می باشد، فنرها به طور فزاینده منجر به حرکت توسعه جرم و موجب خسارت یا رها شدن فنرها، همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، می شوند.



شکل ۱ - حرکت های جرم - فنر نصب شده

تجهیزات جداسازی از کف، باید روی نگهدارنده های فنری نصب شوند. انعطاف بیشتر وسیله جدا کننده، مشکل حرکت تجهیزات را در اثر حرکت نگهدارنده بیشتر می کند. نیروی وارده از یک سو موجب اثر زلزله های روی وسایل ثابت راه انداز می کند.

۷ آزمون ها، تنظیمات و متعادل سازی

۱-۷ حداقل الزامات مورد نیاز

برای ساختن سامانه، به گونه‌ای که طراح قصد انجام آن را داشته باشد، تمام الزامات مورد نیاز (انجام اندازه‌گیری آزمون‌ها، تنظیمات و موازنه سامانه گرمایش، تهویه مطبوع و سرمایش) باید با رعایت این استاندارد باشد.

۲-۷ توصیه‌های عمومی برای اعمال آزمون‌ها، تنظیمات و متعادل سازی

۱-۲-۷ ملاحظات طراحی

آزمون‌ها، تنظیمات و موازنه باید به عنوان اعمال طراحی شروع شود و با بیشترین وسایل مورد نیاز برای تنظیماتی که بخش‌های ترکیبی از طراحی و نصب نیاز دارد انجام شود. برای اطمینان از اینکه موازنه صحیح انجام شود، مهندس مربوطه باید تعداد مورد نیاز دمپر، شیرها، محل‌های اندازه‌گیری جریان و وسایل موازنه جریان را مشخص و ارائه نماید. این تمهیدات باید به‌درستی در طول مسیر مستقیم مورد نیاز لوله یا کانال جهت اندازه‌گیری‌های دقیق قرار گیرند.

کلیه فعالیت‌های سامانه شامل، لوازم ابزار دقیق تنظیم‌شده و اجرای کار واقعی، باید جدول‌بندی شوند؛ زیرا بسیاری سامانه‌ها اختلاف عملکرد روی یک مبنای فصلی دارند، زیرا کارایی دما قابل توجه و هماهنگ بودن کار سمت هوا با سمت آب مهم است. آماده‌سازی کار باید شامل برنامه‌ریزی وجدول-بندی کلیه دستورالعمل‌ها، جمع‌آوری داده‌های لازم، (شامل کلیه سفارش‌های متغیر) داده‌های مروری، مطالعه سامانه‌ای که باید روی آن کار شود و تهیه فرم‌ها و انجام بازرسی‌های محلی مقدماتی باشد.

سامانه‌های کانال باید به‌گونه‌ای طراحی، ساخته و نصب گردند که حداقل نشتی هوا و کنترل نشتی را داشته باشند. حداکثر مقدار نشتی باید ۵٪ باشد. کلیه سامانه‌های کانال باید به‌منظور نشتی هوا، آب‌بندی و آزمایش شوند و لوله‌کشی آب باید هنگام اجرا آزمایش شود.

یادآوری- کارهای هزینه‌بر و ساده برای انجام بالانس و عملکرد، آن‌هایی هستند که ابتدا با در نظر گرفتن دستورالعمل‌های آزمایش‌ها، تنظیمات و متعادل سازی طراحی شده، نقشه‌ها تهیه و مشخصات نوشته شده باشد.

۲-۲-۷ نیازمندی‌های طراحی

با توجه به دستورالعمل‌های صحیح، مهندس طراح باید به‌طور واضح مشخصات آزمایش‌ها، تنظیمات و متعادل سازی را به کار برده، به‌گونه‌ای که گروه اجرای آزمایش‌ها، تنظیمات و متعادل سازی بتواند کارایی سامانه را مشخص کنند. دستورالعمل‌های ذیل توصیه شده است:

- ۱- برای ساده کردن متعادل سازی مدار آب، کلیه لوله‌های عمودی و انشعاب آب برگشت معکوس، باید وسایل اندازه‌گیری جریان آب و بالانس پیش‌بینی گردد؛

- ۲- لوله‌های خروجی اولیه/ ثانویه پمپ آب سردکننده و پمپ آب چگالنده باید با کنتور جریان آب و وسایل بالانس پیش‌بینی گردند. پمپ‌های نصب‌شده دیگر برای سامانه‌های گرمایش، تهویه مطبوع و سرمایش باید با وسایل مربوط تهیه شوند؛
 - ۳- برای خواندن دقیق، باید برای هر پمپ، فشارسنج مجزا با حایل افقی در اتصال لوله‌کشی در مسیر شیرهای سوزنی مناسب در ورودی و در خروجی پمپ پیش‌بینی گردد. برای امکان خواندن رقم‌های اختلاف یک وسیله آزمایش با وسایل آزمایش دیگر باید یک اتصال سریع بین هر شیر و اتصال پمپ مربوط پیش‌بینی شود؛
 - ۴- تخلیه هوای خودکار همراه با شیرهای قطع باید با لوله هواگیری به‌منظور تخلیه هوا از کلیه نقاط بالا و تجمع هوا در سامانه پیش‌بینی شود؛
 - ۵- شیرهای قابل تنظیم باید نزدیک کلیه اتصالات کوئل آب سرد و گرم و مبدل‌های حرارتی تامین گردد؛
 - ۶- کلیه کانال‌های هوا، لوله‌های ورودی و خروجی آب سردکننده‌ها، مبدل‌های حرارتی، کوئل‌های آب سرد و گرم و چگالنده‌ها باید با دماسنج همراه با چاهک‌های آزمایش قابل تبدیل پیش‌بینی گردند؛
 - ۷- برای خواندن دقیق دماسنج‌های تداخلی باید آن‌ها را بعد از کوئل پیش‌گرم‌کن، رطوبت‌گیر و کوئل‌های گرم‌کننده مجدد، قرار داد؛
 - ۸- نشانگرهای فشار باید در وسط کلیه صافی‌ها، کوئل‌ها و بادزن‌ها با بررسی خوب و در هر جا امکان‌پذیر باشد، پیش‌بینی گردد.
 - ۹- فضای کافی باید بین اجزاء کلیه دستگاه‌های تهویه مطبوع اولیه، ثانویه جهت تنظیم آزمون آسان و نقاط تمیزکاری پیش‌بینی گردد.
 - ۱۰- برای دسترسی به آزمایش، کنترل و نقاط تمیز، دریچه‌های بازدید با اتصالات آب‌بندی شده، باید همراه با چراغ‌های محفظه و برای کلیه دمپرهای تعادلی، دمپرهای آتش، تخلیه‌ها، شیرها و غیره پیش‌بینی گردد؛
 - ۱۱- کلیه انشعابات کانال‌های هوا باید با دمپرهای تعادلی و کلیه انشعابات کوچک با دمپرهای جداکننده پیش‌بینی گردند؛
 - ۱۲- برای آزمون‌ها، تنظیمات و متعادل سازی ساده، برنامه‌ریزی و تهیه مشخصات، باید با نمایش تنظیمات و شرایط مجاز شده ذیل باشد:
- الف- شرایط طراحی داخل و خارج از ساختمان؛
- ب- تنظیمات، دامنه اختلاف و عملکرد کلیه وسایل کنترل ریزپردازنده باید با نرم‌افزار پشتیبان تهیه گردند؛

پ- لزوم هم‌جهتی جریان هوا و آب همراه با جمع کل فشارها و ظرفیت‌ها باید در تمام نقاط پایانه به‌خصوص بادزن‌ها و پمپ‌ها نشان داده شوند.

۳-۲-۷ الزامات عمومی

الف- تجهیزات باید به طور دقیق مطابق آن‌چه مشخص شده است درخواست داده شود؛

ب- نقشه کارگاهی باید به‌طور واضح، نشان‌دهنده محل‌های دقیق و موقعیت‌های کلیه نقاط آزمون از قبیل اندازه‌گیرها، دماسنج‌ها، کنترل‌کننده‌ها، وسایل متعادل سازی و دمپر‌ها، محفظه‌های دسترسی، تخلیه و غیره باشد؛

پ- مراتب آزمون‌ها، تنظیمات و متعادل سازی و نقاط بررسی (میان خواندن پیتو و غیره) باید روی نقشه کارگاهی به‌طور واضح مشخص باشد؛

ت- نقشه‌های تک‌خطی کانال هوا و سامانه آب که نشان‌دهنده کلیه انشعابات و پایانه هوا و جریان آب مورد نیاز و فشار و سرعت‌ها در هر نقطه به‌صورت مشخص یا محاسبه شده باید تهیه و برای سهولت در انجام آزمایش‌ها، تنظیمات و متعادل سازی آماده شود؛

ث- یک داده برگ نمونه در جایی که باید اطلاعات روی تجهیزات، آب و شرایط طراحی کیفیت هوای داخل ساختمان در آن درج گردد، باید تهیه شود (این برگه داده نمونه توسط استانداردهای MCAA و ANSI/ASHRAE 62.1 تأیید شده می‌باشد).

ج- کلیه مراتب ارائه، بسته‌بندی‌شده یا گردآوری‌شده در یک لوح فشرده باید نشانگر مدارک ذیل برای استفاده در هنگام انجام آزمایشات، تنظیمات و متعادل سازی باشد:

- ۱- برنامه‌ریزی‌ها و مشخصات کار؛
- ۲- دستورات تغییر محل کار؛
- ۳- تصویر نسخه‌های درخواست‌های خرید؛
- ۴- تسلیم داده برگ، منحنی‌های کارایی و جداول، دستورالعمل‌های سازنده در مورد نصب و راه‌اندازی؛
- ۵- نقشه‌های کارگاهی با یادداشت‌های حین ساخت؛
- ۶- نمودار ترسیمی رنگی جریان خطی که مسیرهای جریان حامل‌های مختلف مانند گاز، آب، برق، مبرد و غیره را پیش‌بینی می‌کند؛
- ۷- نمودار کنترل با ترتیب عملکرد.

یادآوری- برای تکمیل نیازمندی‌های اقلام، متخصص آزمون‌ها، تنظیمات و متعادل سازی با هماهنگی مدیر اجرایی در موارد ذیل اطمینان خواهد داد که:

– در هنگام بازدید معمول و قبل از اتصال بادزن ها و پمپ ها و غیره، که داخل لوله ها و کانال ها از مواد خارجی تمیز و آب بندی شده اند؛

– قرار گرفتن کل کنترل ها و تجهیزات به طور دقیق طبق مشخصات می باشند؛

– در محل کار، بسته مشخصات، همراه دستورالعمل های دقیق، توسط مدیر اجرایی تهیه شود، به طوری که تمام نامه های دریافتی با ذکر تجهیزات و غیره در این بسته باشد (قبل از آغاز دستورالعمل های آزمون ها، تنظیمات و متعادل سازی ممکن است فقط تصویر نسخه ای موجود باشد).

۸ راهنمای راه اندازی سامانه گرمایش، تهویه مطبوع و تبرید

۱-۸ خدمات

خدمات های ذیل برای این راهنما به کار می رود:

۱-۱-۸ قطعات یدکی

قبل از دستورالعمل پیش راه اندازی یک فهرست از قطعات یدکی توصیه شده به منظور ارائه راهبردی و اقلام مصرف شدنی موجود برای عملکرد تجهیزات مربوطه گرمایش، تهویه مطبوع و تبرید و سامانه ها تهیه گردد. فهرست مورد تأیید قبل از تسلیم به مدیر پروژه به طور شفاف، مشخص و مجزا باشد.

۲-۱-۸ ابزارها

قبل از انجام آزمون ها، تنظیمات، موازنه و روش های راه اندازی، یک فهرست عادی و ویژه از ابزار اندازه گیری ارقام مختلف، کالیبراسیون، تنظیم ها و غیره تهیه و به مدیر پروژه ارائه شود.

۳-۱-۸ آموزش مجدد

بعد از راه اندازی نهایی پروژه های گرمایش، تهویه مطبوع و تبرید، گروه راه اندازی و تعمیرات (برای تغییر شکل و ترکیب مجددی که هنگام راه اندازی ممکن است رخ دهد)، تحت آموزش قرار گیرند.

کتابنامه

- [۱] انتشارات سازمان برنامه و بودجه ایران، نشریه شماره ۱-۱۲۸، مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها- جلد اول: تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع
- [۲] انتشارات سازمان برنامه و بودجه ایران، نشریه شماره ۲-۱۲۸، مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها- جلد دوم: تأسیسات بهداشتی
- [۳] انتشارات سازمان برنامه و بودجه ایران، نشریه شماره ۴-۱۲۸، مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها- جلد چهارم: عایق‌کاری
- [۴] انتشارات سازمان برنامه و بودجه ایران، نشریه شماره ۵-۱۲۸، مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها- جلد پنجم: لوله‌های ترموپلاستیک
- [۵] انتشارات سازمان برنامه و بودجه ایران، نشریه شماره ۶-۱۲۸، مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان (جلد ششم) نقشه‌های جزئیات- قسمت اول
- [۶] انتشارات سازمان برنامه و بودجه ایران، نشریه شماره ۶-۱۲۸، مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان (جلد ششم) نقشه‌های جزئیات- قسمت دوم
- [۷] انتشارات سازمان برنامه و بودجه ایران، نشریه شماره ۱۷۲، عملکرد، نگهداری و بهینه‌سازی سیستم‌های گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع
- [۸] انتشارات سازمان برنامه و بودجه ایران، نشریه شماره ۲۷۱، شرایط طراحی برای محاسبات تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ویژه تعدادی از شهرهای کشور
- [۹] مقررات ملی ساختمان، مبحث ۱۴: «تأسیسات مکانیکی»
- [۱۰] مقررات ملی ساختمان، مبحث ۱۷: «لوله‌کشی گاز طبیعی»
- [۱۱] مقررات ملی ساختمان، مبحث ۱۹: «صرفه‌جویی در مصرف انرژی»
- [12] ASHRAE Guideline 1: 2020, The HVAC commissioning process
- [13] ASME B16.21: 1992, Nonmetallic flat gaskets for pipe flanges
- [14] IPS-E-GN-100: 2011, Engineering standard for units