جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه

مهندسی نگهداری ساختمان و تأسیسات

(جلداول)

نگهداری دستگاههای تأسیساتی

نویسنده: لیندلی آر.هیگینز

نشریه شماره ۱۳۸

معاونت امور فنی
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۷۴/۰۰/۶۵

۱۳۷٤

فهرستبرگه

هیگینز، لیندلی Higgins, Lindley R.
مهندسی نگهداری ساختمان و تأسیسات/ نویسنده لیندلی آر. هیگینز؛ [ترجمه معاونت امور فنی، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی].- تهران: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷٤-
ج.: مصور.-(سازمان برنامه و بودجه. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی؛ نشریه شماره ۱۳۸)(انتشارات سازمان برنامه و بودجه؛ ٦٥/۰۰/۷٤
عنوان اصلی: Maintenance engineering handbook/4th ed., 1988
مندرجات: ج.۱. نگهداری دستگاههای تأسیساتی.-

۱. ساختمانها - تعمیر و نگهداری. ۲. تأسیسات - تعمیر و نگهداری. ۳. تهویه مطبوع - تعمیر و نگهداری. الف. سازمان برنامه و بودجه. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی. ب. سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

ش.۱۳۸ ۲س/۳٦۸ TA

مهندسی نگهداری ساختمان و تأسیسات (جلد اول)
نگهداری دستگاههای تأسیساتی
تهیه کننده: دفتر تحقیقات و معیارهای فنی
ناشر: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات
چاپ اول: ۳۰۰۰ نسخه، ۱۳۷٤
قیمت: **۱۲۰۰۰ ریال**
چاپ و صحافی: مؤسسه زحل چاپ
همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

بسمه تعالی

پیشگفتار

در کشور ما، نگهداری و راهبری تاسیسات و تجهیزات، در دوران بهره‌برداری از ساختمانهای گوناگون (به‌ویژه در ساختمانهایی که تاسیسات و تجهیزات در آنها نقش عمده‌ای دارند) از جمله مواردی است که تاکنون توجه کافی و در خور به‌آن مبذول نشده است. عدم پیش‌بینی شرح خدمات مربوط به نگهداری و راهبری در دوران بهره‌برداری در مراحل فعلی مطالعه، طراحی و اجرا، از یک طرف و نبود توجه لازم به برنامه‌ریزی و تامین اعتبار لازم از سوی دیگر، امر بهره‌برداری و نگهداری ساختمانها و تاسیسات (به‌ویژه در بخش دولتی) را با مشکل جدی روبرو ساخته است، و دراین رهگذر، نه تنها از سرمایه‌گذاری اولیه استفاده مناسب نمی‌گردد، که هزینه‌های غیر موثر و غیر مفید دیگری را بربودجه کشور تحمیل می‌کند.

در وضع موجود فقدان شرکت‌های با صلاحیت برای نگهداری و راهبری تاسیسات نیز از مسایلی است که باید مورد توجه جدی دست‌اندرکاران قرار گیرد.

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، به‌منظور آشنایی بیشتر واحدهای ذیربط به شرح خدمات تفصیلی نگهداری تاسیسات مکانیکی اقدام به ترجمه قسمتهایی از کتاب "MAINTENANCE ENGINEERING HANDBOOK" نموده است، که در قالب جزوه‌هایی مستقل و به‌تدریج در اختیار علاقمندان قرار خواهد گرفت.

ضمن قدردانی از همکاری صمیمانه شرکت خانه‌سازی ایران که عهده‌دار انجام [illegible] مهم می‌باشد، از کلیه دست‌اندرکاران انتظار دارد با ارسال نظرات اصلاحی خود این دفتر را در تصحیح و تکمیل مسیری که در آن گام نهاده است، یاری فرمایند.

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

زمستان سال ۱۳۷۴

۱۳۸ - ۱

بسمه تعالی

پیشگفتار

درکشور ما، نگهداری و راهبری تاسیسات و تجهیزات، در دوران بهره‌برداری از ساختمانهای گوناگون (به‌ویژه در ساختمانهایی که تاسیسات و تجهیزات در آنها نقش عمده‌ای دارند) از جمله مواردی است که تاکنون توجه کافی و در خور به‌آن مبذول نشده است. عدم پیش‌بینی شرح خدمات مربوط به نگهداری و راهبری در دوران بهره‌برداری در مراحل فعلی مطالعه، طراحی و اجرا، از یک طرف و نبود توجه لازم به برنامه‌ریزی و تامین اعتبار لازم از سوی دیگر، امر بهره‌برداری و نگهداری ساختمانها و تاسیسات (به‌ویژه در بخش دولتی) را با مشکل جدی روبرو ساخته است، و دراین رهگذر، نه تنها از سرمایه‌گذاری اولیه استفاده مناسب نمی‌گردد، که هزینه‌های غیر موثر و غیر مفید دیگری را بربودجه کشور تحمیل می‌کند.

در وضع موجود فقدان شرکت‌های با صلاحیت برای نگهداری و راهبری تاسیسات نیز از مسایلی است که باید مورد توجه جدی دست‌اندرکاران قرار گیرد.

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، به‌منظور آشنایی بیشتر واحدهای ذیربط به شرح خدمات تفصیلی نگهداری تاسیسات مکانیکی اقدام به ترجمه قسمتهایی از کتاب "MAINTENANCE ENGINEERING HANDBOOK" نموده است، که در قالب جزوه‌هایی مستقل و به‌تدریج در اختیار علاقمندان قرار خواهد گرفت.

ضمن قدردانی از همکاری صمیمانه شرکت خانه‌سازی ایران که عهده‌دار انجام [illegible] مهم می‌باشد، از کلیه دست‌اندرکاران انتظار دارد با ارسال نظرات اصلاحی خود این دفتر را در تصحیح و تکمیل مسیری که در آن گام نهاده است، یاری فرمایند.

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

زمستان سال ۱۳۷۴

مقدمه :

این جزوه ترجمه‌ی فصلی است از چاپ چهارم کتاب"MAINTENANCE ENGINEERING HANDBOOK" که توسط "LINDLEY R. HIGGINS, P.E."تهیه شده و به‌وسیله‌ی کمپانی "McGRAW - HILL " در سال ۱۹۸۸ انتشار یافته است.

۱- کتاب اصلی شامل ۱۲ بخش و ۶۱ فصل است. اصل فهرست مطالب کتاب در انتهای جزوه حاضر درج شده است تا خواننده از موضوع همه‌ی فصل‌ها آگاهی یابد و جایگاه هرفصل را درآن بشناسد.

۲- پس از آماده‌شدن ترجمه هر بخش نسبت به چاپ آن اقدام خواهد شد. امید است همه‌ی بخش‌های کتاب به‌تدریج آماده شود و روزی امکان انتشار آن در یک مجموعه فراهم گردد.

۳- ترجمه‌ی کتاب از فصول بخش هشتم، که به تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع اختصاص دارد، آغاز شده است. به‌نظر می‌رسد که انتشار آن از اولویت بیشتری برخوردار باشد.

۴- عنوان کتاب "مهندسی نگهداری ساختمان و تاسیسات" ترجمه شده است. هرچند واژه‌ی "نگهداری" محتوای واژه‌ی "MAINTENANCE" را به‌تمامی نمی‌رساند چون دراین حرفه تا حدودی معمول و متداول شده است، هنوزمناسب به‌نظر می‌رسد. خواننده در جریان مطالعه‌ی فصول کتاب درخواهد یافت که مطالب آن طیف گسترده‌ای از فعالیت، شامل انتخاب دستگاه، چگونگی نصب، راه‌اندازی، آزمایش، روغن‌کاری، عیب یابی، رفع عیب، تعمیر و تنظیم را نیز غالباً درمی‌گیرد.

۵- نظر به فراوانی عبارات و اصطلاحات فنی و تخصصی مربوط به سیستم‌ها، دستگاه‌ها و قطعات و اجزای آن‌ها،به‌اقتضای موضوع، در ترجمه‌ی فارسی معادل‌هایی برای آن‌ها پیشنهاد شده است. انتظار می‌رود با پیشنهادها و اظهارنظرهای دست‌اندرکاران بتوان در چاپ‌های بعدی معادل‌های مناسب‌تری جای گزین کرد.

مقدمه :

این جزوه ترجمه‌ی فصلی است از چاپ چهارم کتاب"MAINTENANCE ENGINEERING HANDBOOK" که توسط "LINDLEY R. HIGGINS, P.E."تهیه شده و به‌وسیله‌ی کمپانی "McGRAW - HILL " در سال ۱۹۸۸ انتشار یافته است.

۱- کتاب اصلی شامل ۱۲ بخش و ۶۱ فصل است. اصل فهرست مطالب کتاب در انتهای جزوه حاضر درج شده است تا خواننده از موضوع همه‌ی فصل‌ها آگاهی یابد و جایگاه هرفصل را درآن بشناسد.

۲- پس از آماده‌شدن ترجمه هر بخش نسبت به چاپ آن اقدام خواهد شد. امید است همه‌ی بخش‌های کتاب به‌تدریج آماده شود و روزی امکان انتشار آن در یک مجموعه فراهم گردد.

۳- ترجمه‌ی کتاب از فصول بخش هشتم، که به تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع اختصاص دارد، آغاز شده است. به‌نظر می‌رسد که انتشار آن از اولویت بیشتری برخوردار باشد.

۴- عنوان کتاب "مهندسی نگهداری ساختمان و تاسیسات" ترجمه شده است. هرچند واژه‌ی "نگهداری" محتوای واژه‌ی "MAINTENANCE" را به‌تمامی نمی‌رساند چون دراین حرفه تا حدودی معمول و متداول شده است، هنوزمناسب به‌نظر می‌رسد. خواننده در جریان مطالعه‌ی فصول کتاب درخواهد یافت که مطالب آن طیف گسترده‌ای از فعالیت، شامل انتخاب دستگاه، چگونگی نصب، راه‌اندازی، آزمایش، روغن‌کاری، عیب یابی، رفع عیب، تعمیر و تنظیم را نیز غالباً درمی‌گیرد.

۵- نظر به فراوانی عبارات و اصطلاحات فنی و تخصصی مربوط به سیستم‌ها، دستگاه‌ها و قطعات و اجزای آن‌ها،به‌اقتضای موضوع، در ترجمه‌ی فارسی معادل‌هایی برای آن‌ها پیشنهاد شده است. انتظار می‌رود با پیشنهادها و اظهارنظرهای دست‌اندرکاران بتوان در چاپ‌های بعدی معادل‌های مناسب‌تری جای گزین کرد.

بخش هشتم ـ نگهداری دستگاههای تاسیساتی

فهرست

عنوان	صفحه
فصل اول ـ دستگاههای تهویه مطبوع	۸-۱
فصل دوم ـ دمنده‌های تهویه و سیستمهای تخلیه هوا	۸-۴۵
فصل چهارم ـ پمپهای گریز از مرکز	۸-۷۹
فصل پنجم ـ کمپرسورهای پیستونی هوای فشرده	۸-۹۲
فصل ششم ـ شیرها	۸-۱۰۶
فصل هفتم ـ لوله کشی	۸-۱۲۴

بخش هشتم ـ نگهداری دستگاههای تاسیساتی

فصل اول:

دستگاههای تهویه مطبوع

بخش هشتم - نگهداری دستگاههای تاسیساتی

فصل اول - دستگاههای تهویه مطبوع

تهویه مطبوع به معنی کنترل دما، رطوبت و پاکیزگی هوا و نحوه توزیع آن ، به منظور ایجاد شرایط لازم برای آسایش افراد و یا حفظ کیفیت تولید می‌باشد.

بار تهویه مطبوع (Air-Conditioning Load)

شناخت بارتهویه مطبوع و چگونگی عملکرد آن ، برای بهره‌برداری و نگهداری دستگاههای تهویه‌مطبوع ، با راندمان بالا ، امری الزامی است .

بار سیستم تهویه مطبوع مقدار گرمائی است که در یک زمان معین باید از یک فضا گرفته یا به آن اضافه شود. این مقدار گرما به دما و مقدار رطوبت هوا بستگی دارد زیرا کم و زیاد کردن مقدار رطوبت هوا نیز به انتقال گرما نیاز دارد.

اگر گرما اضافه شود به آن " بار گرمائی " و اگر گرفته شود به آن " بار سرمائی " گویند.

مجموعه اثر آفتاب ، دمای هوای بیرون ، و بارهای داخلی معمولا" باعث ایجاد بارگرمائی و سرمائی می‌شوند که همزمان در یک ساختمان بوجود می‌آیند.

بار سرمائی

برای اینکه بارسرمائی یک ساختمان بدست آید و از آنجا بتوان مقدار انرژی تبرید را معین کرد ، اول لازم است که‌منابع گرماشناخته‌شود ومقدارآن محاسبه گردد. منابع گرماکه در زیرمی‌آید در هرساختمان وجود دارد:

بار آفتاب - آفتاب که به ساختمان و شیشه‌های آن می‌تابد گرما به داخل ساختمان منتقل می‌کند. گرمائی که از طریق شیشه‌ها وارد می‌شود خیلی زودتر از گرمای دیوارها حس می‌شود. سرعتی که آفتاب دیوار را گرم می‌کند بستگی به مصالح دیوار دارد. دمای دیوارهای ضخیم آهسته‌تر از دیوارهای نازك بالا میرود ولی این دیوارها می‌توانند گرمای بیشتری را در خود نگهدارند . این امر می‌تواند در شرایط هوای ساختمان اثر معینی داشته باشد ، زیرا دیوارها گرمای خود را به آهستگی پس میدهند و اثر آفتاب مدت درازی پس از عبور آن از دیوار باقی می‌ماند. بار آفتاب با فصل و جبهه خارجی نمای ساختمان متغیر است . نمای جنوبی در زمستان از حداکثر بار آفتاب برخوردار است . بار آفتاب نمای شمالی چون که بیشتر از انعکاس اشعه ناشی میشود معمولا" در طول سال کم است. در هر دو فصل تابستان و زمستان ، حداکثر بار آفتاب در نمای شرقی صبحها و در نمای غربی بعدازظهرها اتفاق می افتد.

بار گرمائی ناشی از انتقال (Transmission) - گرمائی که از طریق شیشه‌ها و دیوارها وارد یا خارج میشود (به علت اختلاف دمای هوای داخل و بیرون) بار انتقال نامیده میشود .در یک روز گرم ، گرما به داخل اتاق می‌آید و در یک روز سرد گرما از آن خارج می‌شود.

بار انتقال جدا از بار آفتاب است . برای مثال ، یک جبهه ساختمان که به آن آفتاب می‌تابد دارای بار آفتاب و بار انتقال است در حالیکه جبهه‌ای که در سایه است فقط بار انتقال دارد.

بار هوای تازه - هوای تازه برای تعویض هوا و تخلیه بو لازم است . بارسرمائی هوای تازه به دما و مقدار رطوبت هوای خارج بستگی دارد.

بار افراد - بدن انسان با سوخت و ساز خود گرما ایجاد میکند و آن را از طریق تابش ، وزش و تبخیر به محیط‌اطراف خود انتقال می‌دهد. مقدار این نوع گرما به دمای هوا و شدت فعالیت افراد بستگی دارد.

بار روشنایی - لامپ روشنائی به نسبت توان خود گرما تولید می‌کند . این گرما نیز در محاسبات بارسرمائی در نظر گرفته می‌شود.

بارهای متفرقه - گرمای سایر تجهیزات مانند موتورهای الکتریکی ، ماشینهای اداری ، رادیو تلویزیون نیز بخشی از بار سرمائی و گرمائی محسوب میشوند.

بار نهان - مقدار رطوبت اضافی در هوای اتاق بعنوان بار نهان نامیده میشود. این بار از چند منبع تولید میشود: افراد، که نفس می‌کشند و عرق می‌کنند ، هوای تازه مورد نیاز ، هوای مرطوب که از منافذ و درزهای ساختمان وارد میشود و بسیاری دستگاههای دیگر که تولید رطوبت می‌کنند (مانند کتریهای بخار، دوشها ، استریلایزرها و غیره).

خنثی کردن بار (Load Removal) - تمام این بارها از جمله بار نهان ، با خنک کردن هوای داخل خنثی میشود . دردستگاههای یکپارچه (unitary)، این عمل در کویل سرمائی انجام میشود که بوسیله مبرد مایع که از دستگاه تبریدی می‌آید تغذیه می‌شود. مبرد در کویل تبخیر می‌شود و گرمای هوایی را که از روی آن عبور می‌کند میگیرد.

رطوبت اضافی با خنک کردن هوا گرفته میشود، زیرا هوا در دمای پایین رطوبت کمتری در خود نگه میدارد. برای کنترل رطوبت هوا، اول مقدار رطوبتی که از اتاق باید گرفته شود محاسبه میگردد سپس دما و مقدار هوای خروجی از کویل با توجه به جذب و کاهش این مقدار رطوبت ، تعیین میگردد.

در سیستمهای مرکزی ، خنک کردن و کنترل رطوبت به همین ترتیب در دستگاه هوارسان ، بوسیله کویل سرمائی ، یا پاشیدن آب و یا ترکیبی از این دو صورت میگیرد. در سیستمهای بزرگتر معمولا" کویلها بجای استفاده از مبرد مایع ، از آب سردکننده استفاده می‌کنند.

برای اینکه کنترل دما و رطوبت به دقت انجام شود گاه از کویل دوباره گرمکن (Reheat) استفاده می‌شود زیرا برای کنترل رطوبت هوا ، معمولا" دمای آن خیلی پایین آورده میشود که ممکن است برای کنترل دمای هوای اتاق مناسب نباشد.

در سیستمهای اینداکشن (Induction) باسرعت بالا که در بسیاری از ساختمانهای اداری‌استفاده‌میشود، یک کویل اضافی برای کنترل دما نصب میشود که ممکن است آب سردکننده و یا گرم کننده از آن عبور کند. بوسیله هوای با سرعت بالا که از دستگاه هوارسان فرستاده میشود هوای اتاق بطرف کویل کشیده می‌شود. مقدار گرما یا سرما با تغییر مقدار جریان آب داخل کویل یا مقدار هوائی که از روی آن عبور می‌کند تنظیم میشود ولی تمام عمل رطوبت گیری در دستگاه مرکزی انجام می‌شود.

در نوع دیگر سیستم مرکزی نیز مانند دستگاههای یکپارچه از کویلهائی که دراتاق نصب میشود برای کنترل خنک کنندگی و رطوبت گیری استفاده‌شود ولی آب سردکننده ازدستگاه‌مرکزی به‌این کویلها لوله‌کشی می‌شود.

اندازه بار سرمائی

در یک اتاق نمونه توزیع بارهای سرمائی ممکن است بشرح زیر باشد:

آفتاب	۵۰ درصد
انتقال	۲۰ درصد
روشنایی	۱۸ درصد
افراد	۱۲ درصد

جمع	۱۰۰ درصد

توزیع بار بصورت فوق نشان میدهد که آفتاب بیشترین سهم از بار اتاق را داراست . بار آفتاب یک بار متغییر

توزیع بار بصورت فوق نشان میدهد که آفتاب بیشترین سهم از بار اتاق را داراست . بار آفتاب یک بار متغییر است ، زیرا از یک طرف به طرف دیگر ساختمان می‌چرخد و در نتیجه میتواند در طول روز کم یا زیاد بشود. بنابراین ، اثر زیادی بر کنترل سیستم دارد .

جدول فوق همچنین نشان می‌دهد که بار انتقال از نظر اندازه در ردهء دوم قرار دارد . بار انتقال با تغییر دمای هوای بیرون تغییر می‌کند. زمانیکه دمای هوای بیرون و داخل برابر باشند مقدار آن صفر است و زمانیکه بیرون کمتر از داخل باشد مقدار آن منفی میشود. وقتی بار منفی است در حقیقیت گرما از اتاق به بیرون میرود. بار انتقال تنها باری است که ممکن است جهت آن عوض شود . بارهای دیگر ممکن است صفر شوند ولی هرگز از گرمای اتاق کم نمی کنند.

همه بارها میتوانند در یک محدوده مشخص تغییر کنند. بارآفتاب با تغییر شرائط هوا و فصل تغییر می‌کند. بار روشنائی با توجه به تعداد و قدرت لامپها که در یک زمان معین استفاده میشود ، تغییر می‌کند.
بار افراد، انتقال ، نهان و متفرقه را به علت تغییرات زیاد نمی‌توان بدرستی مشخص نمود. بنابراین مهندس طراح ناچار است سیستم را برای شرایط بار حداکثر (عملا" مورد نیاز) طراحی نماید. این شرایط " شرایط طراحی " نامیده میشود. برای محدود کردن بار افراد ، طراح تصمیم می‌گیرد که در حالت عادی چند نفر در اتاق خواهند بود. برای مثال یک اتاق هتل ممکن است برای دو نفر و یک اتاق اداری برای ۳ نفر یا بیشتر طراحی شود.

بار انتقال با تغییر اختلاف دمای بیرون و داخل تغییر می‌کند . حداکثر بار انتقال در زمان حداکثر دمای بیرون ایجاد می‌شود. حداکثر دمای طراحی با مطالعه آمار هواشناسی منطقه به دست می‌آید.

مهندس طراح ، ظرفیت سیستم را براساس " شرایط طراحی " بدست می‌آورد و نه براساس بدترین شرایط ممکن . سیستمی که براساس گرمترین روز و شلوغترین اتاق طراحی شود یک سیستم غیر اقتصادی و غیرعملی خواهد بود. سیستم با ظرفیت بزرگتر از اندازه لازم فقط چند ساعت از یک روز یا یک فصل را با ظرفیت کامل کار خواهد کرد.

بار گرمائی

در فصل سرما، برای جبران گرمائی که از طریق دیوار و شیشه خارج می‌شود، به اتاق باید گرما داده شود. گرچه در زمستانها نیز گرما بوسیله افراد، روشنایی و منابع متفرقه به اتاق داده می‌شود ولی بار انتقال ممکن است اینقدر زیاد باشد که نیاز به گرمای کمکی داشته باشد. اثر تابش مستقیم آفتاب ممکن است بار انتقال را خنثی نماید و بنابراین حتی در فصل زمستان ممکن است به خنک کنندگی نیاز باشد.

چون از هوای تازه برای تهویه استفاده میشود، درفصل زمستان این هوا باید گرم شود. دریک سیستم نمونه، هوا تقریبا" تا ۵۰ درجه فارنهایت پیش‌گرم میشود و سپس قبل از ورود به اتاق گرمتر میشود تا به درجه حرارت مطلوب برسد.
در اتاقهایی که بار آفتاب ، روشنایی ، افراد و منابع متفرقه زیاد است ، هوای رفت ممکن است بدون گرم شدن وارد اتاق شود.

تبرید(Refrigeration)

تعریف - تبرید بدین صورت تعریف شده است : " انتقال گرما از محلی که به آن نیاز نیست به محلی که اعتراض برانگیز نباشد" . این انتقال معمولا" باعث کم شدن دمای اتاقی که تبرید میشود میگردد.

واحد اندازه‌گیری - واحد اندازه‌گیری معمول برای تبرید " تن " است . یک تن تبرید برابر با مقدار خنک کنندگی است که براثر ذوب شدن یک تن یخ در ۲۴ ساعت بدست می‌آید. برای اینکه به یک پارامتر قابل اندازه‌گیری برسیم ، باید در قالب واحد کوچکتری که به دما و تغییر وضعیت ماده ارتباط دارد بیان شود.

واحد کوچکتر اندازه‌گیری گرما" واحد حرارتی انگلیسی " یا BTU میباشد. "بی تی یو" مقدار گرمایی است که برای افزایش دمای یک پوند آب به مقدار یک درجه فارنهایت لازم است .

گرما نه تنها باعث تغییر دما بلکه باعث تغییر حالت ماده نیز میشود . برای مثال، با افزایش گرما به یخ، آن را به آب تبدیل میکند و با دادن گرمای بیشتر ، آب به بخار تبدیل میشود. این تغییر حالت بدون تغییر دما صورت میگیرد. برای منظور ما در این فصل ، مقدار گرمائی که یک پوند یخ در ۳۲ درجه فارنهایت را به آب ۳۲ درجه فارنهایت تبدیل میکند، ۱۴۴ بی تی یو است . بنابراین ، یک تن تبرید، معادل ۲۰۰۰ پوند یخ ضربدر ۱۴۴ بی‌تی یو در هر پوند در یک روز یا ۲۴ ساعت است که مساوی ۲۸۸/۰۰۰ بی تی یو میشود.

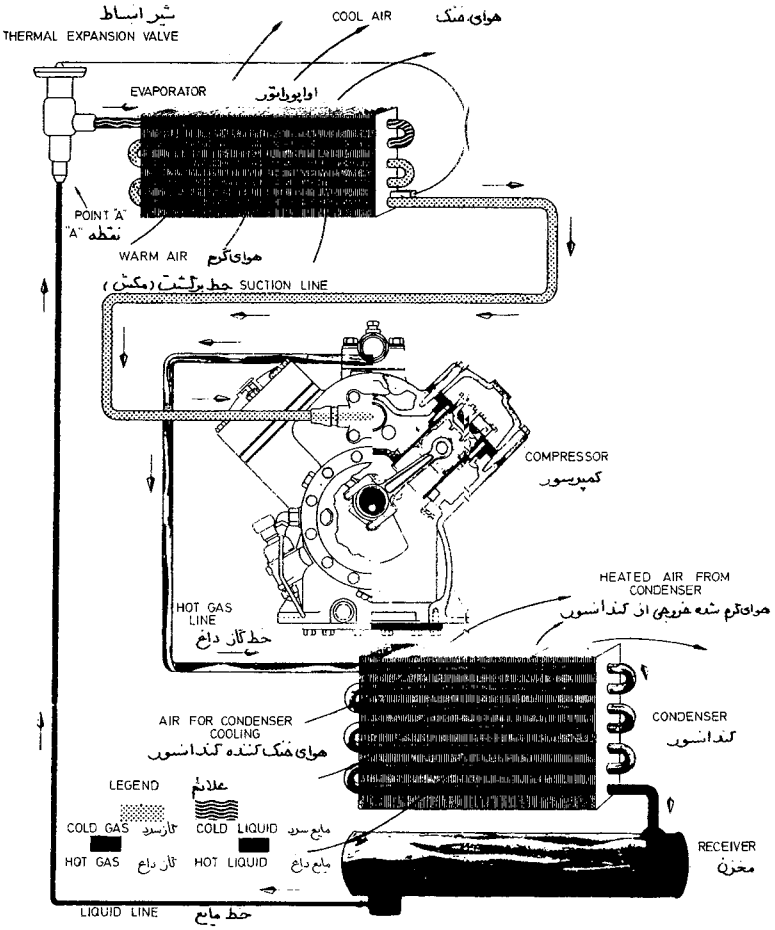
وقتی دستگاه تبرید آب را خنک میکند و مقدار آب در گردش و اختلاف دمای رفت و برگشت آن معین باشد ، مهندس میتواند بوسیله فرمول زیر تناژ دستگاه تبرید را حساب کند.

$$\frac{gpm \times (T_1 - T_2)}{24} = tons$$

که در آن gpm مقدار گالن آب در دقیقه و T1 و T2 دمای رفت و برگشت آب است .

وقتی دستگاه تبرید سیال دیگری بغیر از آب را خنک می کند ، تغییرات خیلی زیاد است و محاسبات خیلی پیچیده‌تر از آن است که در اینجا به بحث گذاشته شود.

نمودار کار یک سیکل تبرید با کمپرسور ضربه‌ای و کندانسور هوایی در شکل ۱-۱ نشان داده شده است



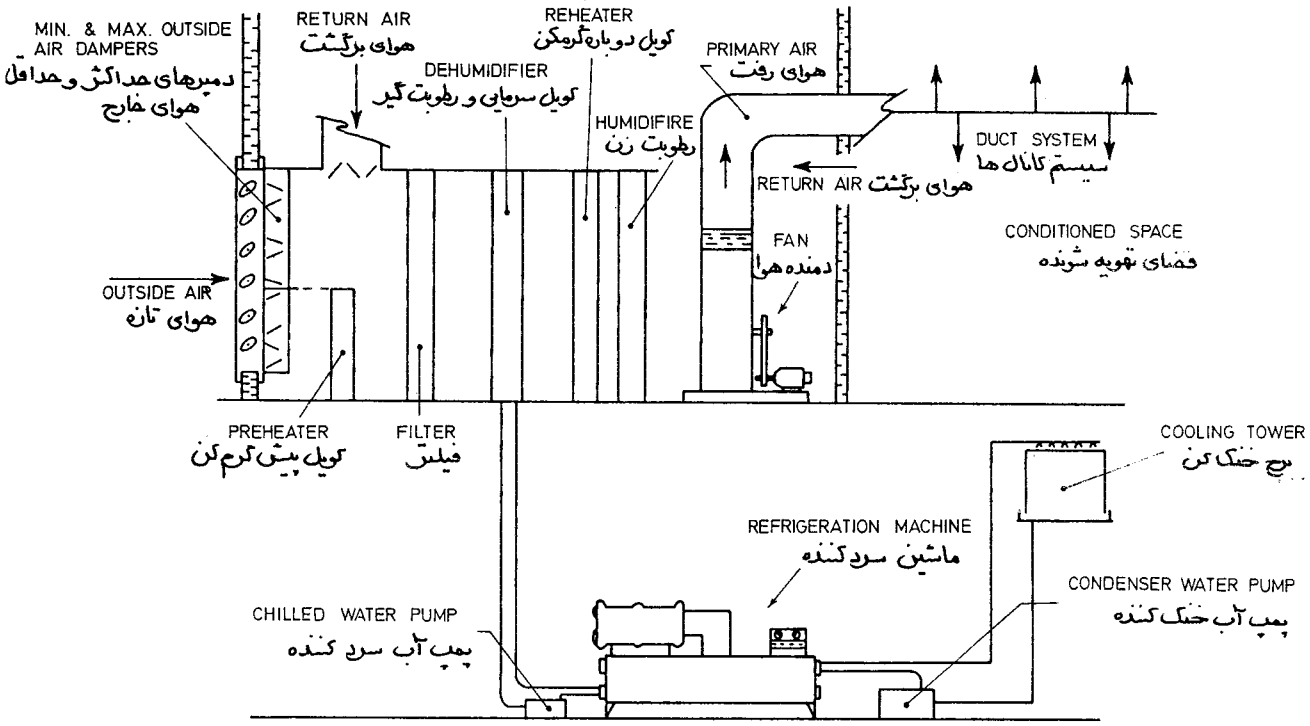
شکل ۱-۱ سیکل تبرید کمپرسور ضربه‌ای Fig 1-1 THE REFRIGERATION CYCLE

انواع دستگاهها

تهویه مطبوع بوسیله سیستمها و دستگاههای متنوعی انجام میشود.برخی از سیستمها برای فضاهای مخصوص و برخی دیگر برای عملکردهای مشخص طراحی شده است . بطور کلی می‌توان آنها را به دو دسته تقسیم نمود : سیستمهای تک واحدی و سیستمهای مرکزی

سیستمهای تک واحدی شامل دستگاههایی است مثل کولر گازی که تمام اجزای اصلی آن بصورت یک یا دو پارچه نصب میشود. نصب این دستگاهها معمولا" فقط نیاز به اتصال خطوط برق ، آب و تخلیه دارد.

اجزای سیستمهای مرکزی معمولا" در نقاط مختلف ساختمان قرار می‌گیرد و بوسیله خطوط لوله بیکدیگر وصل می‌شوند(شکل ۲-۱)



شکل ۲-۱ سیستم مرکزی

هوای تازه خارج از طرف چپ وارد میشود و از روی کویل پیش‌گرمکن عبور میکند. سپس ، با کمک یک دمپر خودکار و به نسبت لازم باهوای برگشت که از فضای تهویه شده می‌آید ، مخلوط میشود. این هوای مخلوط بعد از روی فیلتر ، کویل سرمایی و رطوبت گیر ، کویل دوباره گرمکن و رطوبت زن عبور میکند تا به دما و رطوبت مورد نظر برسد. یک دمنده هوا در مرحله بعد این هوای کنترل شده را میگیرد و به سیستم کانالها می‌فرستد تا به نقاط انتهایی و مصرفی ، در فضای تهویه شونده برسد و توزیع شود.

اجزای تشکیل دهنده یک سیستم

تمام سیستمهای تهویه مطبوع از دو جزء اصلی ساخته شده اند : هوارسانی و دستگاه تبرید . قسمت هوارسانی شامل دمنده هوا ، صافی ، کویل گرمائی ، کانال هوا و دریچه هوا است . اکثر دریچه‌های هوا دارای مکانیزم تنظیم مقدار هوا و یا تغییر جهت آن یا هر دو است . قسمت تبرید شامل کمپرسور و محرك آن، کویل سرمایی و کویل کندانسور یا کندانسور است .

دستگاه تک واحد تمام اجزای لازم برای کنترل و توزیع هوا را در یک مجموعه یکپارچه دارد، مانند کولر گازی زیرپنجره‌ای یا دیواری ، تک واحد پشت بامی و یا قابل نصب روی کف ساختمان .

دستگاه مرکزی تمام اجزای اصلی دستگاه تک واحدی را دارد. دستگاه هوارسانی شامل دمنده‌هوا، فیلتر،

کویل گرمایی ، دستگاه کنترل دمای هوا، دمپرهای کنترل مقدار هوا و شبکه کانالهای توزیع. دراین نوع سیستمها، دستگاه تبرید، که ممکن است شامل یک یا دو دستگاه باشد ، معمولا" بصورت مرکزی نصب میشوند و از آنجا چند دستگاه هوارسان را تغذیه نمایند.

کنترل دما، رطوبت و کیفیت هوا در اتاقی که تهویه مطبوع میشود بوسیله یک یا چند نوع ترمینال هوا صورت میگیرد . این ترمینالها از آب یا هوای ارسالی از دستگاه تبرید یا مرکزی تغذیه میشوند. ترمینالها از نوع یک دریچه ساده گرفته تا ترمینالهای کنترل سرخود (SELF-CONTAINED)قادر هستند مقدار هوا و دمای هر اتاق را کنترل نمایند. یک نوع دیگر ترمینالها شامل واحد فن کویل است که خود دارای دمنده است که هوا را از روی کویل عبور میدهد.

نوع سیستمی که انتخاب میشود بستگی به نیازهای کارفرما دارد. عواملی که باید مد نظر قرار گیرند شامل رطوبت و کیفیت هوا، آنالیز هزینه‌های اولیه در مقایسه با هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری وانعطاف پذیری در مقابل تغییرات آینده (مانند جابجایی تیغه‌ها و تغییرات بار داخلی) می‌باشد.

دستگاههای تبرید

اکثر دستگاههای تبرید در سه گروه کلی قرار میگیرند که شامل ضربه‌ای ، سانتریفوژ و جذبی است . ضربه‌ای و سانتریفوژ به نوع کمپرسور اشاره دارد زیرا هر دو از سیکل تبرید مکانیکی استفاده می‌کنند . سیستم جذبی به یک نوع سیستم کاملا" متفاوت گفته میشود که اثر خنک کنندگی براثر جذب یک سیال بوسیله سیال دیگر بوجود می‌آید.

تقریبا" تمام دستگاههای تک واحدی دارای کمپرسور ضربه‌ای هستند و به ظرفیت از ۱/۲ تا ۱۵۰ تن عرضه میشوند. ظرفیتهای بالاتر با ترکیب چند کمپرسور در یک دستگاه و یا استفاده از چند دستگاه بدست می‌آید.

کمپرسورهای سانتریفوژ از ظرفیت ۱۰۰ تا ۱۰،۰۰۰ تن در دسترس می‌باشد.

دستگاههای جذبی در اندازه ۵ تا ۱۶۰۰ تن ساخته می‌شوند.

مبردها (Refrigerants) - ترکیبات شیمیایی متفاوت و متنوعی امروزه بعنوان مبرد استفاده میشوند. خیلی از آنها نیز در کمپرسورهای ضربه‌ای و سانتریفوژ استفاده شده ولی نتایج خوبی نداشته‌اند. رابطه دما - فشار معمول ترین این مبردها در جدول شماره ۱-۱ نشان داده شده است .

اکثر مبردهای جذبی از سیکل آب - لیتیوم بروماید و یا آب - آمونیاك استفاده میکنند. در اولی آب و در دومی آمونیاك نقش مبرد را دارد.

عواملی مانند ایمنی ، راندمان ، فشار کار ، پایداری ، اثر خورندگی و هزینه اولیه در انتخاب مبرد باید مد نظر قرار گیرد. بطور کلی ، یک دستگاه تبرید برای استفاده از یک مبرد معین ساخته میشود، ولی برخی دستگاهها قابلیت استفاده از یک خانواده مبرد هیدروکربن هالوژنه را دارند. در این موارد می‌توان با تغییر توان داده شده و نیز تغییر بعضی از تجهیزات جانبی ، از یک دستگاه ظرفیتهای مختلف گرفت.

TABLE 1-1 Comparative Temperature-Pressure Relations of Common Refrigerants جدول مقایسه‌ای دما ، فشار مبردهای معمولی

Saturated vapor pressure فشار بخار اشباع

NUMBER شماره	11	12	22	113	114	500	502
CHEMICAL NAME نام شیمیایی	Trichloromonofluoromethane	Dichlorodifluoromethane	Monochlorodifluoromethane	Trichlorotrifluoroethane	Dichlorotetrafluoroethane	Azeotrope of dichlorodifluoromethane and difluoroethane	Azeotrope of monochlorodifluoromethane and monochloropentafluoroethane
CHEMICAL SYMBOL علامت شیمیایی	$CFCl_3$	CF_2Cl_2	$CHClF_2$	$CCl_2F\text{-}CClF_2$	$C_2Cl_2F_4$	73.8% CCl_2F_2 26.2% CH_3CHF_2	48.8% $CHClF_2$ 51.2% $CClF_2CF_3$

TEMPERATURE °F دما درجه فارنهایت	Pressure فشار													
	فشار GAGE	خلاء VACUUM	فشار GAGE	خلاء VACUUM	فشار GAGE	خلاء VACUUM	فشار GAGE	خلاء VACUUM	فشار GAGE	خلاء VACUUM	فشار GAGE	خلاء VACUUM	فشار GAGE	خلاء VACUUM
−40													4.28	
−30													9.40	
−20		27.03	0.58		10.31			29.05		22.91	3.14		15.52	
−10		26.01	4.50		16.59			28.69		20.63	7.76		22.76	
0		24.72	9.17		24.09			28.21		17.79	13.26		31.24	
+5		23.95	11.81		28.33			27.92		16.14	16.38		35.99	
10		23.10	14.65		32.93			27.60		14.31	19.75		41.09	
12		22.73	15.86		34.88			27.45		13.52	21.18		43.24	
14		22.34	17.10		36.89			27.30		12.71	22.65		45.45	
16		21.94	18.38		38.96			27.14		11.86	24.16		47.72	
18		21.52	19.70		41.09			26.97		10.98	25.72		50.05	
20		21.08	21.05		43.28			26.80		10.07	27.33		52.45	
22		20.62	22.45		45.53			26.61		9.12	28.99		54.91	
24		20.15	23.88		47.85			26.42		8.14	30.70		57.44	
26		19.66	25.37		50.24			26.22		7.12	32.45		60.04	
28		19.14	26.89		52.70			26.01		6.07	34.26		62.70	
30		18.61	28.46		55.23			25.79		4.99	36.12		65.44	
32		18.05	30.07		57.83			25.55		3.85	38.04		68.24	
34		17.47	31.72		60.51			25.31		2.69	40.01		71.12	
36		16.87	33.43		63.27			25.06		1.47	42.02		74.07	
38		16.25	35.18		66.11			24.79		0.22	44.10		77.10	
40		15.61	36.98		69.02			24.52	0.52		46.24		80.20	
42		14.94	38.81		71.99			24.23	1.18		48.44			
44		14.24	40.70		75.04			23.93	1.86		50.69			
46		13.52	42.65		78.18			23.61	2.56		53.01			
48		12.78	44.65		81.4			23.29	3.28		55.39			
50		12.00	46.69		84.7			22.94	4.03		57.82			
60		7.73	57.71		102.5			21.02	8.13		70.96			
70		2.64	70.12		122.5			18.68	12.87		85.81			
80	1.61		84.06		145.0			15.87	18.34		102.5			
90	4.99		99.6		170.1			12.53	24.59		121.2			
100	8.90		116.9		197.9			8.59	31.69		141.9			
102	9.75		120.6		203.8			7.71	33.22		146.3			
104	10.63		124.3		209.9			6.82	34.78		150.9			
106	11.52		128.1		216.0			5.88	36.39		155.4			
108	12.45		132.1		222.3			4.93	38.03		160.1			
110	13.39		136.0		228.7			3.95	39.71		164.9			
112	14.35		140.1		235.2			2.95	41.44		169.8			
114	15.34		144.2		241.9			1.91	43.20		174.8			
116	16.37		148.4		248.7			0.83	45.00		179.9			
118	17.41		152.7		255.6		0.14		46.85		185.0			
120	18.50		157.1		262.6		0.70		48.74		190.3			

روغن (Oil) – روغنی که در سیستمهای تبرید استفاده میشود بدون رطوبت بوده و تصفیه کامل شده است . انتخاب آن باید براساس توصیه‌های کارخانه سازنده باشد. روغن باید تا زمان استفاده در ظروف هوابندی شده نگهداری شود. بهیچوجه از روغن اتومبیل نباید استفاده شود.

کاربرد (Application)

در انتخاب دستگاه تبرید عوامل متعددی از جمله ، هزینه اولیه ، هزینه بهره‌برداری ، هزینه نگهداری و تعمیر ، ایمنی ، راندمان کار ، محل نصب و وزن آن و انرژی در دسترس باید در نظر گرفته شود.

در ظرفیتهای کوچک ، دستگاه ضربه‌ای تنها دستگاه موجود است. تا ظرفیتهای حدود ۱۰۰ تن ، هزینه اولیه به سود دستگاه ضربه‌ای است ، این نوع دستگاه خیلی بهتر از دو نوع دستگاه دیگر خود را با سیستم انبساط مستقیم مبرد (Direct Expansion) هماهنگ میسازد . سیستم انبساط مستقیم به سیستمی گفته میشود که‌مبرد در یک کویل انبساط می‌یابد و بطورمستقیم هوایی را که از روی آن عبور می‌کند خنک می سازد. سیستم انبساط مستقیم دارای مزایایی مانند هزینه اولیه پائین است ، ولی ایمنی ، انعطاف پذیری ، وسهولت کنترل ، که بوسیله خنک کنندگی آبی و آب نمک در کمپرسورهای سانتریفوژ و مبرد جذبی به دست می‌آید را ندارد.

دستگاههای سانتریفوژ مخصوصا" در ظرفیتهای بالا و در حالتی که خنک کنندگی آب یا آب نمک مدنظرباشد از مزایایی از قبیل جمع وجور بودن ، انعطاف پذیری ، هزینه بهره‌برداری وتعمیر و نگهداری پایین و سازگاری با انرژی قابل دسترسی برخوردارند. این کمپرسورها می‌توانند بوسیله موتورهای الکتریکی سینکرونه ، قفس سنجابی و حلقه‌ای و یا توربینهای بخار فشار قوی یا ضعیف کار کنند. استفاده از موتور دیزل توصیه نمیشود. همچنین ماشینهای سانتریفوژبه راحتی با سیستمهائی که نیاز به دمای بسیار پائین مبرد دارند سازگار هستند.

سیکل مبرد جذبی در سیستمهایی که خنک کردن آب مورد نظر باشد مزایای مشخصی نسبت به دیگر انواع تبرید دارد . این دستگاههای جمع و جور و سبک می‌توانند از آب بعنوان مبرد استفاده کنند ، دارای حداقل قطعات متحرك هستند ، با بخار کم فشار و یا با آب با دمای بالا کار می‌کنند. زمانیکه بخار یا آب گرم با دمای بالا بیشتر در دسترس ، یا نسبت به انرژی الکتریکی ارزانتر باشد سیستم جذبی دارای بیشترین مزایا خواهد بود. برای مثال در بسیاری از موارد می‌توان از سیستم گرمایی توزیع بخار بعنوان انرژی اصلی دستگاه مبرد جذبی و خنک کنندگی در تابستان نیز استفاده کرد. در برخی مجتمعهای بزرگ صنعتی این موضوع امکان می‌دهد که تعدادی دستگاه مبرد جذبی کوچکتر در نقاط مختلف مجتمع نصب شود و این خود در هزینه نصب سیستم توزیع قدرت و هزینه بهره‌برداری سیستم انتقال انرژی الکتریکی به مسافتهای دور دست صرفه‌جویی قابل توجهی پدید می‌آورد. انتخاب صحیح دستگاه فقط با ارزیابی دقیق عوامل گوناگون موثر در هر طرح مشخص میسر خواهد بود.

نصب - عواملی که مهندس نگهداری در زمان نصب باید مورد توجه قرار دهد عبارتند از : انتخاب درست سیستم به ظرفیت مناسب برای تامین انعطاف پذیری سیستم و سیستم کنترل ، نصب دستگاهها در محل یا روی فونداسیونی که موجب انتقال سروصدا و لرزش به فضاهای مجاور نشود ، محل نصب فضای کافی برای تعمیر و سرویس دستگاهها داشته باشد ، نصب طوری صورت گیرد که از ورود گردوخاك به سیستم جلوگیری بکند ، سیستم کاملا" هوابند و آب بند باشد ، قسمت مبرد بوسیله مواد شیمیایی یا مکانیکی قبل از شارژ مبرد کاملا" خشک شود ، و کلیه لوازم ایمنی در زمان اولین راه‌اندازی بازرسی شود.

کلیات نگهداری

مسئولیت - مهندس نگهداری ، مسئول بهره‌برداری و نگهداری دستگاههای تهویه مطبوع است ، بطوریکه این دستگاهها بتوانند با کمترین هزینه و با بهترین کیفیت کار کنند. برنامه بهره برداری باید بنحوی تنظیم گردد که نیازهای بهره‌بردار را برطرف نموده و ساعات کار دستگاه را به حداقل برساند.

صرفه‌جویی در کار بهره‌برداری می‌تواند شامل عواملی باشد از قبیل : استفاده از ضریب همزمانی و اثر **ذخیره‌سازی** ، **به حداقل رساندن مقدار هوای تازه** ، کنترل صحیح دمای آب کندانسور ، کنترل منظم‌تر دمای

خروجی آب سردکننده، بهینه‌سازی راندمان هر دستگاه در کارگاههایی که دارای چندین دستگاه هستند ، به طوری که هر دستگاه در شرایط نزدیک به حداکثر ظرفیت خود کار کند.

نگهداری برنامه‌ریزی شده و پیشگیر(Preventive Maintenance) - برنامه نگهداری پیشگیر باید بجای تعمیرات اتفاقی استفاده شود. این امر باعث پایین آوردن هزینه بهره‌برداری و بالا نگهداشتن انعطاف پذیری و راندمان دستگاهها خواهد شد. بعلاوه نگهداری برنامه‌ریزی شده از خرابی و توقف دستگاه جلوگیری بعمل می‌آورد که در تاسیسات امروزی زیان مالی بیشتری را در مقایسه با هزینه تعمیرات برای بهره‌بردار دارد. نگهداری برنامه‌ریزی شده طول عمر دستگاه را نیز افزایش میدهد .

برای موفقیت یک برنامه نگهداری پیشگیر لازم است کارها مشخص و از انجام آنها اطمینان حاصل شود، بطور ادواری کارآیی برنامه را ارزیابی و در صورت نیاز، تغییرات لازم را در آن اعمال نمائید. تمام اینکارها برای موفق بودن برنامه لازم است .

برای تمام دستگاههای مکانیکی باید چک لیست تهیه و در آن تمام موارد بازرسی و فاصله زمانی هریک ثبت گردد. از دستورالعملهای بهره‌برداری و نگهداری کارخانهء سازنده برای تهیه این چک لیستها استفاده شود. قسمتی از یک فهرست بازرسی (CHECK LIST)مخصوص دستگاه کمپرسور سانتریفوژ درشکل ۳-۱ نشان داده شده است.

گروه نگهداری و تعمیرات باید از فرمهای مخصوص گزارش برای چک کردن کارهای انجام شده استفاده کنند و هر نوع تعمیرات انجام شده و نیز تعمیراتی را که باید انجام شوند در این فرمهای گزارش وارد نمایند.

بعضی از سازندگان دستورالعملهای کامل نگهداری و تعمیر هر دستگاه را تهیه کرده‌اند که با دستگاه به خریدار تحویل میدهند . این دستورالعملها توسط متخصصین آنها تهیه شده است . اجرای موثر این دستورالعملها ، بخصوص در مورد دستگاههای پیچیده مانند ماشینهای تبرید و سیستمهای کنترل آن باید مورد ارزیابی و تائید مجدد قرار گیرد.

فهرست بازرسی			
	هفتگی	۶ ماهه	سالانه
مطالعه مجدد صورت عملیات			
بازرسی سطح روغن ، دما، فشار			
بازرسی کار دستگاه تخلیه هوا			
a)مقدار تخلیه هوا			
b)مقدار جمع شدن آب			
تنظیم مقدار شارژ مبرد +			
تنظیم شیر تخلیه‌هوا +			
تنظیم کارسیستم کنترلها+			
بازرسی کنترلهای ایمنی			
a)کنترل قطع خوکار در دمای پایین آبسردکننده			
b)کنترل قطع خودکار در دمای پایین مبرد			
c)کنترل قطع خودکار در دمای پایین روغن			
d)کنترل فلوسوئیچ آب سردکننده			
بازرسی کنترلهای سیستم تخلیه هوا			
بازرسی کلید راه‌انداز			
محکم و گازبند کردن کوپلینگهای شیلنگی			
بازرسی کمپرسور			
a)یاتاقان JOURNAL BEARING ++			
b)کف گرد THRUST BEARING ++			
c)محور SHAFT JOURNAL ++			
d)پمپ روغن ++			
e)گرمکن روغن ++			
تعویض روغن و تعویض فیلتر روغن			
بازرسی کولر و کندانسور			
a)لوله‌ها و صفحات			
b)ورقهای جداکننده و واشرها			
c)فلوسوئیچها			
d)تمیزکردن لوله‌ها			
بازرسی و تمیز کردن دستگاه تخلیه هوا			
بازرسی سیستم کنترل دستگاه تخلیه هوا			
بازرسی کنترلهای الکترونیکی			
a)جایگزینی لوله‌های خلاء			
بازرسی نشت گاز مبرد			
+ طبق صورت عملیات ++ طبق دستور کارخانه سازنده			

شکل ۳-۱ فهرست بازرسی

صورت عملیات دستگاهها (Equipment Operating Logs)- لازم است که پرسنل بهره‌بردار صورت عملیات ساعتی یا روزانه دستگاههای اصلی در تاسیسات گرمایی و تبرید را تهیه کند و نگه دارد. این اطلاعات شامل دما، و فشار کار نقاط مختلف ، تراز روغن و مبرد و وضعیت کار کنترلها می‌باشد که برای ارزیابی عملکرد دستگاهها و عیب یابی آنها بسیار مفید است . برای مثال، در ماشینهای سانتریفوژ ، اختلاف دمای آب ورودی و خروجی کندانسور در شرایط معین بار برای ارزیابی راندمان پایین ناشی از وجود هوا، جرم گرفتگی و کثیف بودن لوله‌ها است . شکل ۴-۱ صورت عملیات بهره‌برداری از یک دستگاه سانتریفوژ رانشان میدهد.

تاریخ | صورت عملیات دستگاه مبرد سانتریفوژ بسته | کارگاه | شماره‌سریال | اندازه‌دستگاهها

خنک کننده				کندانسور			کمپرسور						دی هیدراتور		
گالن دردقیقه				گالن در دقیقه			فشارودما	روغن				آمپر موتور یا وضعیت پره‌ها			
زمان	فشار	ترازمبرد درزمان خاموشی	دمای آب		فشار	دمای آب		تراز	دما	فشار	تراز مخزن در زمان آببندی		تراز مبرد	فشار کندانسور	امضای اپراتور
			ورود	خروج		خروج	ورود								
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷

۸-۱۲

شکل ۴-۱ صورت عملیات دستگاه مبرد سانتریفوژ بسته

لوازم یدکی - صورتی از لوازم دستگاه که خیلی تعویض میشوند باید تهیه و نگهداشته شود. برای این لیست باید یک سیستم ثبت مناسبی تدبیر شود تا بتوان آمار را به راحتی آنالیز نمود و تعداد موجودی انبار را در هر لحظه چک کرد. سازنده دستگاهها در زمان تهیه این صورت قطعات باید طرف مشورت قرار گیرد.

آموزش - یک برنامه کامل برای آموزش پرسنل بهره‌بردار و نگهداری و تعمیرات باید تهیه شود تا آنان با سیکل کار و خصوصیات بهره‌برداری دستگاههایی که مسئولیت آن را بعهده دارند به خوبی آشنا شوند. موضوعی که بسیار اهمیت دارد این است که پرسنل نگهداری و تعمیرات باید علاوه برشناخت مکانیکی دستگاهها با فلسفه برنامه پیشگیری آشنا شوند و برای آن آموزش ببینند.

نیازهای اساسی - چهار زمینه مهم نگهداری عبارتند از تمیزی ، گازبند بودن ، روغنکاری کافی و کار منظم سیستمهای ایمنی .

تمام دستگاههای تاسیسات تهویه مطبوع باید تمیز نگهداشته شوند. این تمیزکاری شامل فضای موتورخانه‌ها و نیز داخل دستگاههای مکانیکی میشود. برای هر مهندس نگهداری این مسئله حائز اهمیت فراوان است که خود را به تمیز کردن تجهیزات عادت دهد. گرد و خاك و جرم گرفتگی و رسوب در دستگاهها مانع انتقال گرما، جریان مایع و روغنکاری شده، که راندمان دستگاهها را کم میکند و باعث خرابی زودرس آنان میشود. گازبندبودن از این نظر مهم است که از هدر رفتن روغن و مبرد جلوگیری میکند و مانع ورود آب ، هوا و سایر گازها میشود. هوا و آب باعث تغییر ترکیب شیمیایی برخی مبردها شده که این خود باعث کاهش راندمان و افزایش خوردگی دستگاههامیشود.

موتورها و دمپرها و امثال آن باید بطور مرتب روغنکاری شوند و سیستمهای روغنکاری در دستگاههای تبرید باید در وضعیت خوبی نگهداشته شوند. در صورتیکه این کار انجام نشود ، باعث خرابی یاتاقانها و سطوح آن شده و موجب خسارت کلی دستگاهها را فراهم خواهد ساخت .

مراقبت شود که تمام لوازم ایمنی به طور سالم و منظم کار کنند . لوازم ایمنی از مشکلات کوچکی جلوگیری میکنند که ممکن است سبب خرابیهای بزرگ شوند. هرگز نباید لوازم ایمنی را از مدار خارج کرد.

نگهداری وتعمیرات دستگاهها

این بخش اطلاعات لازم در باره هر یک از انواع دستگاههای تهویه مطبوع را فراهم میسازد و شامل توضیح مختصر کار هر دستگاه و دستورات مشخص برای بهره‌برداری و نگهداری آن میباشد. چون از هر مدل و انواع مختلف ساخته شده است ، اطلاعات داده شده همیشه قابل اعمال نیست . باید توجه داشت که دستورالعمل کارخانه سازنده همواره در اولویت قرار دارد.

اطلاعات در دو قسمت ارائه میشود: اول شرح و توضیح دستگاه ، دوم بحث کلی که بیش از یک نوع دستگاه را در بر میگیرد. برای اینکه اطلاعات به آسانی در دسترس باشند طبق فهرست الفبای انگلیسی رده‌بندی شده‌اند:

دستگاهها

مبرد جذبی (Absorption Machines)

ایرواشر(Air Washer)

کمپرسورهای سانتریفوژ(Centrifugal Compressors)

کویلها(Coils)

تخلیه کندانسیت (Condensate Drain)

کندانسر (Condensers)

کنترلها (Controls)

خنک کننده‌ها (Coolers)

برجهای خنک کن (Cooling Towers)

دمپرها (Dampers)
محرکها (Drives)
اکونومایزرها (Economizers)
بادبزنها (Fans)
صافیها (Filters)
گرم‌کننده‌ها (Heaters)
هیت پمپها (Heat Pumps)
رطوبت زن و رطوبت گیرها(Humidifiers and Dehumidifiers)
پمپها (Pumps)
پکیج پشت بامی (Rooftop Units)
تهویه مطبوع اتاقی (Room Air - Conditioner)

پکیجهای یکپارچه کامل (Self-Contained Units)

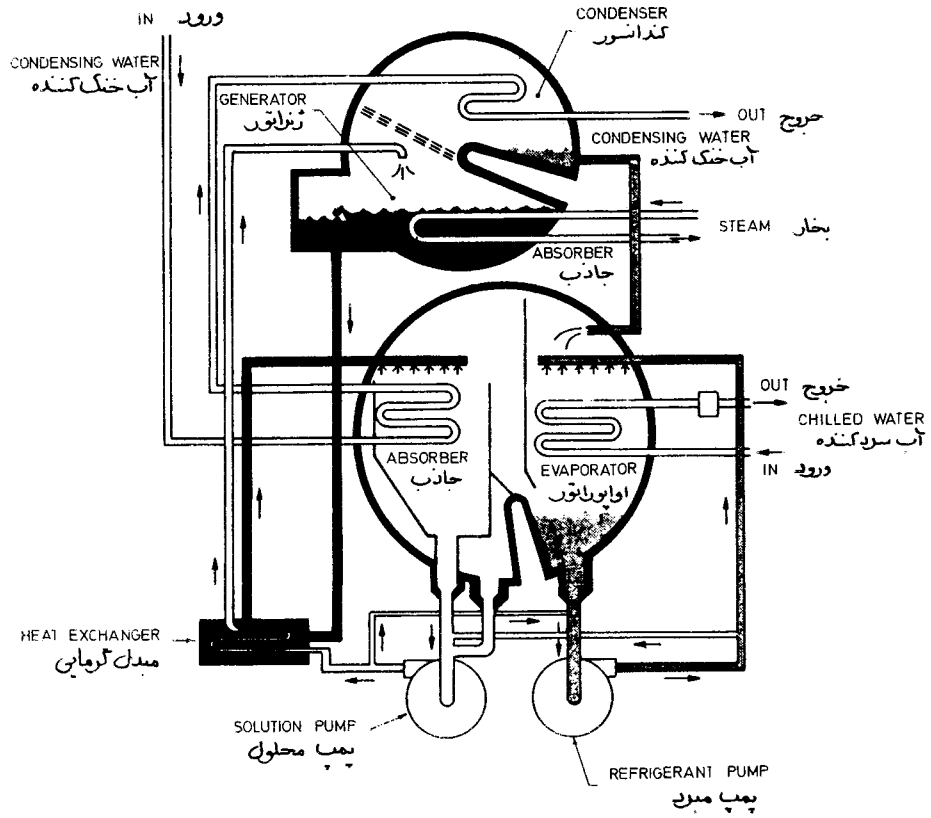
نکات عمومی :

حفاظت در برابر یخ زدگی (Freeze Protection)
آزمایش نشتی (Leak Testing)
تصفیه آب (Water Conditioning)

در این بخش درباره کمپرسورهای هوا ، موتورهای الکتریکی و کلید قطع مدار توضیح داده نشده‌است . نکات لازم درباره این سیستم‌ها در بخش دیگری آمده است .

دستگاههای مبرد جذبی

بعضی از مبردهای جذبی ، خصوصا" در ظرفیت ۵ تا ۲۵ تن، از سیکل آب - آمونیاك استفاده می‌کنند که در آن آمونیاك بعنوان مبرد و آب بعنوان جاذب است . ولی در این بخش ، بحث در مورد دستگاههای با ظرفیت ۱۰۰ تا ۱۶۰۰ تن خواهد بود که در آن از سیکل آب - لیتیوم بروماید استفاده میشود(شکل ۵-۱). در این ماشینها آب بعنوان مبرد و لیتیوم بروماید بعنوان جاذب عمل می‌کنند.



شکل ۵-۱ سیکل تبرید دستگاه مبرد جذبی **Fig 1-5** Absorption refrigeration cycle

عمل تبرید با ایجاد خلاء بالا در قسمت تبخیرکننده (بین 0.2 و 0.25 اینچ ستون جیوه مطلق) انجام میشود. در این فشار پایین مبرد (آب) در ۳۵ الی ۴۰ درجه فارنهایت بجوش می‌آید. گرمای لازم برای جوشاندن آن از آب سردکننده گرفته میشود و سبب سرد کردن آن می‌شود.

برای نگهداشتن حالت خلاء در تبخیرکننده و برای ادامه سیکل ، بخار آب تشکیل شده (دراثر جوشیدن مبرد در قسمت جذب کننده) بطور دائم بوسیله محلول لیتیوم بروماید جذب میشود. چون جذب این بخار آب باعث کاهش غلظت محلول شده و قابلیت جذب آن را کم میکند، به همین علت محلول رقیق به دستگاه تولید کننده گرما (Generator) پمپ شده و در آنجا آب جذب شده تبخیر و از آن جدا میگردد و محلول غلیظ میشود. گرمای لازم برای جوشاندن محلول در ژنراتور بوسیله بخار کم فشار یا آب با دمای بالا تامین می‌شود. محلول غلیظ دوباره به جاذب برگردانده میشود . بخار آب جداشده در کندانسور تقطیر و به قسمت تبخیرکننده برگردانده می‌شود.

آب خنک کننده هم در جاذب و هم در کندانسور گردش داده میشود تا گرمای ایجاد شده در سیکل و نیز گرمای رها شده از آب سردکننده را خارج نماید .

گازبند بودن (Leaktightness) - بعلت خلاء بالا که در قسمت تبخیر کننده جاذب وجود دارد، اهمیت دارد که مدارهای دستگاه در حد بالایی هوابند باشند. حتی یک نشت کوچک باعث ورود هوا و سایر گازهای غیرقابل تقطیر به دستگاه شده و سیکل کار لیتیوم بروماید را به هم میزند. اثر مخرب گازهای غیر قابل تقطیر را می‌توان از آنالیز اعداد صورت عملیات درك نمود. آنالیزهای دقیقتر با نمونه‌گیری ار آب و محلول لیتیوم بروماید میسر خواهد بود. در این آزمایشها دما و وزن مخصوص هریک اندازه گیری می‌شود و در مقایسه با جداول و نمودارهای استاندارد ، شرایط تعادل کار دستگاه و مغایرتهای کار سیکل ، روشن می‌شود.

واحد تخلیه هوا(Purge Unit) - واحد تخلیه هوا، چنانچه نشت هوا در حداقل میزان خود باشد، با خارج کردن هوا و سایر گازهای غیر قابل تقطیر (Noncondensable) ، عملکرد دستگاه را در حالت مناسب نگه می‌دارد. دستگاه تخلیه هوا و تکنیکهای تخلیه هوا خیلی متنوع است و بستگی به طراحی ماشین دارد. در این زمینه باید به توصیه‌های کارخانه سازنده مراجعه نمود.

پمپها- پمپها برای گردش مبرد (آب) و محلول لیتیوم بروماید در ماشین به کار می‌روند. در مدلهای قدیمی که از پمپهای نوع باز استفاده می‌شود، کاسه‌نمد مکانیکی برای جلوگیری از نشت گازهای غیرقابل تقطیر، آب و لیتیوم بروماید مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کاسه‌نمدها هر دوسال باید عوض شوند. موتورهای الکتریکی پمپهای باز باید هرسال روغنکاری شوند. در مدلهای جدید از پمپهای نوع بسته استفاده می‌شود. یاتاقانها، موتورها و سایر قطعات داخلی ، برحسب شرایط بهره‌برداری ، باید تقریبا" هر ۴ تا ۷ سال بازدید شوند.

شیرها - دیافراگم شیرها باید هر ۲ تا ۳ سال تعویض شود.

لوازم ایمنی - کنترلهای ایمنی ، مانند قطع کننده خودکار در دمای پایین آب سردکننده و فلوسوئیچهای آب کندانسور و آب سردکننده باید هر ۶ ماه یکبار بازرسی شود.

آزمایش نشت (Leak Testing) - در آزمایش نشت ماشین مبرد جذبی خلاء دستگاه باید بوسیله گاز نیتروژن شکسته شود و داخل دستگاه با ترکیبی از گاز نیتروژن و مبرد R-12 تحت فشار قرار گیرد. هرگز نباید از هوا استفاده شود. برای یافتن نشت باید از دتکتورهای بسیار حساس الکترونیکی استفاده شود. روش مشخص و فشار تست باید بوسیله سازنده اعلام گردد.

سرویسهای دیگر- برای نگهداری و سرویس منظم دستگاه باید با کمک دستورالعملهای کارخانه سازنده برنامه‌ریزی صورت گیرد. این برنامه بستگی به طراحی دستگاه دارد و ممکن است شامل این کارها باشد: نحوه احیای لیتیوم بروماید ، اضافه کردن الکل اکتیل ، اجرای آزمایش خلاء در هنگام کار، بازدید کاسه نمدها در مورد پمپهای نوع باز ، روغنکاری موتورهای کنترل ظرفیت و اهرمها ، بازدید و تمیز کردن لوله‌های پاشنده محلول ، نمونه گیری ادواری محلول لیتیوم‌بروماید و تنظیم غلظت آن .

ایرواشرها(Air Washers)

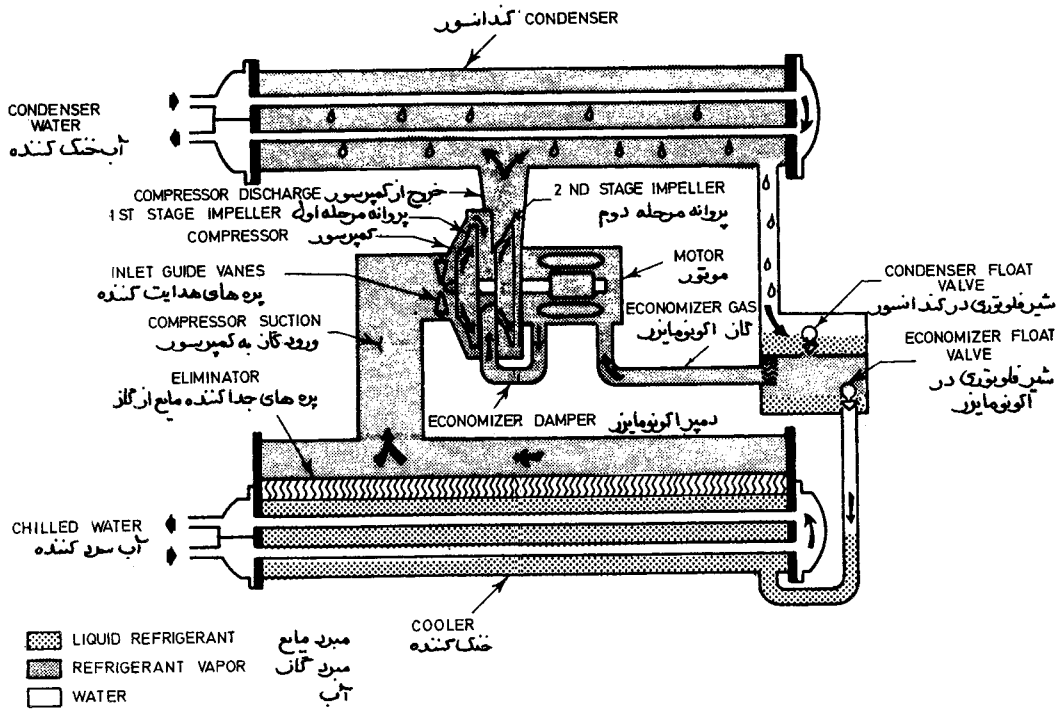
ایرواشرها کرك ، گرد و خاك و سایر آلودگی را از هوا گرفته و آنرا تمیز می‌کنند. هوا پس از وارد شدن به قسمت پاشنده آب (Spray)، از طریق دمنده به دریچه‌ها می‌رسد . آب هوا را می‌شوید و ذرات خارجی را از آن می‌گیرد ، آبی که در گردش است باید هر بار پیش از گردش دوباره تمیز شود. این کار بوسیله صافی تعبیه شده انجام می‌شود. ذرات خارجی در صافی جمع می‌شود و می‌توان آن را تخلیه کرد. مراحل نگهداری ایرواشرها بشرح زیر است :

تمیز کردن - اگر دستگاه دارای دمپر و اهرمهای مربوطه است ، بطور ادواری گرد و خاك و کرك آنها را

بگیرید. زنگ زدگی پره‌های دمپر را پاك کنید . دمنده هوا و موتور مربوطه را بازدید و از ذرات خارجی تمیز کنید. بطور مرتب قسمت آبپاش را بازدید کنید. کرك و گرد و خاك نازلهای پاشنده آب و لوله‌کشی را بگیرید. گرفتگی نازلها را که باعث افت راندمان ، بالا رفتن فشار و توزیع ناهمگون آب می‌شود برطرف کنید. خاك و لجن تشتک را پاك کرده و حالت کار فلوتر را چک کنید.
لوله‌های قائم پاشنده آب را تمیز کنید. گرد و خاك پره‌های صفحات جداکننده (Eliminators) را بوسیله فشار آب بگیرید. اگر هنوز پره‌ها تمیز نشده‌اند با سیم اینکار را بکنید. تشتک را متناوبا" تخلیه و تمیز کنید.
اگر صافی از نوع اتوماتیک نیست ، برای اطمینان از جریان آب بطور هفتگی آن را تمیز کنید. برنامه تمیزکردن صافی بستگی به وضعیت منطقه و بهره‌برداری دارد. وضعیت واشرهای لاستیکی را از نظر آببندی بررسی کرده و آنها را تمیز کنید.
دمنده هوا (Fan) - زاویه آزاد پره‌های دمنده را چک کنید. در صورت لزوم آن را تنظیم کنید. موتور بادبزن را طبق دستورالعملهای کارخانه سازنده بازکرده و رسیدگی کنید.
روغنکاری - یاتاقانهای دمنده هوا را هر چهار ماه بازدید و با روغن مقاوم در برابر آب گریسکاری نمائید. اگر دستگاه صافی اتوماتیک دارد، یاتاقانهای آن را بطور مرتب بازدید و سرویس کنید. اگر یاتاقانهای آن بطور مرتب در آب قرار دارد هر یک سال یکبار روغنکاری بکنید.

کمپرسورهای سانتریفوژ (Centrifugal Compressors)

کمپرسورهای سانتریفوژ در سیستمهای تبرید با ظرفیت بالا کاربرد دارد . یک کمپرسور میتواند بین ۱۰۰ تا۱۰۰۰ر۱۰ تن ظرفیت داشته باشد. برحسب نوع و ظرفیت در این کمپرسورهااز مبرد R-11, R-12, R-22, R-113 , R-114 و R-500 استفاده میشود.
کمپرسورهای سانتریفوژ شامل یک یا چند پروانه (Impeller) است که روی یک محور سوار شده‌اند. این محور در یک پوسته (Housing) قرار دارد و با سرعت زیاد می‌چرخد . گازمبرد که از مرکز به پروانه می‌رسد با نیروی گریز از مرکز از محیط آن خارج می‌گردد.
گاز پس از خروج از پروانه وارد دیفیوزر (Diffuser) میشود که در آنجا انرژی سینتیک آن به انرژی استاتیک تبدیل شده و سپس وارد کندانسور می‌شود. در کندانسور مبرد کندانس ، و بصورت مایع وارد خنک کننده میگردد. شکل ۶-۱ این سیکل را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱ سیکل مبرد گریز از مرکز Fig 1-6 Centrifugal refrigeration cycle

روغنکاری - تنهااز روغنهای خالص و توصیه‌شده کارخانه سازنده استفاده کنید. تراز روغن را هر روز چک کرده و تراز مناسب را در تمام قسمتهای سیستم روغنکاری نگهدارید.
تراز روغن هم در زمان کار و هم در زمان خاموش بودن دستگاه باید چک شود و خط تراز روغن روی سایت گلاس برای مقایسه علامت زده شود.
بطور مرتب فشار و دمای روغن را چک کنید. اگر لازم است این پارامترها را طبق مشخصات کارخانه سازنده تنظیم کنید. کنترل خودکار قطع دستگاه که از دماو فشار روغن فرمان میگیرد باید هر۶ ماه یکبار بازرسی شود.
زمانیکه دستگاه خاموش است، دمای مخزن روغن را طبق دستورالعمل کارخانه سازنده تنظیم کنید تا از جذب مبرد توسط روغن جلوگیری بشود. زمان روشن کردن دستگاه اگر در روغن بیش از حد مبرد محلول باشد باعث ایجاد کف و هدر رفتن روغن و امکان خسارت به یاتاقانها میشود. روغن حداقل هر یکسال باید عوض شود. اگر روغن در زمان تعمیر دستگاه کثیف شود باید عوض گردد. قبل از تعویض روغن به دستورالعمل کارخانه سازنده مراجعه کنید. دقت کنید که هوا وارد دستگاه نشود.
یاتاقانها- نگهداری یاتاقانها عمدتا" شامل تمیز نگهداشتن روغن و سیستم روغنکاری است . فیلترهای روغن حداقل هر یکسال باید عوض شوند . اگر دمای یاتاقانها بالا برود، سیستم خنک کنندگی روغن و لوله‌کشی آن به یاتاقانها را چک کنید. هر یکسال یکبار یاتاقانها را باز کرده و در صورت لزوم عوض کنید.
گرمکن روغن - وقتی دستگاه خاموش است گرمکن روغن باید روشن باشد. به دستورالعمل کارخانه سازنده رجوع کنید.
کنترلهای ایمنی - باید هر ۶ ماه یکبار چک شوند. کنترلهای ایمنی شامل قطع خودکار دستگاه در دمای پایین مبرد و آب سرد کننده ، فشار بالای کندانسور، فشار پایین روغن ، و فلوسوئیچهای جریان آب سردکننده و آب خنک کن کندانسور است .
آزمایش نشت - اتصالات کمپرسور را برای اطمینان نسبت به نشت نداشتن بطور مرتب چک کنید و بطور

مرتب سیستم تخلیه هوا(Purge) را برای هوا و آب انجام دهید.

تخلیه هوا(Purge) - کار مناسب دستگاه تخلیه هوا بطور مرتب باید چک شود. تمام قطعات سیستم تخلیه هوا از نظر خوردگی و پوسیدگی باید چک شده و در صورت لزوم عوض شوند.

اگر دستگاه تخلیه هوا بطور پیوسته هوا خارج می‌کند، این بدان معنی است که هوا وارد دستگاه میشود. اگر دائما" آب خارج می‌کند، نشانگر نشت آب به داخل دستگاه است . محل ورود آب و هوا به داخل سیستم را باید هرچه زودتر پیدا کرده و رفع عیب کنید تا از خسارت کلی به دستگاه جلوگیری بعمل آید. سایت گلاس دستگاه تخلیه هوا را تمیز نگهدارید و وجود آب در آن را چک کنید.

مبرد (Refrigerant) - هر دو سال یکبار باید نمونه برداری شده و در یک آزمایشگاه مورد قبول آزمایش گردد . اگر مبرد آلوده شده باشد با کارخانه سازنده دستگاه یا تولیدکننده مبرد به منظور بازسازی آن تماس بگیرید.

خاموشی بلند مدت - جذب مبرد بوسیله روغن میتواند با استفاده مناسب از گرمکن روغن کاهش یابد. اگر دستگاه در جایی قرار دارد که امکان یخ زدگی باشد، آب خنک کننده روغن را تخلیه کنید. ممکن است لازم باشد در خاموشی بلند مدت روغن را از دستگاه خارج کنید. ولی اگر روغن را خارج نمی کنید، گرمکن روغن را هرگز خاموش نکنید.

کویلها (Coils)

سرویس و نگهداری - کویلهای سرمائی و گرمائی از لوله‌هایی با سطح معمولی و یا با سطح گسترش یافته ساخته میشوند. نگهداری در هر دو مورد مشابه و شامل دو چیز است : آببند بودن و تمیزکاری

آببند بودن - در صورتیکه مبرد در کویل انبساط می‌یابد و برای خنک کردن مستقیم (Expansion Direct) استفاده میشود، آزمایش نشت باید تمام اتصالات را در برگیرد. بازدید فصلی از تمام زانویی‌ها و خمها بعمل آید و هرگونه نشتی برطرف گردد.

حفاظت دربرابر یخ زدگی - کویلهایی که با آب کار میکنند باید بطور مرتب چک شوند که هیچگونه نشت نداشته باشند. برای حفاظت این کویلها در برابر یخ زدگی بازرسی فصلی باید صورت گیرد. حفاظت در برابر یخ زدگی کویلهایی که در معرض هوای خارج هستند بوسیله مواد ضدیخ و یاتخلیه آب آن میسر است . اتکاء به کویل پیش گرمکن برای افزایش دمای هوای ورودی به کویل یک ریسک محسوب میشود و نباید تنها به آن اکتفا شود.

اگر در تاسیسات موجود ، امکان تخلیه آب و گردش محلولهای ضدیخ وجود دارد ، حتما" از آن استفاده کنید. عوامل زیادی وجود دارد که تخلیه کامل آب از کویل را با مشکل روبرو میسازد. کویلها معمولا" با لوله‌های با قطر زیاد ساخته نمیشوند زیرا راندمان زیاد ندارد، و لوله‌های کوچک نیز اگر افقی باشند بطور کامل تخلیه نمیشوند . کویلها نمی‌توانند با لوله‌های شیب دارقسمت تخلیه طراحی و ساخته شوند. ممکن است کویل با لوله‌های مستقیم افقی ساخته شود ولی نمی‌توان اطمینان داشت در این وضعیت باقی بماند. با فشار هوا میتوان آب را بطور کامل از لوله‌های کویل تخلیه نمود. برای این کار ۱۵۰ فوت مکعب هوا در دقیقه با فشار حدود ۱/۲ تا ۱ پوند براینچ مربع آب را از یک کویل ۱۰ فوتی سه لوله‌ای خارج می‌کند. این مستلزم آن است که قطر اتصالات لوله‌ای هوا از دمنده هوا به کویل برابر با قطر لوله‌ای آب کویل باشد. هوادهی باید برای حداقل ۱/۲ ساعت ادامه داشته باشد.

از محلولهای ضدیخ که استاندارد بوده و مورد تائید مقامات مسئول باشد میتوان استفاده کرد و در کویلها گردش داد. ممکن است این محلولها را تخلیه کرد و در فصل آینده دوباره مورد استفاده قرار داد . از دستگاههای دستی یا برقی برای عمل گردش محلول میتوان استفاده نمود . معمولا" از محلول اتیلن گلیکول بعنوان ضدیخ استفاده میشود.

تمیزکردن - روش تمیز کردن کویلها متنوع است . سطح کویل که در معرض عبور هوا است باید بطور

مکانیکی تمیز شود تا از هرگونه ذرات خارجی از قبیل گردوخاك ، حشرات ، الیاف پنبه‌ای و امثال آن پاك شود. برنامه‌ریزی کامل برای این عمل در هر مورد بستگی به تجربه شخصی پرسنل نگهداری دارد که باید هر هفته کویلها را بازرسی کنند تا به برنامه مناسبی برسند.

کویلهای چند ردیفه را نمی‌توان با وسایل مکانیکی مانند برس کشیدن ، مکش و یا وزش هوا بخوبی تمیز نمود. محلولهای شیمیایی برای این کار وجود دارد و لازم است با شرکتهایی که تجربه و تخصص این کار را دارند مشورت شود.

سطح کویلهایی که آب روی آن تبخیر میشود بزودی با مواد شیمیایی باقیمانده از عمل تبخیر پوشیده میشود. کویل کندانسورهای تبخیری (Evaporative Condenser coils) از این جمله‌اند. جداکردن این رسوبها بسیار مشکل و در بعضی مواقع فقط با بازکردن کویل و قراردادن آن در محلولهای شیمیایی مقدوراست. امکان دارد چنانچه در کویل کندانسورهای تبخیری از زمان نصب ، بطور مرتب ، به مقدار کمی از محلول شیمیایی مناسب استفاده گردد از رسوب زیاد جلوگیری شود.

قسمت داخل لوله‌های کویل که در آن مبرد جریان دارد نیازی به تمیز کردن ندارد مگرآنکه در شرایط کار اتفاق غیرعادی بیفتد. اگر آب سرد کننده تصفیه بشود معمولا" داخل لوله‌های کویلهای آب نیاز به تمیزکردن ندارد.

تمیزکردن داخل لوله‌ها و کویلها توسط محلولهای شیمیایی مناسب مقدور است . این تمیز کردن بخودی خود باعث برهنه شدن سطوح فلزی و نمایان شدن هرگونه نشتی پنهان میشود و به هنگام کاربرد محلولهای شیمیایی باید مورد توجه قرار گیرد.

تخلیه کندانسیت (Condensate Drains)

تخلیه کندانسیت اگر بدرستی طراحی و نگهداری نشود میتواند موجب خسارت کلی به تاسیسات آب و تجهیزات ساختمان شود.

خط تخلیه کندانسیت برای خارج کردن بخار آبی است که در هوا موجود بوده و در زمان عبور از روی کویل سرمایی تقطیر میشود. (بعضی از سیستمها دارای دو تخلیه اولیه و ثانویه هستند که تخلیه ثانویه بعنوان سرریز سینی اولیه و یا سینی قطره‌گیر تعبیه شده زیر سینی اصلی عمل می‌کند. هرگونه تخلیه از کندانس ثانویه نشانگر بروز اشکال در تخلیه اولیه و احتمالا" گرفتگی خروجی آن است) .

خط تخلیه دارای سیفون است که از جریان هوا به لوله تخلیه جلوگیری بعمل آورد. عمق هوابند سیفون باید چند اینچ بیشتر از مقدار فشار مثبت یا منفی باشد که در نقطه اتصال به لوله تخلیه وجود دارد.

سیفون تخلیه دستگاهی که تحت فشار مثبت باشد از هدر رفتن هوای مطبوع از راه لوله تخلیه جلوگیری بعمل می‌آورد، در حالیکه در سیستمهای تحت فشار ممکن است مکش هوا از لوله تخلیه به داخل دستگاه مانع خروج کندانسیت و سرریز سینی گردد.

در زمان راه‌اندازی اولیه و یا پس از خاموشی بلندمدت ، ممکن است سیفون خشک شده باشد. در اینصورت مقداری آب در آن بریزید یا فن را برای مدت کوتاهی روشن کنید و اجازه دهید پس از خاموش کردن کندانسیت وارد سیفون شود.

خطوط تخلیه کندانسیت کویل لوله قائم دارند و ممکن است پس از خروج لوله از سیفون از بالای لوله قائم به هوای آزاد باز باشند تا از خالی شدن آب سیفون در زمان تخلیه بیش از حد کویل در زمان خاموشی دستگاه جلوگیری بعمل آید.

اگر سیستم دارای تخلیه ثانویه است بطور مرتب آن را چک کنید تا اگر ایرادی دیده شد برطرف گردد.

کندانسورهای هوایی (Air-Cooled Condensers)

هوایی که از روی کویلهای فین دار کندانسور هوایی رد میشود، گرمای مبرد را میگیرد. جریان هوا ممکن است ثقلی ، یا به کمک دمنده هوا باشد، کندانسورهای تحت فشار هوا از نوع مکشی یا دمشی است . برای جریان هوا از بادبزنهای نوع سانتریفوژ یا ملخی (پروانه‌ای) با کوپلینگ مستقیم یا تسمه و پولی می‌توان استفاده نمود.

کنترل ظرفیت خنک کنندگی با خاموش و روشن کردن چند بادبزن (اگر بیش ازیکی باشد) میسر است. تغییر سرعت موتور الکتریکی نیز از روشهای مناسب برای کنترل ظرفیت محسوب می‌شود.

طرز عمل نگهداری بشرح زیر است :

بازرسی - کندانسورها باید بطور ادواری بازدید شوند. دوره بازرسی بستگی به نوع استفاده و منطقه نصب کندانسور دارد . بازرسی کویل برای هر نوع نقص ظاهری و موانع عبور هوا انجام می‌شود.

پره‌های بادبزن را بازدید کنید تا خمیدگی نداشته و خارج از محور نباشد و فاصله‌های عبور هوا در وضعیت مناسب باشد. تسمه‌ها را بازدید کنید که پوسیدگی نداشته و مقدار کشیدگی آنها مناسب باشد و پولیها از محور خارج نشده باشند. سیم کشی و کابل کشی موتورها را بازدید کنید که اتصالات محکم باشند و عایق آنها از بین نرفته باشد. با اهم‌متر و آمپرمتر موتور را آزمایش کنید . تکیه‌گاه‌و لرزه گیرهای موتور را بازدید کنید که خورده نشده باشند و ، ایزولاتورها سالم باشند. خوردگی یاتاقان بادبزن و موتور بوسیله آمپرمتر می‌توانند آزمایش شوند که صدای ناهنجاری نداشته‌باشند. زمانیکه دستگاه خاموش است بوسیله دست‌زدن به یاتاقان می‌توان این موضوع را چک کرد.

تمیزکردن - کندانسور باید در آغاز هرفصل سرمایی و بعد از آن در زمان کار با فاصله زمانی مناسب و منظم تمیز شود. گردوخاك روی سطوح توری ورودی هوا، کویلها وبادبزن بوسیله برس ،مکش و یا (جاروبرقی) یا پاشیدن آب کم‌فشار تمیزشود. از هوای فشرده و گاز مبرد نیز می‌توان برای این منظور استفاده کرد. برای کویلهایی که خشک وعاری از چربی هستند مناسبترین روش تمیز کردن وفرستادن هوای فشرده از طرف خروجی و سپس مکش هوا از طرف ورودی است . درمناطقی که چربی و روغن روی سطح کویل می‌نشیند، می‌توان با استفاده از محلولهای پاك کننده با آبگرم استفاده کرده و طرف کثیف را با برس شستشو داد. موتور الکتریکی نیز باید تمیز شود. اگر از آب برای تمیز کردن کویل استفاده می‌کنید، دقت کنید که آب وارد مجاری خروجی هوای موتور نشود. این خروجی‌ها قبل از تمیز کردن کویل با آب باید بسته و مسدود شوند. از آب برای تمیز کردن موتورهای نوع باز استفاده نکنید. برگ و خش و خاشاك را از سینی قطره‌گیر جمع کرده و سوراخ تخلیه آب را باز کنید.

روغنکاری - از دستورالعمل کارخانه سازنده تبعیت کنید.

کندانسورهای تبخیری (Evaporative Condensers)

در کندانسورهای تبخیری، گرما بوسیله تبخیر شدن آب روی سطح کویل گرفته میشود. آب از یک تشتک بوسیله پمپ و نازلها روی سطوح کویل که در آن مبرد جریان دارد پاشیده میشود. همزمان هوا از روی کویل و اسپری (spray) آب می‌گذرد و از صفحات جداکننده آب (Eliminators) عبور کرده و بوسیله بادبزن از دستگاه خارج میگردد.

روش نگهداری که در زیر می‌آید می‌تواند از خسارات بعدی جلوگیری بعمل آورد و راندمان دستگاه را بالا برد:

تمیزکردن - بعد از تمام شدن فصل سرما و خاموش شدن ، دستگاه را تمیز کنید . سیستمهایی که در همه ماههای سال کار میکنند باید حداقل سالی یکبار تمیز شوند. گرد و خاك سطوح کویل را می‌توان بوسیله

پاشیدن آب یا بخار با سرعت زیاد تمیز کرد.

توجه : اگر از بخار استفاده می‌کنید، اول کویل را خالی کنید . گرد وخاك روی سطح کویل را می‌توان با برس نایلونی تمیز کرد. هرکدام از کویلها را برس زده و با آب بشوئید.

کندانسورهای تبخیری بعلت استفاده از آب در معرض خطر رسوب هستند. اگر امکان دارد باید برنامه‌ای برای تصفیه آب تنظیم کرد تا از این رسوب گیری جلوگیری بعمل آید. کویل را مرتب چک کنید که جرم نگرفته باشد. اگر کویل رسوب کربناتی گرفته باشد ، باید از شرکتهای معتبر در این زمینه کمک گرفت . سطوح کندانسور را بطور مرتب چک کنید که زنگ زدگی نداشته باشد. تمام نقاط زنگ زده را بابرس سیمی تمیز کرده و سپس با رنگ ضدزنگ رنگ‌آمیزی کنید.

توری ورود هوا، تشتک آب، ،و صافی ورودی پمپ را بطور مرتب بازرسی و در صورت لزوم تمیز کنید.

دمنده هوا - بطور ادواری مقدار آمپر ورودی موتور دمنده را اندازه بگیرید. تسمه آن را حداقل دو بار در سال بازدید کنید. اگر تسمه‌ها باید عوض شوند فقط از تسمه‌های مجاز استفاده کنید. میزان بودن و هم‌محور بودن دمنده هوا را چک کنید.

روغنکاری - اگر موتور پمپ گریس خور دارد ، حداقل دوبار در سال یاتاقانها را بازدید و گریسکاری نمایید. همچنین یاتاقان بادبزن را دوبار در سال روغنکاری کنید.

اتصالات مبرد - بطور منظم اتصالات لوله‌کشی کویل و مبرد را بازرسی کنید . هرچه زودتر نشتی را برطرف کنید.

پیشگیری از یخ زدگی - اگر دمای هوا کمتر از ۳۲ درجه فارنهایت باشد و کویل کندانسور خیس باشد نباید کندانسور تبخیری را روشن نمود. اگر دستگاه در دمای یخ زدگی کار میکند، مواظب باشید به پمپ ، سینی قطره‌گیر، لوله‌های گردش آب خسارت وارد نشود. وقتی دستگاه خاموش میشود همه آب را از پمپ تخلیه کنید. لوله‌کشی را از جایی که احتمال یخ زدگی وجود دارد خالی کرده و بعد از آن کویل را هم تخلیه کنید. لوله‌ها را با هوا خشک کنید و یا برای اطمینان بیشتر مواد ضدیخ اضافه نمایید.

کندانسورهای آبی (Water Cooled Condensers)

نگهداری مناسب می‌تواند هزینه‌های تعمیر را کاهش داده و راندمان کار دستگاه را بالا ببرد. دما یا فشارتقطیر بالا در کندانسور نشانگر وجود هوا در سیستم و یا جرم گرفتگی لوله‌ها است .

تمیزکردن - لوله‌های کندانسور آبی که در سیستم تهویه مطبوع کار می‌کند پس از پایان فصل و خاموشی دستگاهها باید تمیز شود ولی در سیستمهایی که تمام طول سال کار میکند لوله‌ها باید حداقل یکبار در سال تمیز شود.

ممکن است شرایط محل نصب دستگاهها ایجاب کند دوره‌های تمیز کردن لوله‌ها با فاصله‌های زمانی کمتر باشد ولی به هر حال نباید کمتر از یکبار در سال باشد.

لوله‌های مستقیم دستگاه را می‌توان بطور فیزیکی یا شیمیایی تمیز کرد. آسانترین روش این است که هر لوله را با برس مناسب سنبه زده و سپس بوسیله آب تمیز کنید. در این روش زبری موی برس انتخابی باید طوری باشد که گل و لای و جرم لوله را پاك کند ولی موجب خراش سطوح داخلی لوله‌ها نشود. مصالح لوله‌هایی که در مقابل خوردگی مقاومت زیادی دارند معمولا" دارای روکش نازکی هستند . زدودن این روکش موجب خوردگی سطوح لوله می‌شود. بنابراین انتخاب برس مناسب حائز اهمیت فراوان است . از جاروبهای دوار فلزی یا سایر آلاتی که باعث خراش سطوح لوله‌های غیرآهنی شوند نباید استفاده شود.

روش موثر دیگر استفاده از یک توپی غیرفلزی است که بوسیله فشار آب در لوله‌ها جلو می‌رود. وقتی سیستم سوار شود، معمولا" یک کندانسور عادی را می‌توان در عرض چند ساعت با این روش تمیز کرد.

روش تمیزکردن شیمیایی بوسیله گردش دادن محلول اسیدی خنثی در لوله‌ها انجام می‌شود و پس از آن توسط آب تمیز شستشو داده می‌شود و سپس یک محلول خنثی‌ساز را تزریق می‌کنند و دوباره با آب شستشو میدهند. در روش شیمیایی زمان عامل تعیین کننده است و برای نوع محلول متفاوت است . شرکتهایی که در تصفیه آب تجربه دارند معمولا" می‌توانند در این قبیل موارد کمک شایانی بکنند. تمیز کردن شیمیایی این مزیت را دارد که می‌تواند همه نوع لوله‌های مستقیم و خم شده را تمیز کند و تنها روش جداسازی جرمهای سخت میباشد.

تصفیه آب - چنانچه مدار گردش آب خنک کن نیاز به تصفیه داشته باشد. روشهای مناسب را یافته و اعمال نمائید.

اتصالات مبرد - تمام اتصالات لوله‌کشی مبرد به کندانسور باید بطور مرتب چک شده و هرگونه نشتی بلافاصله برطرف گردد.

حفاظت در برابر یخ زدگی - کندانسورهایی که در معرض خطر یخ زدگی قرار دارند باید با روش مناسب حفاظت شوند. (به قسمت کویل - حفاظت در برابر یخ زدگی رجوع کنید).

کنترلها (Controls)

کنترل در واقع سلسله اعصاب سیستم تهویه مطبوع است و باید با دقت زیاد با آن رفتار شود.

دستور کلی مراقبت از ابزار کنترل این است : در کار آن دخالت نکنید، برای هرگونه اشکال سیستم کنترل را ملامت نکنید، اجازه ندهید کنتاکتهای کنترلهای الکتریکی ، کنترلهای بادی ظریف شیرها با کثافت ، روغن یا آب آلوده شوند و بدقت آنان را تمیز کنید.

ابزار کنترل فراوانی وجود دارد . ابزار کنترل که به دما حساس هستند به "ترموستات" معروفند. ابزار کنترل حساس به رطوبت "هیگرواستات" یا "هیومیدستات" نامیده میشوند. به ابزار کنترل حساس به فشار "سوئیچ فشار" ، "کنترل اختلاف فشار" یا "پرشراستات" گفته میشود. کنترل سطح یک مایع معمولا" از نوع فلوتری است . علاوه بر اینها ابزار کنترل حساس به نور، زمان و انواع دیگری وجود دارند.

کنترلها بطور کلی در سه گروه قرار میگیرند که بستگی به نوع منبع انرژی آنها دارد:

۱- سیستم بادی (نیوماتیک) که محرك آن هوای فشرده است .

۲- سیستم الکتریکی که از جریان برق برای راه‌اندازی ابزار استفاده می‌کند.

۳- ابزار کنترل سرخود(Self Contained) که‌از هوای تحت فشار،انبساط گاز و یا مایع بعنوان محرك استفاده میکنند.

حساسیت ابزار کنترل و درجه بندی آنها (Calibration)

انواع ابزار کنترل با کیفیت مختلف وجود دارد، برای مثال ، میتوان یک ترموستات با حساسیت ۱٪ درجه فارنهایت تهیه نمود. ابزار کنترل که می‌توانند دما را در حد ۲± درجه فارنهایت کنترل کنند. برای ساختمانهای تجاری از نظر فنی کافی و از نظر قیمت درحد قابل قبول‌اند.

ابزار کنترل با کیفیت بالاتر معمولا" با تنظیم حساسیت ساخته می‌شوند و خیلی از آنها قابل تغییر درجه‌بندی هستند.

اغلب برای بدست آوردن حساسیت و کالیبره کردن ابزار کنترل لازم است آزمایشهایی انجام شود.

انتخاب کنترل و محل نصب آن - ابزار کنترلها باید با حساسیت و دقتی که لازمه کاربرد آنها است انتخاب شوند ونباید دارای حساسیت بیش از حد نیاز باشند و علاوه برآن باید در جای مناسب نصب شوند. محلی که کنترل باید در آنجا نصب شود نوع آن را تعیین میکند. برای مثال، ابزاری که می‌خواهند روی دیوارهای کانال نصب شود، معمولا" دارای دنباله‌ای هستند که از جدار کانال وارد آن میشود. ابزازی که قرار است روی دیوار ساختمان نصب شود با خصوصیات مناسب برای این کار ساخته میشود و معمولا" ظاهر آن قشنگتر از

ابزاری است که روی دستگاهها نصب میشود.

موتور کنترلها- موتورهایی که باعث حرکت دمپر و یا شیرمیشوند و با حرکت آنها تغییری در شرایط پدید می‌آید نیز جزء سیستم کنترل هستند. این موتورهانیز در سه نوع اصلی الکتریکی ،بادی یا مستقل (Self-Contained) عرضه میشوند.

تغییر وضعیت (Change-Over) - چون یک ابزار کنترل ممکن است در تابستان و زمستان دو کار متفاوت انجام دهد ، بعضی از اینها دارای سوئیچ تغییر دهنده وضعیت (تابستانی - زمستانی) هستند. در سیستمهای بادی (نیوماتیک) این کار با تغییر فشار انجام میشود. در سیستمهای الکتریکی ممکن است یک رله کوچک این تغییر وضعیت را ممکن نماید.

توصیه‌ها- تنوع سیستمهای کنترل زیاد است ، قطعات آنها بسیار ظریف و بهره‌برداری از آنان آنقدر پیچیده است که بهتر است مهندس نگهداری و تعمیرات از شرکتهای مجرب کنترل کمک بگیرد.

انواع خنک کننده‌ها(Coolers)

درنگهداری خنک کننده‌های نوع پوسته‌وتیوب (Shell and Tube)وپوسته کویل (Shell and Coils) همان نکات باید مورد توجه قرار گیرد که در نگهداری کندانسورها شرح داده شد. خنک کننده ممکن است در سیستم بسته و کاملا" جداگانه مورد استفاده قرار گیرد و تنها اتصال خارجی آن لوله تغذیه آب باشد. در این مورد و چنانچه آب تصفیه شود ممکن است نیازی به تمیز کردن تیوبها مانند آنچه برای کندانسورها گفته شد نباشد. بهر صورت بازدید سالیانه توصیه میشود که هرگونه ضعفی قبل از رسیدن به خسارت کلی برطرف شود.

روش نگهداری خنک کننده‌هایی که آب برای پاشیدن (Spray) به سیستم باز میفرستند مانند همان روش نگهداری کندانسورها است . (رجوع کنید به کندانسورها).

عایق - خنک کننده‌ها عایق میشوند و دقت زیادی باید کرد که این عایقها آسیب نبینند و سالم بمانند .

تمیز کردن داخل پوسته - طراحی بعضی از خنک کننده طوری است که مبرد داخل تیوب و آب در پوسته جریان دارد. مدار آب ممکن است گرفتگی پیداکند. این نوع سیستم خنک کننده کمتر در سیستم باز استفاده میشود و بنابراین بطور کلی تمیز کردن آنها معمولی است . داخل پوسته را می‌توان در صورت نیاز با روش شیمیایی تمیز شود. شرکتهایی که در تصفیه آب تجربه دارند در اینمورد می‌توانند کمک کنند.

اتصالات مبرد - تمام اتصالات لوله‌کشی مبرد و خنک کننده باید چک شده و هرگونه نشتی بلافاصله برطرف شود.

محفظه‌های شناور مبرد - خنک کننده‌های دستگاه سانتریفوژ معمولا" دارای شیر شناور هستند که جریان مبرد از کندانسور را اندازه‌گیری کنند. محفظه شناور باید سالیانه بازدید شود و شیرشناور چک شود که بطور آزادانه حرکت کند.

کنترل - کنترل خنک کننده‌های انبساط مستقیم (Direct Expansion) که با کمپرسورهای ضربه‌ای کار میکنند بوسیله شیر انبساط حرارتی صورت میگیرد. بعد از اینکه این شیر برای کاربرد خاصی تنظیم شد هرگز نباید با آن بازی کرد.

خنک کننده‌های کویلی غوطه‌ور اغلب بوسیله شیرشناور طرف پرفشار که در مخزن موج‌گیر نصب است کنترل میشوند . این کنترل همانند سایر شیرهای شناور که در یک مخزن نصب هستند و وظیفه کنترل تراز مایع را دارند عمل میکند. نگهداری این نوع ابزار ساده و معمولی است .

خنک کننده‌های پوسته و تیوب و غوطه‌ور که با کمپرسورهای ضربه‌ای کار میکنند بطور کلی بوسیله شناور طرف کم‌فشار کنترل میگردند. اهمیت این شناور با شیر مربوطه برای خنک کننده مانند کاربراتور برای اتومبیل

است . تنظیم آن دقت فراوان می‌خواهد و پس از میزان کردن با سیستم نباید به آن دست زد.

برگشت روغن - برگشت روغن از خنک کننده غوطه‌ور به کمپرسور ضربه‌ای بسیار مهم است . خط برگشت روغن معمولا" تعبیه می‌شود. مقدار دبی جریان روغن از این خط ممکن است اهمیت داشته باشد. شیردستی روی این خط باید به قدری بازشود که غلظت روغن در خنک کننده در حداقل نگهداشته شود(این موضوع از طریق شیشه روغن نما که روی خط برگشت نصب است و رنگ مایع قابل بازرسی است). پس از تنظیم مقدار جریان روغن روی این خط دیگر نباید به آن دست زد.

خنک کننده‌هایی که با کمپرسورهای سانتریفوژ در تاسیسات تهویه مطبوع استفاده میشوند معمولا" دارای تیوبهای مستقیم هستند که در آن آب و در پوسته مبرد جریان دارد. کاهش روغن در کمپرسور و تمرکز آن در خنک کننده می‌تواند باعث کاهش انتقال حرارت شود. این روغن فقط با تقطیر می‌تواند از خنک کننده جدا شود. مقدار روغنی را که به سیستم اضافه میشود بطور منظم ثبت کنید.

برجهای خنک کن (Cooling Tower)

برجهای خنک کن در اندازه‌های از یک تا چند هزار تن ساخته میشوند. برجهای با ظرفیتهای بالاتر برای کاربردهای مخصوص ساخته می‌شوند و معمولا" از چند سلول تشکیل شده‌اند که اجزای آن مستقلا" عمل می کنند.

برجها معمولا" در سه گروه کلی طبقه‌بندی می‌شوند : آتمسفری ، مکشی (induced)یا دمشی (forced)، نوع آتمسفری بدون دمنده هوا است و معمولا" در اندازه‌های کوچک ساخته میشود. در برج دمشی ، هوا از طریق بادبزن به داخل برج می‌وزد که پس از عبور از منطقه پاشیدن آب خارج میشود. برج مکشی دارای مکنده‌ای است که هوا را به داخل برج می‌کشد و از روی منطقه پاشیدن آب عبور می‌دهد.

راندمان برج بستگی به تماس موثر آب و هوا دارد. در برجها آب باید خوب پاشیده شودو یا سطوح خیس خنک کننده به اندازه کافی وجود داشته باشد. مقدار هوای بسیار زیاد و سروصدای آن اجتناب ناپذیر است. وزن برج معمولا" زیاد است . برای انتخاب محل نصب برج باید این عوامل را در نظر داشت و علاوه بر آن فضای کافی برای جریان هوای خارج پیش بینی نمود.

برجهای مکشی و دمشی اجزای متعددی مانند بادبزن ، لوله آبپاش ،موتور، محرك و استارتر دارند. ایرواشر هم از نظراجزای تشکیل دهنده مانند دمنده هوا، تشتک جمع‌آوری آب و غیره شبیه برج خنک کننده است . نگهداری این اجزاء در زیر آمده است :

جای برج - برجها معمولا" از هوای بیرون استفاده می‌کنند و در خارج از ساختمان نصب میشوند . حفاظت لازم برای موتور، استارتر، کلید قطع و وصل و محرك باید مورد نظر گرفته شود.

نگهداری - بدنه فلزی ، تشتک و اسکلت برجها باید بطور مرتب با رنگ محافظ و مناسب رنگ آمیزی شود. دربعضی از مناطق این رنگ آمیزی برای حفاظت در مقابل خوردگی و پوسیدگی لازم است سالیانه صورت گیرد. یک برنامه‌ریزی منظم برای این کار باید تدارك دیده شود و فاصله بین رنگ‌آمیزی در هر حال از سه سال تجاوز ننماید.

چوب درخت ماموت (Redwood) بدون رنگ آمیزی مقاوم و بادوام است ولی اگر تمام سطوح آن رنگ بخورد عمر آن کم میشود. بنابراین رنگ‌آمیزی برجهای چوبی(Redwood) فقط برای تطبیق با محیط و قشنگی ظاهری است و باید با احتیاط انجام شود . چوب درخت ماهوت (Redwood) و درخت سرو نباید رنگ بخورند . پیچ و مهره در برجهای چوبی باید سالیانه بازدید شود و زمانیکه برج خشک است با آچارکشی محکم شوند.

دمنده هوا - بادبزن باید آزادانه بچرخد . ظرفیت بادبزنهای نوع ملخی معمولا" بوسیله تنظیم زاویه پره‌ها انجام میشود. یکنواخت بودن زاویه تمام پره‌ها مهم است و تنظیمی که صورت میگیرد باید در حد توان موتور

الکتریکی باشد.

میزان کردن و روغنکاری - بادبزنهای نوع گیربکسی به میزان کردن سالیانه موتور با جعبه دنده و بادبزن نیاز دارند. میزان کردن باید در محدوده کوپلینگ بوده و حدود ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۰۳ اینچ باشد. تراز روغن در جعبه دنده باید هفتگی چک شود اگر کار برج پیوسته باشد تعویض روغن باید سالیانه یا پس از هر ۳۰۰۰ ساعت کار متوالی برج انجام شود.

محرکهای تسمه‌ای باید ماهیانه چک شوند و کشش و تنظیم آن رسیدگی گردد. اگر انتقال قدرت با تسمه است باید همه ماهه بازرسی شود و درجه سفتی تسمه و میزان بودن آن تنظیم گردد. تسمه‌ها نباید آنقدر سفت باشند که بار زیادی به یاتاقانها تحمیل کنند و نباید آنقدر شل باشد که سر بخورند(به محرکها رجوع کنید).

توزیع آب - باید یکنواخت باشد. محل عبور و توزیع آب باید چک شود که بدون مانع باشد. نازلهای توزیع آب باید چک شوند که تمیز باشند و با فشار کار طراحی آب را بپاشند. اکثر برجها (که دارای سطوح خنک کننده هستند) با فشار نازل حدود ۳ پوند بر اینچ مربع کار میکنند.

جداکننده های قطرات آب (Eliminators) - جداکننده‌ها باید فاقد جلبک و در وضعیت خوبی نگهداری شوند. جداکننده‌های فلزی باید سالیانه تمیز و رنگ آمیزی مجدد شوند.

جلبک - از رشد جلبک در تمام قسمتهای برج باید جلوگیری شود و با استفاده از تصفیه مناسب خطر گرفتگی لوله‌ها و سایر اجزای برج را برطرف سازیم .

تمیزکردن - تشتک آب باید هر هفته خالی و تمیز شود. صافی باید در فاصله زمانی مناسب بازرسی و بطور مرتب تمیز شود.

سطح آب - شیرشناور باید طوری تنظیم شود که آب در بالاترین سطح خود در تشتک باشد و از ایجاد گرداب در خروجی لوله آب برج جلوگیری کند. سیستم تغذیه آب طوری تنظیم شود که جبران هدررفتگی آب از طریق تبخیر و ریزش به خارج از برج را بنماید .

حفاظت زمستانی - تشتک و تمام لوله‌ها، شیرها و غیره که در معرض هوای سرد زمستانی قرار دارند باید تخلیه شوند تا از یخ زدگی جلوگیری شود .

دمپرها (Dampers)

دمپرهای خودکار - دمپرهایی که بوسیله یک موتور باز و بسته میشوند "دمپرهای خودکار" نامیده میشوند. این دمپرها معمولا" کنترل خودکار دارند. عکس‌العمل کند نسبت به فرمان ابزارهای کنترل نشانگر وضعیت نامطلوب دمپر است .

نگهداری - تمام قسمتهای محرك یک سیستم کنترل باید نسبت به‌هم حرکت صحیح نمایند تا نتایج مفید بدست آید. لازم است که دمپر را بطور مرتب روغنکاری نمائیم . تمام دمپرهای خودکار باید بتوانند آزادانه حرکت کنند و قطعات آنها از قبیل یاتاقانها باید روغنکاری شود. روغن اضافی باید پاك شود. پره‌ها در حالت بسته باید چک شوند که کاملا" بسته باشند، در صورت نیاز تنظیم لازم انجام شود که هیچ پره‌ای باز نماند. عملکرد موتورها باید در یک سیکل کار بازرسی شود که هیچگونه نقصی در آنها نباشد. اهرم‌بندی بین موتور و دمپر باید بازرسی و تصحیح شود.

دمپرهای تخلیه هوا(Relief Dampers) - مقدار زیادی هوای خارج برای تهویه بعضی از ساختمانها در برخی از فصول سال استفاده میشود. این امر باعث افزایش فشار هوای داخل ساختمان میشود و براثر آن درها بسختی باز و بسته میشوند. دمپرهای تخلیه بمنظور تخلیه فشار هوای داخل ساختمان نصب میشوند.

دمپرهای تخلیه که دارای پره‌های آلومینیومی هستند در بعضی ساختمانها استفاده میشوند تا هوای اضافه را خارج کنند.

نگهداری - یاتاقانهای پاشنه افقی ، اگر از نوع اشباع شده از روغن نباشند، باید هر بهار یک قشر نازك

روغن به آنها داده شود و اضافی آن پاك شود. پره‌ها ممکن است خمیدگی یا پیچیدگی پیدا کنند بنابراین باید منظما" سرکشی شود و هر سال دست کم دوبار وضعیت بسته آنها چک شود.

پره‌هایی آسیب دیده را تعمیر و تعویض کنید. گرد و خاك ، دوده و الیاف کرك نباید روی پره‌ها جمع شود زیرا ضمن افزایش وزن ظاهر زشتی نیز پیداخواهد کرد. اگر چهارچوب دمپربه مصالح ساختمانی متصل است، نحوه اتصال باید هرچند وقت چک شده و رفع عیب شود.

دمپرهای ضدحریق - دمپرهای آتش برای حفاظت از افراد و اموال نصب میگردد. در زمان نصب امید این است که هیچوقت از این نوع دمپر استفاده نشود. اگر دمپر آتش در زمان حریق عمل نکند تمام مزایای خود را از دست داده است . برای اینکه مطمئن شوید که ایمنی لازم وجود دارد، هر سال دمپر را بازرسی کنید. اهرم (و اهرم‌بندی فیوز) باید باز بشود تا مطمئن شوید که دمپر با وزن خود فرو می‌افتد و می‌بندد . روغنکاری یاتاقانهای دمپر آتش لزومی ندارد ولی وجود قشر روغن از اکسید شدن جلوگیری کرده و از این نظر مفید است.

بعضی اوقات دمپر بعلت نقص در اهرم‌بندی فیوز، یا گرمای شدید که باعث عمل فیوز می‌شودو یا وزن اضافی روی پره‌های آن در حالت بسته دیده میشود. عملیات اجرایی به ترتیب عبارتند از : عوض کردن اهرم آسیب دیده، گذاشتن سپر غیرفلزی بین فیوز و منبع گرمائی ، یا استفاده از چند اهرم فیوز موازی (بطوریکه عملکرد هر کدام دمپر را آزاد کند).

دمپرهای تقسیم هوا و نوع دستی - انواع بسیاری از دمپرها برای تنظیم مقدار هوا و توزیع آن براساس نیازها استفاده میشوند. در اکثر اوقات پس از بالانس کردن اولیه سیستم ، این دمپرها در حالت قفل شده باقی میمانند و کسی به آنها دست نمی‌زند مگر اینکه تنظیم مجدد هوا بعللی نیاز باشد.

در بعضی اوقات دمپرها بصورت دستی براساس نیازهای فصلی تغییر حالت داده میشوند. یک مثال ، دمپر هوای تازه است که آن را در تابستان بطور دستی و در حالت حداقل می‌گذارند که در مصرف انرژی سرمایی صرفه‌جویی شود، سپس در فصول معتدل کمی باز میشوند و هوای تازه زیاد میشود و دوباره در زمستان برای صرفه‌جویی انرژی گرمایی به حالت حداقل باز گذاشته میشوند.

محرکهابا اتصال تسمه‌ای و مستقیم(Drives - Belt and Direct - Connected)

محرکهای تسمه‌ای - محرکهای با تسمه V شکل اگر خوب نگهداری شوند دارای عمر زیاد هستند . دو نوع تنظیم مهم است : میزان بودن و کشش تسمه . نامیزان بودن تسمه باعث پوسیدگی تسمه میشود و بار زیادی بر یاتاقان موتور وارد می‌کند و در اکثر اوقات باعث فرسودگی یاتاقانها میشود. کشش زیاد بار زیادی بر موتور و تمام یاتاقانها وارد میسازد در حالیکه تسمه شل براثر لغزش خیلی زود فرسوده میشود.

میزان کردن - هر زمان که پولی باز میشود عمل میزان کردن باید دوباره انجام شود و حتی اگر عملیاتی انجام نشده باشد هر سال یکبار میزان شود. میزان کردن با تنظیم پولی انجام میشود بطوریکه خط کشیده شده گچی، لبه هر دو پولی را همزمان قطع کند . افزایش کشش تسمه باعث میشود موتور در وضعیت خارج از خط قرار بگیرد. این اشکال باید برطرف شود.

کشش - بیان دستور کلی برای تنظیم کردن کشش تسمه مشکل است. هدف این است که کشش تسمه‌ها طوری باشد که از لغزش آن روی پولی در زمان راه‌اندازی و در حال کار اجتناب شود. یک روش این است که تسمه را آنقدر شل کنید که لغزش فقط در زمان استارت رخ دهد(که معمولا" با صدای تسمه مشخص میشود) و بعد آنقدر سفت کنید که لغزش از بین برود.

پولی‌های قابل تنظیم - عرض شیار بعضی از پولی‌های گرداننده قابل تنظیم‌اند بطوریکه در آنها قطر دایره تماس تسمه و پولی تغییر می‌کند و در نتیجه سرعت گردش پولی دوم تغییر میکند . در بعضی از پولی‌های چند شکافی هم سطح کردن همه شیارها مشکل است و علت آن تغییر پهنای شیار است که توضیح داده شد.

در اینگونه موارد نامیزان بودن باید تقسیم شود بطوریکه خط مرکزی دو پولی کاملا" میزان شوند.

تعویض تسمه - تسمه‌هایی که سازندگان مختلف عرضه میکنند تفاوتهای جزئی دارند. هنگام تعویض و انتخاب تسمه برای محرکهای چند تسمه‌ای ، باید تسمه‌های جور خریداری شود. تسمه‌ها پس از مدتی کار کشیده میشوند ولی بهرحال مقدار کشیدگی برای تمام تسمه‌ها یکسان است . در نتیجه یک سری تسمه‌های کاملا" جور خواهید داشت که در تمام طول عمر محرك استفاده خواهند شد. اگر تعویض تسمه صورت میگیرد، گروه تسمه‌ها باید باهم عوض شوند.

کوپلینگ محرکهای مستقیم - محورهای کوپلینگ مستقیم باید در وضعیت هم‌محور باهم باقی بمانند. بنابراین تمام محرکهای با کوپلینگ مستقیم هرسال باید میزان گردند.

تنها یک دستور کلی برای میزان کردن میتوان ارائه نمود زیرا هر محرکی دارای خصوصیات مخصوص خود است . ولی بطور کلی ، تمام دستگاههای با کوپلینگ مستقیم باید باهم هم‌محور و در زمان کار نرمال و رسیدن به بار کامل و دمای مطلوب با هم هم‌محور باشند.

برای تغییر بار احتمالی و تغییر احتمالی اندازه‌ها در اثر دمای بالا و انبساط و تغییر شرایط دیگر باید حدمجازی در نظر گرفته شود تا تنظیم رابطه دستگاه محرك و متحرك بهم نخورد.

کوپلینگهای سخت بغیر از آنچه درباره میزان کردن گفته شد به رسیدگی دیگری نیار ندارند.

کوپلینگهای قابل انعطاف باید طبق آنچه گفته شد میزان نگهداشته شوند و طبق دستورالعمل کارخانه سازنده روغنکاری شوند. بعضی از این کوپلینگها روغنکاری و بعضی گریسکاری میشوند. چنانچه دستور خاصی در دسترس نباشد ، سعی کنید در زمان تعویض روغن از روغنی که از اول در کوپلینگ وجود داشته استفاده شود. شکل ۷-۱ کوپلینگ و تسمه را نشان می‌دهد.

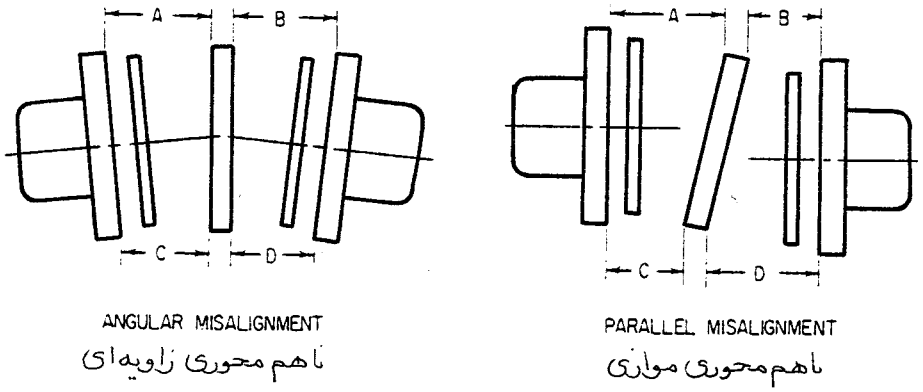


Fig 1-7 Belt and coupling alignment **شکل ۷-۱ هم محوری با تسمه و کوپلینگ**

اکونومایزرها (Economizers)

استفاده از هوای بیرون ، وقتی دارای شرایط مناسب باشد، ایده جدیدی نیست ولی با تاکیدی که امروز روی صرفه‌جویی در مصرف انرژی میشود این ایده« طرفداران زیادی پیدا کرده است .

اگر دمای خشک و مقدار رطوبت هوای بیرون خوب باشد ولی ساختمان همچنان به بار سرمایی نیاز داشته باشد(مانند مناطق داخلی ساختمان که جبهه خارجی ندارند) میتوان برای خنک کردن از هوای بیرون استفاده نمود.

خنک کنندگی بااستفاده از قطعه اکونومایزر یا پلنوم که در دستگاه فن کویل یا هوارسان مرکزی قرار دارد

انجام میشود. با تنظیم دمپر هوای بیرون و هوای برگشت دمای دلخواه هوای رفت بدست می‌آید.
سیستم همچنین باید قادر به تخلیه هوا باشد چون در غیراینصورت فشار داخل ساختمان بیش از حد بالا خواهد رفت تخلیه به کمک دمپرهای ثقلی یا مکنده تخلیه هوا صورت میگیرد.
عناصر کنترل عبارتند از :
۱- ابزاری که بتواند سیستم را از خنک کنندگی تبریدی به خنک کنندگی با اکونومایزر و برعکس تغییر دهد. در طرحهای پیشین از یک ترموستات ساده هوای بیرون استفاده میشد که وقتی دمای هوای خارج به ۵۵ درجه فارنهایت میرسید فرمان تعویض را می‌داد اما امروزه از سنسورهای انتالپی استفاده میشود که هم دما و هم مقدار رطوبت هوای بیرون را قبل از اجرای فرمان اندازه‌گیری می‌کنند. این نوع کنترل زمانیکه حس کند هوای بیرون میتواند از بار تبرید کم کند فرمان صادر می‌کند و تنها در صورتی از صددرصد هوای بیرون استفاده می‌کند که شرایط هوای خارج مطلوب باشد.
۲- ترموستاتی که در جعبه اختلاط هوا (Mat) قرار دارد، دمای هوای رفت را اندازه‌گیری کرده و حالت دمپرها را طوری تنظیم میکند که به نقطه تنظیم (Set point) برسد.
۳- علامت Mat باعث چرخش موتور دمپرها در یک جهت یا جهت دیگر میشود (این عمل بوسیله تغییر جریان در مدارهای یک رله بالانسینگ انجام میشود). اگر وضعیت جدید دمپرها باعث شود که دما به نقطه تنظیم نزدیک شود، عمل توقف حرکت موتور دمپر بعلت بالانس شدن جریان در مدارهای رله انجام میشود.
سیستم کنترل اکونومایزر طوری است که زمانیکه سیستم در حالت گرمایی یا سرمایی کار می‌کند در عین حال دمپر هوای بیرون را در حداقل لازم برای تامین هوای تازه باز نگه میدارد.
وقتی دستگاه خاموش میشود دمپر هوای بیرون بسته میگردد.
کارکرد درست سیستم اکونومایزر به تنظیم درست ابزارهای کنترل و نگهداری مناسب اجزای سیستم کنترل دارد.

دمنده‌ها (Fans)

ظرفیت - ظرفیت بادبزن به فوت مکعب در دقیقه (CFM) اندازه‌گیری میشود. بادبزن طوری انتخاب میشود که مقدار هوای لازم را با توجه به فشار کار مورد نیاز سیستم توزیع می‌نماید. هرگونه افزایش فشار کار سیستم ، ظرفیت بادبزن را کاهش میدهد و چنانچه فشارکار کاهش یابد، بادبزن هوای بیشتری میدهد. قدرت لازم (اسب بخار) با افزایش هوادهی افزایش می‌یابد.
مقاومت اصطکاکی دمپر ورود هوای بیرون ، کویلها، فیلترها و کانال و غیره فشار کار بادبزن را تعیین میکند. آشکار است که اگر مقاومت سیستم براثر کثیف بودن کویل و فیلتر و غیره بالا برود، مقدار هوادهی کاهش می‌یابد و برعکس اگر از مقاومت سیستم کم کنیم ، هوادهی بادبزن زیاد شده و ممکن است باعث شود موتور آن آمپر اضافه بکشد. بعضی از بادبزنها لوازم حفاظت در برابر بار اضافی دارند ولی اکثرا" فاقد آن هستند. بهره‌برداری از سیستم در حالیکه فیلترها بیرون کشیده شده باشند، دریچه‌های بازدید یا دریچه‌های هوا باز مانده باشد، باعث بار اضافه موتور میگردد. اگر لازم است در چنین وضعیتی بادبزن روشن باشد، لازم است موتور الکتریکی را منظما" چک کنید که خیلی گرم نشود.
تمیزکردن - در خیلی از مناطق گرد و خاك ریز روی پره بادبزن می‌نشیند نباید اجازه داده شود که گردوخاك روی پره‌ها جمع شود زیرا ضمن کاهش راندمان سیستم ، باعث بهم خوردن بالانس چرخ نیز میشود.
چرخ بادبزن باید بطور مرتب بازدید شود. در بسیاری موارد لازم است داخل بادبزن هرساله تمیز و دوباره رنگ‌آمیزی شود.

یاتاقانها- بادبزنهای بزرگ معمولا" دارای جعبه انتقال گاردان، بوش و یا بلبرینگ هستند. یاتاقانهای این بادبزنها تقریبا" همگی بطور خودکار میزان می‌شوند. یاتاقانهای بوشی (Sleeve Bearing) معمولا" روغنکاری حلقه‌ای می‌شوند. بلبرینگها گریس‌خور دارند.

آستر یاتاقانهای بوشی برای جداسازی و سوارکردن آسان، دو تکه و جدا از هم هستند و تکیه‌گاه آنها کاسه و ساچمه است . در موقع تعویض این نوع یاتاقان باید دقت شود که پوسته آن بواسطه سفت کردن بیش از اندازه پیچ تنظیم کاسه و ساچمه آسیب نبیند.

سرپوش یاتاقان باید بدرستی در جای خود قرار گیرد تا از گردش چرخ بادبزن با سرعت بیش از حد جلوگیری کند وگرنه شیارهایی در محور ایجاد خواهد شد.

اگر لازم است روغن این یاتاقانها عوض شود ، با توجه به دستورالعمل کارخانه سازنده این کار را انجام دهید. در همین زمان می‌توانید پوسته یاتاقانها را برداشته و ساچمه‌ها و کاسه‌نمدها را تعمیر و تعویض نمایید.

جهت چرخش - اکثر بادبزنهایی که چرخ آنها در یک پوسته (Housed Fan) قرار دارد می‌توانند مقدار کمی هوا بدمند حتی اگر جهت چرخش آنها اشتباه باشد . مقدار هوا باندازه دلخواه نخواهد بود و راندمان بادبزن نیز بسیار پایین است . با جابجا کردن سیم‌کشی موتور جهت چرخش ممکن است عوض شود. پرسنل بهره‌بردار باید هر چند وقت جهت چرخش بادبزن را چک کنند.

تنظیم استقرار چرخ در پوسته - حالت قرارگیری چرخ بادبزن نسبت به ورودی آن از نظر راندمان و سروصدا حائز اهمیت است . بعنوان یک قانون کلی ، چرخ باید تا ممکن است به پوسته نزدیک باشد ولی به آن تماس پیدا نکند. در دستگاههای یکپارچه که چند چرخ بادبزن روی یک محور قرار دارند باید مواظب بود چرخ با پوسته تماس پیدا نکند و تولرانس فاصله آن حفظ شود.

میزان کردن - موتور و بادبزن طبق آنچه در محرکها گفته شد باید انجام و دنبال شود. کلید پیچهای پوسته و تکیه‌گاه باید سالیانه محکم شوند.

روغنکاری - یاتاقانهای بوشی بابیتی (Babbitt) در دمای طبیعی از روغن اتومبیل نوع SAE 20 استفاده میکنند. یاتاقانهای بوشی برنزی در دمای طبیعی از روغن با کیفیت بالا نوع SAE 40 استفاده میکنند. از روغنهای دترجنت (Detergent) استفاده نکنید. اگر بادبزن در منطقه گرم قرار دارد و یا اینکه دمای هوای دمیده شده بیش از ۱۵۰ درجه فارنهایت باشد، انتخاب روغن باید با دقت انجام شود. شرکتهای نفت محلی قادرند روغن مناسب برای شرایط غیرعادی را پیشنهاد دهند.

یاتاقانهای بوشی حلقه روغنی دارای نشاندهنده وسرپوش فیلتر روغن هستند که مجاور شافت درجایی که گردش محور به سمت پایین است قرار دارد این سرپوش زمان خاموش بودن بادبزن باید تا۱/۸ اینچ مانده به‌سرریز آن پر شود.

روغن پس از کارکرد ۲۰۰۰ ساعت باید تخلیه و تعویض شود. اگر روغن خارج شده کثیف باشد، یاتاقان و مخزن کوچک آن باید تمیز شده و با روغن سبک قبل از ریختن روغن جدید شستشو داده شوند.

یاتاقانهای گریس خور باید بوسیله گریسهای با درجه بالا با پایه قلیایی در دوره‌های معین گریسکاری شوند. در شرایط کار عادی پس از هر ۱۲۰۰ الی ۱۵۰۰ ساعت کارکرد باید کار گریسکاری صورت گیرد. گریس باندازه کافی باید زده شود تا کاسه‌نمدهای یاتاقانها از جا کنده نشود و گریس اضافی نیز پاك شود.

دمپرهای گردابی (Vortex) - بعضی از بادبزنها یک دمپر در ورودی خود دارند که بنام "گردابی" شهرت دارد. این دمپرها قطعات محرك زیادی دارند و اگر استفاده شوند معمولا" بطور خودکار کنترل می‌شوند. روغنکاری قسمتهای مختلف این دمپرها بسیار حایز اهمیت است و هرماهه باید انجام شود.

در شرایط سخت مواظبت بیشتر لازم است و باید در فواصل زمانی کوتاهتری بازید صورت گیرد.

فیلترها (Filters)

تعریف - موادی که پرمنفذ هستند و به منظور گرفتن ذرات جامد از یک جریان سیال استفاده میشوند، فیلتر نامیده میشوند. فیلترهایی که در جریان هوا قرار میگیرند "فیلتر هوا" و آنهایی که در جریان آب قرار میگیرند "فیلتر آب" و غیره نامیده میشوند. فیلترها برای گرفتن هرنوع مواد اضافی ساخته شده‌اند. هرقدر بیشتر مواد اضافی را بگیرد راندمان آن بالاتر است. هرچه فیلتر مواد اضافی بیشتری بگیرد بیشتر مورد نیاز است. فیلترها نیاز به رسیدگی دارند و باید بطور مرتب به آنها سرکشی کرد.

انواع : بطور کلی چهار نوع فیلتر هوا وجود دارد:

۱- نوع سلولی - که وقتی کثیف شد دور انداخته می‌شود و فیلتر تمیز جایگزین می‌شود.

۲- نوع سلولی - که مواد تشکیل دهنده آن تمیزشده و دوباره استفاده میشود.

۳- نوع تمیزشونده دائم - که‌برای تمیز کردن مواد تشکیل دهنده فیلتر مکانیزم خاصی طراحی شده است.

۴- فیلترهای الکترواستاتیکی، که در آن ذرات گردوخاك شارژ الکتریکی میشوند و روی یک صفحه شارژ مخالف جمع میشوند.

از انواع فیلترهای سلولی دور ریختنی، حصیرهای بافته شده از الیاف شیشه است که در چهارچوب مقوایی گذاشته میشوند. همین نوع فیلتر از کاغذ، پشم فولاد، پشم برنز یا حصیرهای با پشم فولاد بدون چهارچوب کاغذی وجود دارد. فیلترهای سلولی هم وجود دارند که از کاغذهای پرمنفذ ساخته شده روی یک قالب مناسب کشیده شده‌اند. در این نوع آخری، کاغذ فیلترها بصورت رول عرضه میشوند که در زمان احتیاج روی قاب کشیده میشوند.

فیلترهای قابل شستشو انواع مختلف دارند. نوع معمول آن ساخته شده از توری فلزی با قاب فلزی است که هروقت کثیف میشوند شستشو و با فرو بردن در روغن مناسب سطوح آنها دوباره آغشته به روغن و چسبنده میگردد. همچنین فیلترهای سلولی وجود دارند که با فشار آب شسته میشوند.

از نوع فیلترهای تمیز شونده دایم میتوان نوعی را نام برد که دارای صفحات مشبک هستند که روی هم قرار دارند و مانند تسمه روی محفظه بالایی و پایینی حرکت میکنند. این مجموعه بوسیله مکانیزم چرخ ضامن‌دار به آرامی حرکت میکنند. غلطک پایینی در تشتک روغن مخصوص قرار دارد. صفحات ضمن گردش بوسیله گیره فلزی آزاد شده و در تشتک روغن گرد و خاك آنها پاك میشود.

زمان تمیز کردن - فیلترهای تجاری ظرفیت پذیرش ذرات بالایی دارند و برای مدت طولانی میتوانند مقدار نسبتا" ثابتی هوا را از خود عبور دهند. بعد از این مدت مقاومت در برابر حرکت هوا به سرعت زیاد میشود. سرکشی فصلی به فیلترها سرعت کثیف شدن در برنامه تمیزکردن آن را برای پرسنل بهره‌بردار روشن میسازد. فشارسنج نیز میتواند زمان تمیز کردن فیلتر را نشان دهد. این فشارسنجها ممکن است بطور ثابت دو طرف هر مجموعه فیلتر نصب شوند یا در زمان مقتضی بصورت دستی اندازه‌گیری انجام شود.

مراحل تمیز کردن - فیلترهای سلولی دور انداختنی با فیلترهای جدید تعویض میشوند. فیلترهای یدکی باید همیشه در دسترس باشد که فیلتر دومی بجای اولی قرار گیرد و فیلتر یدکی بجای دومی گذاشته شود.

کاغذ فیلترهای کاغذی باید قبل از بالا رفتن مقاومت آن عوض شود.

در تاسیساتی که از فیلترهای سلولی تمیز شونده با روغن استفاده میشود معمولا" سلول و مخزن غوطه‌ور روغن بصورت یدك نگهداری میشود. سلولهای کثیف باید با محلولهای سودایی قوی شستشو داده شده، پس از خشک شدن در وان روغن غوطه‌ور شوند و قبل از استفاده مجدد چند ساعت در خارج از وان رها شوند. روغنی که استفاده میشود یک روغن خاص است و مشخصات آن از سازنده فیلتر باید گرفته‌شود. **هرگز از روغن روغنکاری برای خیس کردن فیلتر استفاده نکنید.**

فیلترهایی که بوسیله شیلنگ آب شستشو داده میشوند باید طبق دستور سازنده نگهداری شوند.

تشتک روغن مربوط به فیلترهای تمیز شونده دائم باید مرتبا" تخلیه و تمیز شود، موتور آن سالیانه

روغنکاری شود، چرخ دوار و زنجیر محرك آن گریسکاری شود و در حدی که لازم است و با علامت مشخص شده است روغن اضافه شود. فقط از روغن توصیه شده توسط سازنده استفاده کنید. **از روغن مخصوص روغنکاری استفاده نکنید.** ۱۲ ساعت قبل از روشن کردن بادبزن ، فیلترها باید در مدار گردش قرار گیرند تا بخوبی در روغن خیس شوند. فیلترهای دوار متحرك نباید در تعطیلی آخر هفته یا در شب خاموش شوند.

فیلترهای الکترواستاتیکی به نگهداری و تنظیم دقیق نیاز دارند. دستورالعمل سازنده باید بدقت رعایت شود. اگر با فیلتر آشنا نیستید به تنظیم آن دست نزنید. به ابزار حفاظتی مانند سوئیچهای قطع دستی یا سوئیچهای اطمینان درها دست نزنید.

این لوازم برای حفاظت در مقابل برق فشار قوی پیش بینی شده‌اند. تمیز کردن این نوع فیلتر مهم است و معمولا" با پاشیدن آب انجام میشود.

فیلترهای روغن و آب - از فیلترهای چند صفحه‌ای یا سیمی میتوان در مدارهای روغن و آب استفاده نمود. این فیلتر چند صفحه‌ای دارای اهرم جابجاکننده صفحات میباشد که امکان تمیز کردن صافی را میدهد. شرایط کاربردی هر نوع تاسیسات متفاوت است و فقط با سرکشی منظم میتوان زمان تمیز کردن را بدست آورد. بعنوان شروع ، فیلترها باید هفتگی چک شوند و اهرم چند بار گردانده شود تا کثافت از سطوح فیلترها پاك شود. اهرم نباید به زور گردانده شود زیرا باعث خسارت دیدن صفحات و فیلتر میشود.

۱- فیلتر باید در فواصل منظم تمیز شود تا برای گرداندن اهرم نیاز به فشار زیاد نباشد.

۲- اگرفیلتر طوری کثیف شود که‌برای گرداندن اهرم نیاز به فشار زیاد باشد باید آن را با دست باز وتمیزکنیم. فیلترهای نمدی فشنگی که معمولا" در اتومبیلها دیده میشود اغلب در مدار مایعات قرار میگیرند. یدك آن باید در دسترس باشد و دستورات کلی نگهداری برای تمیز کردن آن دنبال شود.

خیلی از فیلترها برای صاف کردن قسمتی از مدار مایع منظور میشوند. نتیجه مثل استفاده از یک فیلتر بزرگ است زیرا بتدریج تمام مایع از آن عبور خواهند کرد. معمولا" در این نوع تاسیسات از شیرهای اصلی و کنار گذر (Bypass) استفاده میشود و فیلتر در خط کنار گذر قرار میگیرد و بهره‌بردار باید شیرها را طوری تنظیم کند که افت فشار در خط اصلی و فرعی که فیلتر دارد یکسان باشد.

گرمکن‌ها (Heaters)

کویلهای گرمایی - کویلهای سبک وزن با فینهای قرار گرفته روی سطح خارجی لوله‌ها تقریبا" در تمام تاسیسات تهویه مطبوع برای گرم کردن استفاده میشوند. این کویلها معمولا" در یک قاب فولادی گالوانیزه قرار میگیرند که میتواند در دستگاه یا کانال جاسازی شود. کویلها در اندازه استاندارد و انواع بسیار متفاوت ساخته میشود. برای بعضی از کاربردها، لازم است طوری طراحی شوند که لایه‌های آب در آن دمای متفاوت نداشته باشد(Stratification). لایه‌بندی یعنی اینکه موقع عبور هوا از روی قسمتی از کویل گرمتر از قسمت دیگر میشود.

کویلهایی که برای کار در دمای بالای یخ زدگی طراحی میشوند ارزانتر از کویلهایی هستند که برای شرایط یخ زدگی طراحی میشوند.

کویلهای مقاوم در برابر یخ زدگی معمولا" در معرض هوای خارجند. ساخت این کویلها طوری است که پیش از رسیدن دما به نقطه یخ بندان کندانسیت از آن خارج میشود.

گرچه لوله‌کشی تمام کویلها برای خارج کردن سریع کندانسیت و هواگیری حائز اهمیت است ولی برای خارج کردن کندانسیت از پیش گرمکنها توجه خاص باید بشود.

اگر قرار است کویل دما را بطور خودکار کنترل کند، فشار بخار نباید از ۱۰ پوند براینچ مربع بیشتر باشد.

گرمکن‌های سبک وزن معمولا" برای بخارپرفشار ساخته میشوند مخصوصا" در صنایع که بخار پرفشار در

دسترس است استفاده از بخار پرفشار برای گرم کردن فضااقتصادی است تدارك کافی برای انبساط لوله‌های کویلهای مدرن باید در نظر گرفته شود، بخصوص در مواردی که از بخار با فشاربالا استفاده میشود کویلهایی که برای گرم کردن هوای بیرون مورد استفاده قرار میگیرند حتی اگر از نوع مقاوم در برابر یخ‌زدگی نباشند باز هم لازم است فشار بخار در همه شرایط در حد مورد نظر تثبیت شود. اگر فشار بخار کم باشد حتی ممکن است در مدت ۵ دقیقه هوای زیر صفر بیرون بخار را به کندانسیت تبدیل کند و موجب ترکیدن لوله‌ها و کویل بشود.

نگهداری کویل - به کویلها رجوع کنید.

آبگرمکنها- دو نوع آبگرمکن بخاری وجود دارد . یک نوع آن پوسته و لوله است . بخار معمولا" وارد پوسته میشود و آب وارد لوله . زمانیکه این گرمکنها در مدار بسته قرار میگیرند و روش مناسب تصفیه آب بکار گرفته میشود، نگهداری آنها به حداقل رسیده و فقط نشتی احتمالی است که باید برطرف شود. چنانچه آبی که از گرمکن میگذرد در مدار باز استفاده میشود، شستشوی فصلی لوله‌ها پیشنهاد میشود.

کنترل دمای خروجی آب در این نوع گرمکنها معمولا" از طریق کنترل مقدار جریان بخار ورودی صورت میگیرد. در برخی موارد با سیستم کنارگذر (Bypass) مقدار آبی که از گرمکن میگذرد تغییر میکند و کنترل میشود.

نوع دیگر آبگرمکن بخاری به ترتیبی است که بخار کم‌فشار مستقیما" به جریان آب زده میشود. نگهداری این نوع گرمکن جزیی است ، باستثنای شیرهای کنترل مقدار بخار که باید بدقت سرویس و نگهداری شوند. زمانیکه آب در گرمکن جریان ندارد ، شیربخار باید بسته شود تا از تشکیل مدار باز در خط بخار جلوگیری شود.

گرمکنهای برقی نیز برای گرم کردن هوا یا آب ساخته میشوند. در هر دو صورت قبل از برقراری جریان برق جریان سیال در گرمکن باید برقرار شده باشد. در مورد گرمکن هوا معمولا" بادبزن و جریان برق گرمکن به هم مشروط میشوند تا در زمان خاموشی بادبزن جریان برق نتواند برقرار شود.

نگهداری شامل تمیز کردن کنتاکتها و اجزای رله ، المانهای گرمکن و تعویض المان سوخته میشود.

ظرفیت گرمکن بستگی به ولتاژ دارد . وقتی دما به حد بالا برسد ولتاژ بالا از طریق فیوز دستگاه را خاموش میکند. ولتاژ پایین باعث کاهش ظرفیت گرمکن میشود.

آبگرمکن‌های برقی دارای المان برقی غوطه‌ور است . بعضی اوقات پمپ گردش آب با المان گرمکن بطور الکتریکی به هم مشروط میشوند، در سایر موارد ممکن است بوسیله شناور، برق ورودی دستگاه کنترل شود. نگهداری از آن نیز مشابه گرمکن هوا است .

کنترل همه گرمکن‌ها بمنظور بازرسی و تنظیم باید بطور فصلی انجام شود.

هیت پمپها (Heat Pumps)

هیت پمپ یک سیستم واگرد (Reversible) گرمایی و سرمایی است . بوسیله یک شیر مخصوص چهارطرفه ، سیکل کار برگشت داده میشود بطوریکه کندانسور کار تبخیرکننده را انجام میدهد و تبخیرکننده کار کندانسور را .

بنابراین روش نگهداری گفته شده برای کمپرسور، کندانسور و کویلها نیز در مورد هیت پمپ نیز کاربرد دارد. بازرسی و نگهداری منظم و برنامه‌ریزی شده ، کار مفید هیت پمپ را تضمین میکند. توصیه های زیر مفید است :

۱- مهمترین عمل در نگهداری سرکشی منظم به کویلی است که در هوای آزاد قرار دارد، چون گرما از هوای سرد عبورکننده از روی کویل گرفته میشود، بنابراین مقدار زیادی برفک روی کویل شکل میگیرد. این برفک با واگرد کردن سیکل و عبور دادن مبرد داغ از کویل منظما" پاك میشود.

باید مراقب بود که عمل برفک زدایی خوب و سریع انجام شود. کندی عمل برفک زدایی ممکن است بعلت ایراد موجود در رله زمانی ، ترموستات یخ آبکن ، شیر واگرد، رله یخ آبکن و یا اثر باد باشد.

۲- شیر یکطرفه‌ای که در هیت پمپ استفاده میشود برای این است که به مبرد اجازه ورود به شیر انبساط بدهد و در سیکل برگشتی آن را از خط کنارگذر(Bypass) شیرانبساط عبور دهد. کمترین نشتی در شیر باعث افت دما درآن میگردد. اگر شیر درحالت باز بماند، مبرد وارد کمپرسور شده فشار معکوس (Back Pressure) خیلی بالا میرود. اگر شیر در حالت بسته باقی بماند ، مبرد را در کویل کندانسور نگه میدارد که این خود باعث بالا رفتن فشار خروجی و پایین آمدن فشار مکش میشود. قبل از عوض کردن شیر یکطرفه هیت پمپ را تخلیه کنید.

۳- شیر واگرد یک شیر مغناطیسی چهارراهه است که وقتی تحریک میشود جهت جریان گاز کویل داخلی و کویل بیرونی را معکوس میکند. این شیر در موقعیت "گرم" تحریک و در موقعیت "سرد" برق آن قطع میشود. اگر شیر باز بماند و یا کویل آن بسوزد، شیر در موقعیت "سرد" قرار میگیرد . شیری که خراب است باید عوض شود ، سعی نکنید آنرا تعمیر کنید.

۴- فیلتر هوا را حداقل چهاربار در سال عوض کنید تا دستگاه با راندمان بالا و گردش مناسب هوا کار کند. فیلترها را هر دو ماه یکبار چک کنید. اگر فیلترها کمی کثیف باشند میتوان آنها را با تکان دادن یا مکش (دستگاه خلاء ساز) تمیز نمود. فیلتر را دوباره در جای خود بگذارید بطوریکه سطح کثیفتر آن طرف هوای برگشتی باشد.

این فیلترها در مسیر هوای برگشت قرار دارند.

۵- سطوح کویلهای داخلی و بیرونی را بازرسی کنید. اگر کثیف هستند ، می‌توانید آنها را با برس و کثافت بین فینها را با استفاده از جاروبرقی مناسب تمیز نمایید. کویل هوای خارج را می‌توانید با آب شستشو دهید و با هوای فشرده یا برس خشک نمائید.

۶- لوله‌کشی مبرد را بازرسی کنید که نشتی نداشته باشد. نگاه کنید که لوله‌کشی با چیزی در تماس نبوده و لرزش نداشته باشد زیرا روی سطوح لوله خراش ایجاد میشود.

۷- خط تخلیه کندانسیت کویل داخلی را تمیز کنید.

۸- کلیه سیم‌کشیها را بازرسی کنید که پیچ خوردگی نداشته باشند، اتصالها محکم و در محل اتصالها خوردگی نباشد.

۹- تسمه بادبزن داخلی را چک و تنظیم کنید.

۱۰- ترتیب قرار گرفتن دستگاههای داخلی و خارجی روی تکیه‌گاهها را بازرسی کنید.

۱۱- ترموستات یخ آبکن را چک کنید که بخوبی به لوله متصل باشد.

۱۲- گرمکن روغن (Crankcase Heater) را در محل کنتاکتها و در حال کار بازرسی کنید.

رطوبت زن و رطوبت گیرها(Humidifiers & Dehumidifiers)

این وسایل مقدار رطوبت موجود در هوا را کنترل میکنند. این دستگاهها از نظر ظاهری شبیه هم هستند ولی از نظر چگالی پاشیدن آب ، سرعت هوا و سایر جزئیات با هم فرق دارند.

انواع زیادی رطوبت زن برای افزایش رطوبت (و خنک کنندگی تبخیری) وجود دارند :

۱- پاشیدن مرکزی

۲- لوله‌های پاشنده در کانال خروجی هوا

۳- وسائلی که در اتاق قرار میگیرند و آب را به ذرات ریز درمی‌آورند

۴- پاشنده بخار

۵- تشتک آب با کویل برقی یا بخاری

۶- هر نوع دیگری از پاشنده‌ها (یا اسپری با کویل رطوبت گیر)
چهار نوع کلی رطوبت گیر موجود است :
۱- اسپری
۲- کویل
۳- کویل و اسپری
۴- شیمیایی
رطوبت گیری از طریق پایین آوردن دمای هوا تا زیر نقطه شبنم و یا جذب سطحی شیمیایی رطوبت هوا امکانپذیر است . برای رطوبت گیری موثر سطح بزرگ خیس شده‌ای باید در معرض هوا قرار گیرد.
برای کم کردن هزینه تعمیرات و افزایش راندمان کار این دستگاهها از دستورات نگهداری زیر پیروی کنید:
تمیزکردن - گردو خاك و سایر الیاف را بطور ادواری از دمپرهای هوا ، اجزای بادبزن، اتاقک پاشیدن، پستانکهای آب پاش (Spray) کنترلها، صافیها و جداکننده‌ها پاك کنید . پره‌های جداکننده را با آب یا بخارپرفشار تمیز کنید . از برس سیمی برای برداشتن ذرات خارجی باقیمانده کمک بگیرید . تمام قطعات را بازرسی کنید که خوردگی نداشته باشند و در صورت لزوم تمیز کنید. سطح کویلهای دوباره گرمکن و کانالهای هوای رفت را تمیز کنید.
روغنکاری - طبق دستورالعمل سازنده یاتاقانهای بادبزن و موتور آن را روغنکاری کنید.
نگهداری کلی - موتور بادبزن را بطور ادواری (و با استفاده از دستورالعمل کارخانهء سازنده) پایین آورده و یاتاقانها را بازدید کنید. فاصله پره‌های بادبزن را تنظیم کنید. تمام قطعات دستگاه را بازرسی کنید که اتصالات محکم باشد .
دستگاه را چک کنید که بعلت فاصله زیاد بین پره‌های جداکننده عمل " حمل آب " با خود را انجام ندهد. در اینصورت با منظم کردن فاصله پره‌های جداکننده(Eliminators)، تغییر وضعیت دمپرها و تغییر سرعت هوا، آن را تنظیم کنید.

پمپها (Pumps)

تقریبا" اکثر پمپهایی که در صنعت تهویه مطبوع برای گردش آب اسپری و کویل سرمایی ، برج خنک کن، برگشت کندانسیت به دیگ و غیره استفاده میشود از نوع گریز از مرکز (Centrifugal) هستند. این پمپها در ظرفیت بسیار کوچک یک تا چند هزار گالن در دقیقه ساخته میشوند. همچنین طراحی آنها برای فشار ۲ تا ۳ فوت تا چندصد فوت است. یک پمپ با پروانه یک طبقه تقریبا" به تنهایی می‌تواند نیاز هر سیستم تهویه مطبوع را جوابگو باشد.
بهترین شرایط کار این پمپها زمانی است که فشار در مکش آنها وجود داشته باشد . این بدان معنی است که سطح آبی که پمپ میکشد بالاتر از خط مرکزی پروانه باشد . در بعضی از کاربردهای تهویه مطبوع ، ناچار باید از پمپهای گریز از مرکز در شرایط ارتفاع مکش (Suction Lift) استفاده شود. در این مورد سطح آبی که پمپ آنرا میکشد پایینتر از تراز خط مرکزی پروانه قرار دارد.
ظرفیت پمپهای بزرگ در تهویه مطبوع به گالن در دقیقه (GPM) داده میشود ظرفیت پمپهای کوچک به گالن در ساعت (gph) داده میشود.
اگر لوله‌کشی سیستم طوری باشد که به هوای آزاد راه نداشته باشد به آن "سیستم بسته" گفته میشود. ارتفاع استاتیک در این سیستم معنی ندارد. ولی اگر یک نقطه باز در سیستم باشد ، به اختلاف ارتفاع جایی که آب به هوای آزاد میرسد و جائیکه دوباره وارد لوله‌کشی میشود" ارتفاع استاتیک یا فشار استاتیک " گفته میشود. این ارتفاع باید بوسیله پمپ جبران شود. بعلاوه ، برای جریان یافتن آب در لوله به‌انرژی نیاز است. به مقاومت جریان که به فوت اندازه‌گیری میشود "فشار اصطکاك" گفته میشود . ارتفاع کل که پمپ باید

جوابگو باشد جمع ارتفاع استاتیک ، یا مکش استاتیک و فشار لازم برای مقابله بااصطکاك است . بنابراین، ظرفیت پمپها به گالن در دقیقه و ارتفاع کل پمپاژ داده میشود.

پمپهای گریز از مرکز بزرگ برای کوپلینگ تسمه‌ای یا مستقیم و کار با هر نوع موتور استاندارد طراحی شده‌اند. بیشتر پمپهای کوچک و برخی پمپهای بزرگ طوری ساخته شده‌اند که پروانه درانتهای محور موتور سواراست. به این نوع سرهم کردن "پمپ موتور سرخود" گفته میشود.

اگر قرار باشد پمپ با ارتفاع مکش کارکند باید آنرا پر کرد. وقتی پمپ پر شده باشد و یا ظرفیت جریان طراحی شده را بدهد، به کار خود ادامه داده و آب را که از پایینتر از خط مرکزی پروانه خود است بالا خواهد کشید.

نگهداری - یاتاقانهای پمپ باید روغنکاری شوند.

اگر محوری که پروانه روی آن سوار شده از پوسته میگذرد، یک نوع آب بندی بین محور گردان و پوسته نیاز است . این عمل وسیله واشر (Packing) که در کاسه نمد قرار میگیرد انجام میشود و همین جا است که پمپها به بیشترین نگهداری و مراقبت نیاز دارند. بطور معمول اجازه داده میشود که چند قطره آب در دقیقه از کاسه نمد بعنوان روان کننده و خنک کننده خارج شود. بنابراین محکم کردن واشرها حائز اهمیت است که نه اینقدر شل باشد که باعث ریزش زیاد آب و وارد شدن هوا به پمپ گردد و نه اینقدر سفت باشد که محور را داغ کند.

شیر مکش ورودی یا خروجی پمپ را میتوان بدون نگرانی از آسیب دیدن بست . ولی اگر بگذاریم پمپ برای مدت زیادی بدون جریان دادن آب کار کند، زیاد از حد گرم میشود. این مشخصه پمپ گریز از مرکز اجازه میدهد که بتوان جریان آب را بدون خسارت زدن به پمپ بالانس نمود.

پیچ و مهره‌های درپوش کلاهک آببندی (Gland) باید بطور یکنواخت سفت شوند . این کار با کمی سفت کردن نوبتی پیچها و همزمان موازی نگهداشتن درپوش و محور میسر است .

اکثر پمپهایی که در تهویه مطبوع استفاده میشوند به کوپلینگ مستقیم قابل انعطاف مجهزند. خیلی مهم است که هم‌محور بودن پمپ و موتور بطور منظم کنترل شود. هم‌محور نبودن باعث فرسودگی کاسه‌نمدها و یاتاقانها، زیاد گرم شدن پمپ و موتور، و سروصدای زیاد خواهد شد. هر وقت لوله‌های متصل به پمپ باز میشود کوپلینگ پمپ و موتور تمایل دارد از میزان خارج شود همچنین کابل‌کشی قطور به موتور میتواند باعث از بین رفتن هم‌محوری شود. در نصب اولیه و یا هر زمان که اتصالات باز شوند عمل میزان نمودن و هم‌محور کردن موتور پمپ باید دوباره انجام شود. حداقل هر ۶ ماه یکبار باید میزان بودن آن چک شود.

عیب یابی و نحوه رفع آن - در جدول زیر علتهای احتمالی و نحوه رفع هر یک آمده است :

عیب یابی و نحوه رفع آن

علائم	علت	نحوه رفع عیب
مقدارجریان آب کافی نیست	باآب پرکردن مورد نیاز است . پوسته و لوله ورودی بخوبی پر نشده‌اند.	پمپ را چندبار خاموش و روشن کنید. درحالیکه پمپ کارمیکند هواگیری کنید. گرفتگی صافی را چک کنیدو مطمئن شوید سطح آب مکش کافی است .
فشار کافی نیست	وجود هوا درآب -اشکال مکانیکی مانند فرسودگی رینگهای پروانه، گرفتگی، یا آببندی روی پوسته ایراد دارد. جهت چرخش اشتباه است. لوله مکش نشتی دارد. کاسه‌نمد پوسیده‌است. ارتفاع مکش زیاداست .	جهت چرخش را چک کنید، لوله مکش را هواگیری کنید، واشرکاسه‌نمد را تعویض کنید، قسمت آببندی رابازکنیدوگرفتگی آنرا رفع‌کنید. نشتی لوله‌مکش رابرطرف کنید.
واشر آسیب زیاد دیده	نامیزان بودن - محورخراشیده شده - آببندی درست انجام نشده - تنظیم نادرست	دوباره‌میزان کنید، محور را بتراشید، آببندی را طبق دستور سازنده انجام دهید، درپوش واشر آببندی را بطوریکنواخت سفت کنیدو اجازه دهید چند قطره آب در دقیقه برای روان کردن آن ریزش کند.

واحد پشت بامی (Roof Units)

واحدهای پشت بامی دستگاههایی هستند که خنک کنندگی الکتریکی و سیستم گرمایی گازی دارند و اساسا" برای نصب روی بام ساخته شده‌اند : اگر در تاسیسات شما وجود دارد برای تمیزکاری و نگهداری طبق دستورالعمل کارخانه سازنده رفتار کنید. روش نگهداری بشرح زیر است :

بازرسی - قسمت خنک کنندگی و گرمایی باید بطور ادواری بازدید شوند، دوره بازدید بستگی به منطقه نصب و شرایط کار دارد. ترموستات هم باید بطور دوره‌ای بازدید شود.

کندانسور ، تبخیرکننده و فیلترها باید در آغاز فصل گرم و نیز متناوبا" در طی فصل بازدید شوند. کویلها و فیلترها باید چک شوند و ذرات خارجی در مسیر جریان هوا نباشد. بادبزن تبخیرکننده و کندانسور را چک کنید که میزان باشد و پره‌ها از زاویه آزاد خارج نشده و با دهانه‌ها فاصله درست داشته باشند. اگر از محرك تسمه‌ای استفاده میشود چک کنید که تسمه‌ها فرسوده و پولیها از میزان خارج نشده باشند . کابل کشی موتور و سیم‌کشی سیستم کنترل باید چک شود که اتصالات محکم بوده و عایق آنهاخورده نشده باشد (و درصورت امکان ، کنتاکتها را هم بازرسی کنید).

آزمایش برق و ولتاژ موتور انجام شود . تکیه‌گاه موتور را بازدید کنید که محکم باشد و لرزه‌گیر آن پوسیده نشده باشد. خوردگی یاتاقانهای موتور و بادبزن نیز با گوش دادن به صدای بادبزن و آزمایش آمپر و یا گرداندن چرخ بادبزن بطور دستی در زمان خاموشی موتور نمایان میشود. کانال کشی را بازدید کنید که نشتی نداشته باشد . خط تخلیه کندانسیت را بازدید کنید که گرفتگی نداشته باشد.

شیشه آبنمای دستگاه و نشاندهنده رطوبت را نگاه کنید. در صورت امکان مقدار رطوبت ورودی و خروجی دستگاه را اندازه‌گیری نموده و با آمار داده شده سازنده مقایسه نمایید.

بازرسی قبل و در دوره فصل گرما نیز لازم است . علاوه برآنچه‌که در بالا درباره موارد سیستم سرمایی گفته شد قطعات سیستم گرمایی را نیز بازدید کنید.

محفظه احتراق (و دمنده هوا ،اگر استفاده میشود)، اوریفیسها، گیرانه ، سوخت پاش اصلی، مبدل گرمایی، و خروجی دود را بازدید کنید که خاك یا دوده روی آنها را نگرفته باشد و اگر لازم است آنها را تنظیم کنید، از کار گیرانه خودکار ، شیر گاز، رگولاتور فشار و سایر کنترلهای سیستم گرمایی (مانند سوئیچ فشارهوا، شیر قطع صددرصد کنترل بادبزن و غیره) بازدید کنید. کنترل خودکار مبدل گرمایی دودکش و مشروط بودن آن به سوخت پاش را چک کنید. شعله‌ها را نگاه کنید که هوای کافی به آنها برسد.

تمیزکردن - اجزای دستگاه را در آغاز فصل گرما و سرما و نیز در زمان کار برحسب لزوم تمیز کنید. کویل تبخیرکننده و کندانسور باید در آغاز فصل بطور ادواری در زمان کار بازدید شوند، فاصله‌های بازدید ادواری به نوع سیستم و محل نصب آن بستگی دارد. کویل تبخیرکننده باید در آغاز فصل گرما نیز تمیز شود. گرد و خاك را میتوان از روی توری ورودی هوا، سطح کویل ، چرخ بادبزن و پوسته آن بوسیله برس یا جاروبرقی تمیزکرد. از هوای فشرده و گاز مبرد نیز میتوانید برای تمیز کردن استفاده کنید . موتور کندانسور داخلی نیز باید پاك شود و بازشوهای هوا با هوای فشرده باز نگه داشته شوند.

فیلترهای با سرعت بالا و قابل تمیز کردن باید در آغاز فصل خارج شده و تمیز شوند و حداقل یکبار در فصل کار نیز تمیز شوند. بازدید ادواری ممکن است نشان دهد که عمل تمیزکردن لازم است زود به زود انجام شود. گرد و خاك فیلترها را با بخار یا آب پرفشار پاك کنید. اگر گرد و خاك خیلی زیاد چسبیده باشد آنرا در وان محلول پاك کننده کم غلظت و آب بشوئید. (به دستورالعمل سازنده فیلتر مراجعه کنید). بعد از خشک کردن فیلتر آن را به مواد چسبنده و آب توصیه شده توسط سازنده آغشته کنید، مواد چسبنده اضافی را پاك کرده و فیلترها را سرجای خود بگذارید. فیلترهای نوع یکبار مصرف بیش از یکبار نباید تمیز شوند. آنان را وسیله تکان دادن ملایم یا مکش تمیز کنید. آنان را طوری سرجای خود دوباره قرار دهید که سطح کثیف رو به هوای ورودی باشد.

خط تخلیه کندانسیت و سینی قطره‌گیر را در آغاز هر فصل و اگر لازم است بیش از آن تمیز کنید. برای کار در زمستان مواظب باشید آب سینی کاملا" تخلیه بشود که یخ نزند. آن را کاملا" خشک کنید یا با محلول ضدیخ حفاظت نمائید.

محفظه احتراق ، گیرانه ، سوخت پاش اصلی و دودکش آنرا تمیزکنید. برای برنامه‌ریزی تمیزکاری اجزای سیستم گرمایی به دستورات کارخانه سازنده مراجعه کنید.

روغنکاری - یاتاقانهای بادبزن و موتور را طبق دستور سازنده بطور مرتب روغنکاری کنید.

کولرهای گازی (Room Air Conditioners)

کولر گازی - دستگاههای تک واحدی (Unitary) هستند که مخصوص یک اتاق یا یک فضای کوچک ساخته شده‌اند. کولر گازی در بین دستگاههای تهویه مطبوع از دو نظر منحصر به فرد است. اول اینکه جزء وسائل الکتریکی رده‌بندی میشود و دوم اینکه تولید کنندگان بسیاری دارد.

انواع - متداولترین نوع این دستگاهها با کندانسور هوایی ساخته میشود. چون باید مجرای غیرمسدود هوای آزاد داشته باشد معمولا" در کف پنجره نصب میشود . بعضی از سازندگان نوع ایستاده آنرا هم تولید می‌کنند.

کاربرد - در انتخاب این دستگاهها ضرایب بار سرمایی در تابستان باید مدنظر قرار گیرد. اگر در اتاق خیلی بزرگی قرار گیرد که بارگرمایی آن خیلی بیش از ظرفیت سرمایی دستگاه باشد. انتخاب این دستگاه انتخاب مناسبی نیست .

این دستگاهها طوری طراحی میشوند که شرایط یکسان را با بالانس کردن هوا و تبرید فراهم سازند. از آنها نباید انتظار داشت که دمای هوای اتاق را حتی در شرایطی که هوای بیرون خوب است به کمتر از دمای شرایط آسایش برسانند و چون طراحی این کولرها برای کار در شرایط و نقاط بسیار متفاوتی صورت میگیرد براساس

خواسته‌های کلی صورت میگیرد، باید فرض شود که دستگاه در حداکثر دمای محیط کار میکند.
تعیین ولتاژ دستگاه الزامی است . تقریبا" بدون استثناء سیم کشی موجود ساختمانها برای تغذیه بیش از یکی دو عدد کولر گازی کافی نیست .
روزنه‌های اطراف دستگاه محل نصب اثر بسیار نامطلوبی در بهره‌دهی دستگاه دارد. بنابراین در زمان نصب باید کوشش شود درزها و فضای بین دستگاه و دیوار کاملا" هوابند شود و ظاهر خوبی هم داشته باشد.
نگهداری - جریان هوا در دستگاه نباید مسدود شود. در دوره کار ، کویلها و فیلترها باید تمیز باشند. شارژ گاز مبرد به دستگاه ، حائز اهمیت است . بازدید فصلی باید شامل آزمایش نشتی نیز باشد. سینی قطره‌گیر ، کویلها و پره‌های بادبزن باید بطور فصلی تمیز شود ، موتور بادبزن باید آزادانه بچرخد. اتصالات برقی و کابل انتقال قدرت باید بطور دقیق بازدید شوند.
اگر دستگاه دارای المان برقی است ، ولتاژ کار باید طبق توصیه‌های سازنده باشد .
دستورات تفصیلی - به دفترچه راهنمای کارخانه سازنده رجوع کنید.

واحدهای یکپارچه (Self - Contained Units)

دستگاههای یکپارچه یا پکیج یونیت در رده‌بندی دستگاههای تک واحدی قرار میگیرند. بعضی از آنها فقط برای خنک کنندگی در تابستان و بعضی برای خنک کنندگی در تابستان و گرمایش در زمستان ساخته میشوند. نوع دوم در منازل مسکونی مورد استفاده فراوان دارد. البته هر کدام از آنها میتواند در دفتر کار، فروشگاه ، انبارهای مخصوص و سایر ساختمانها استفاده شود.
این دستگاهها با کندانسور هوایی یا آبی ساخته میشوند. دستگاه یکپارچه با کندانسور هوایی تا ظرفیت ۶۰ تن سرمایی و با کندانسورهای آبی امروزه تا ۱۲۰ تن ساخته میشوند. آب خنک کننده کندانسورها میتواند از برج خنک کن یا آب شهر تامین شود.
کاربرد - دستگاههای پکیج در اندازه‌های ۲۵ و ۳۰ تن بسیار زیبا و بادوام ساخته میشوند و کاربرد بسیاری دارند. دستگاههای بزرگتر معمولا" در صنایع که صرفه‌جویی در فضا مدنظر است بکار میرود. مزایای واحدهای یکپارچه شامل هزینه اولیه پایین ، نصب آسان و سیستم کنترل ساده میباشد.
انتخاب این دستگاه باید طبق آنچه در این کتاب گفته شده به منظور پاسخگویی به بارهای سرمایی و گرمایی باشد. این دستگاه با کویل سرمایی انبساط مستقیم (Direct expansion cooling) ساخته شده و در آن بین شرایط هوارسانی و دستگاه تبرید ، برای شرایط آسایش بالانس برقرار شده است . برای صرفه‌جویی در هزینه اولیه و بهره‌برداری لازم است دستگاه طوری انتخاب شود که اکثر اوقات با بار کامل کار کند.
نصب - بعلت اینکه دستگاههای یکپارچه ممکن است در داخل ساختمان قرار گیرد، معمولا" دستگاه با ظاهر زیبا وتمیز ساخته میشود. به همین دلیل سعی میشود میزان سروصدای آن کم باشد، عامل سروصدا باید در تعیین محل نصب و طرز سوارکردن دستگاه مدنظر قرار گیرد.
برای کارکرد مطمئن دستگاه، ولتاژ نامی آن باید فراهم شود. سیستم تغذیه قدرت الکتریکی ، اندازه سیم‌کشیها و سایر متعلقات باید با دقت فراوان مورد توجه قرار گیرند.
نگهداری - جریان هوا بطور کامل باید برقرار باشد. فیلترها باید بطور مرتب تمیز شوند . سینی قطره‌گیر، کویلها و سایر قسمتهای دستگاه باید فصلی پاك و تمیز شوند.
مدار مبرد باید گازبند باشد و شارژ آن در حد پیشنهاد شده باقی بماند. نباید گرد و خاك روی ابزار کنترل جمع شود، سوخت پاش در سیستمهای گرمایی باید تنظیم و آماده بکار باشد.

حفاظت در برابر یخ زدگی (Freeze Protection)

آسیب دراثر یخ زدگی - واضح است که یخ زدگی داخل کویلها، لوله‌ها و سایر دستگاهها موجب

خسارت میشود.

یخ زدگی ممکن است در شرایط زمستانی و کار در هوای آزاد و یا در مدار مبرد در طرف دمای پایین در زمان کار پدید آید.

ممانعت از یخ زدگی - سه روش متداول برای جلوگیری از یخ زدگی در هوای زمستان انجام میشود:

۱- تخلیه آب دستگاههایی که در معرض خطر هستند.

۲- پایین آوردن درجه یخ زدگی با افزودن محلول ضدیخ به آب .

۳- گرم کردن هوای محیط تا دمای بالای یخ زدگی .

استفاده از این روشها آنقدر متداول است که نیاز به توضیح ندارد. بنابراین در اینجا به آن اجزای دستگاههای تهویه مطبوع اشاره میشود که به حفاظت در برابر یخ زدگی نیاز دارند.

در طراحی و ساخت دستگاههای تبرید معمولا" نکات زیر رعایت میشود:

پیش از راه‌اندازی چیلر گردش آب در آن باید برقرار باشد، ابزار کنترل دمای کار را بالاتر از نقطه یخ زدگی نگه میدارند. کنترلهای حساس به دما، کار تبرید را در صورتیکه سایر حفاظتها عمل نکنند، قطع میکند. هر یک از ابزار کنترل بعنوان آخرین دفاع باید شمرده شود. ***و دستگاههایی که توسط کنترل محافظ خاموش شده‌اند نباید با اصرار روشن شده و دوباره در مدار قرار گیرند.*** باید علت عملکرد کنترل محافظ ، قطع در دمای پایین، قبل از راه‌اندازی مجدد ، مشخص و برطرف گردد.

نکاتی که به مراقبت نیاز دارند: برای حفاظت در برابر یخ زدگی ، در موارد زیر دقت مخصوص به کار برید:

۱- کویل آبی ، در هر نقطه از تاسیسات که با هوای پایینتر از ۳۲ درجه فارنهایت سر وکار دارد.

۲- کویل گرمایی که در معرض هوای بیرون است .

۳- خطوط لوله تغذیه آب و تخلیه کندانسورهای تبخیری و هر دستگاه دیگری که در هوای آزاد قراردارد.

۴- تشتک کندانسورهای تبخیری ، برج خنک کن و سایر دستگاههایی که در بیرون از ساختمان قرار دارند.

۵- کندانسور مبرد، مخازن انبساط و سایر تجهیزاتی که در فضای سرد ساختمان مانند روی بام، حیاط خلوت و غیره قرار دارند.

۶- تمام خطوط آب که در فضای گرم نشده و یا بیرون از ساختمان قرار دارند.

۷- پمپ سرچاه و خطوط لوله آب که در خارج از فضای گرم شده ساختمان قرار دارند.

۸- خطوط لوله هوای ورودی به کمپرسورهای هوا و موتورهای سیستم کنترل نیوماتیک .

۹- کولرهای مبرد از هر نوع وقتی آب یا آب نمک را خنک میکنند.

حفاظت کویلهای آبی - کویلهای پیش گرمکن نمیتوانند تضمین مطمئنی در برابر یخ زدگی باشند زیرا آنها نیاز به بخار مداوم دارند و در هیچ تاسیساتی تغذیه دائم بخار تضمین نمیشود. کم شدن فشار بخار (مثلا" به هنگام تمیز کردن دیگ) حتی ۲ یا ۳ دقیقه میتواند باعث یخ زدگی و خسارات جبران ناپذیر شود.

برگشت هوای کافی ، مخلوط کردن آن با هوای تازه تا دمای بالاتر از یخ زدگی یکی دیگر از راههای مقابله است ولی این طرح همیشه قابل اجراء نیست .

پرسنل بهره‌بردار باید امکان یخ زدگی در مدارهای آب را جستجو و شناسایی کنند . برای دیدن جزئیات به قسمت "کویلها" مراجعه شود.

کویلهای پیش گرمکن - تکنولوژی ساخت کویل در سالهای اخیر پیشرفت کرده‌است و اجازه میدهد کویل مناسب برای کار در هوای خارج انتخاب و نصب شود. این کویلهای یخ نزن میتوانند با سیستم کنترل تدریجی تغذیه بخار در دمای سرد خارج ، مقدار بخار را در حدود منطقی تنظیم کنند. بهیچوجه نباید مقدار بخار کمتر از حد معین بوده و تخلیه کندانسیت باید کافی و موثر باشد. این کویلها باید دارای لوله‌کشی مناسب

بخار و کندانسیت باشند. واضح است که خطوط کندانسیت نباید در هوای آزاد قرار گیرند.

خطوط تغذیه آب خارج از ساختمان - تمام خطوط آبرسانی که در هوای بیرون قرار دارد باید تخلیه شود. خطوط لوله آب داخل کانال هم باید تخلیه شود.

تشتک کندانسور تبخیری - تشتک کندانسورهای تبخیری و برج خنک کن و دستگاههای دیگری که در خارج از ساختمان و یا در فضای گرم نشده قرار میگیرند باید در زمستان تخلیه بشود و در این فصل تمیزکاری و رنگ‌آمیزی و کارهای آماده سازی دیگر انجام گیرد.

کندانسورهای تبرید، تانک انبساط و غیره - هر مخزنی که در آن آب وجود دارد و در فضای گرم نشده قرار میگیرد باید در برابر یخ زدگی حفاظت شود. طراحی ممکن است ایجاب کند که مخزن انبساط در اتاقک روی بام قرار گیرد و قسمتهایی از لوله‌کشی، مخازن، کندانسورها و غیره در نقاطی نصب شوند که گرم نمیشود در زمان اجرای ساختمان ممکن است این مخازن در نقاطی قرار داشته باشند که احتمال یخ زدگی وجود داشته باشد. بهرصورت پرسنل بهره‌بردار باید توجه خاص برای حفاظت در اینگونه موارد داشته باشند.

پمپ چاه و خطوط آب - پمپ چاه و خطوط آبرسانی که در تراز بالاتر از زمین نصب میشوند باید برای کار در زمستان آماده شوند. چنانچه از پمپ در فصل زمستان استفاده نمیشود، آنرا تخلیه و برای فصل آینده آماده نمائید.

خطوط هوای فشرده و موتور بادی - رطوبتی که با هوا وارد سیستم کنترل نیوماتیک میشود بتدریج کندانس شده و به محلی که دارای کمترین فشار بخار است میرود. رطوبت تمایل دارد که روی لوله ، دمپر ، شیر و هر محفظه‌ایکه در هوای بیرون است جمع شود. اگر تجمع رطوبت ادامه یابد هنگام یخ زدگی باعث ترکیدگی آن قسمتها میشود.

از این عمل میتوان با تخلیه ادواری لوله‌کشی هوای فشرده جلوگیری کرد. (به کمپرسور رجوع کنید).

اواپوراتورهای مبرد - ۵ دقیقه بی‌دقتی کافی است که یک کویل مبرد را بطور کامل متلاشی سازد. ***اگر ابزار ایمنی عمل کنند و دستگاه را از کار بیندازند بهیچوجه اقدام به راه‌اندازی مجدد تبرید نکنید.***

برای اینکه تمام مبرد از کویل غوطه‌ور (flooded) خالی شود (مثلا" در فصل زمستان)، لازم است که ابزار کنترل از مـــدار خارج و کمپرسور با دمـــای گاز ورودی پایینتر از معمول روشن شود. این عملیات خطر یخ زدگی را دربردارد و باید بادقت زیاد انجام شود. چون در این لحظه ابزار حفاظت از مدار خارجند، بهره‌بردار باید دقت زیاد انجام دهد که در این حالت بار کافی به اواپوراتور داده شود تا بتواند اثر تبرید را جبران کند.

آب باید در داخل کویل اواپوراتور در جریان باشد و اگر چند کمپرسور به یک کولر متصلند فقط یکی از آنها برای تخلیه مبرد باید روشن شود. اگر بار باندازه کافی نیست که در دمای آب بالای ۳۶ درجه فارنهایت بماند، لازم است کمپرسور بصورت مقطعی روشن و خاموش شود که زمان کافی برای افزایش دمای آب باشد. بهره‌بردار باید دستورات سازنده را برای این عملیات رعایت کند مگراینکه تجربه انجام این کار را داشته باشد.

تخلیه خنک کننده‌هایی که آب نمک در آنها جریان دارد نیز مشابه است . تنها تفاوت این است که دمای یخ زدن آب نمک پایینتر است .

این دستورالعمل نکات برجسته را عنوان کرده است . اگر بهره‌بردار وظیفه‌شناس باشد میتواند روشهای موثر جلوگیری از خطر یخ زدن خود را پیدا کند.

آزمایش نشتی (Leak Testing)

تاسیساتی که از مبرد مدرن با راندمان بالا و ایمن استفاده میکند باید عاری از آب باشد. حتی نفوذ مقدار بسیار کمی آب که بصورت بخار در هوا موجود است میتواند باعث آلودگی مبرد شده و شرایط خوردگی را

بوجود آورد. در زمان نصب همه قطرات آب از سیستم مبرد خالی میشود. با یافتن نقاط نشت و برطرف کردن هفتگی آن ، مهندس نگهداری باید سیستم را در همه حال عاری از هوا و رطوبت نگهداری کند.

یافتن نقاط نشت در سیستمهایی که پایینتر از فشار آتمسفر کار میکنند و یا مبرد بدون بو دارند بسیار مشکل است . این مساله‌باعث میشود که پرسنل بهره‌بردار با برنامه‌ریزی و دقت فراوان نسبت به یافتن نقاط نشت اقدام کنند. نقاط نشتی که پیدا میشوند باید بلافاصله و در اسرع وقت تعمیر شوند.

موثرترین روشی که در دسترس مهندس نگهداری میباشد استفاده از نشت یاب "هالید" (Halide) است. استفاده از حباب صابون یا روغن نقاط نشت بزرگتر را نمایان میسازد ولی برای یافتن نشتیهای کوچک بناچار باید از مشعل "هالید" استفاده کرد.

دو نوع نشت یاب هالوژن وجود دارد: نشت یاب الکترونیکی، هوای نمونه‌برداری شده را از طریق تیوب نشت یاب میکشد و از روی قسمت حساس هالوژن عبور میدهد. وقتی نشت یاب از روی یک نقطه نشت دار عبور میکند دستگاه با علائم سمعی و بصری وجود نشت را اعلام میکند. مشعل "هالید" شامل مخزن الکل یا پروپان با مشعل مخصوص است که در آن قسمت مسی جاسازی شده است . از تیوب نمونه‌بردار برای نمونه‌برداری از هوا استفاده میشود. اگر مقدار کمی گاز هالوژن نشت کند در مجاورت نور سبز روشن یا شعله آبی وسبز ایجاد میکند.

از دو نوع گفته شده . نوع الکترونیکی آن بسیار حساس و برای استفاده در تاسیسات تهویه مطبوع ایده‌آل است. این نوع دتکتور برای نشت یابی مبردهای جذبی تنها وسیله قابل اطمینان است زیرا درآنجا نقاط نشت ریز باید ردیابی شوند.

نشت یاب هالید شامل مشعل ، شیر سوزنی ، تیوب جستجوگر و دودکش با صفحه مسی است . دو نوع مشعل وجود دارد یکی با الکل و دیگری با پروپان . شعله نشت یاب باید تنظیم شود که بالاتر از دودکش قرار گیرد. برای آزمایش نشت ، انتهای تیوب جستجوگر را در نقطه مورد نظر بگذارید و نور شعله را نگاه منید. تیوب مقداری هوا را به داخل مشعل میکشد و اگر مقدار کمی مبرد وجود داشته باشد ، عکس‌العمل انجام شده و اسید آزاد میشود که با صفحه مسی رنگ شعله را عوض میکند. نشت کوچک ته‌رنگی سبز و نشت بزرگ رنگ آبی روشن تولید میکنند.

یک مشعل نشت یاب مناسب باید جزو ابزار کار یک مهندس مجرب نگهداری باشد.

از تست هالید در مورد چیلرهایی که دارای مبرد هیدروکربنی و تحت فشار هستند میتوان استفاده کرد . دستگاه مبرد ضربه‌ای که از مبرد هیدروکربنی استفاده میکند را میتوان حتی در زمان خاموشی تست نمود. ممکن است در سیستمهای بافشار مبرد پایین نیاز به افزایش فشار باشد مثل کمپرسورهای سانتریفوژ ، مبردهای جذبی و یا کمپرسورهای ضربه‌ای که هنوز شارژ نشده‌اند. فشار آزمایش باید در بالاترین حد خود که مجازاست باشد. معمولا" ، سیستمهای ضربه‌ای تا ۱۵۰ پوند براینچ مربع میتوانند تحت فشار قرار گیرند. کمپرسورهای سانتریفوژ که برای مبرد با فشار پایین طراحی شده‌اند باید در فشار کمتر از نقطه تنظیم شیر اطمینان کندانسور آزمایش شوند. مبردهای جذبی که در فشار کمتر از آتمسفر کار میکنند باید با ۱۵ پوند براینچ مربع آزمایش شوند . در بعضی از دستگاهها سازنده خواستار اتصال موقت خط لوله تعادل (Equaliztion) بین قطعات مختلف دستگاه (مثلا" آببند پمپ) هستند.

فشار دلخواه نخست باید با تزریق مبردی مانند R-12 تا حد ۳ الی ۵ پوند تامین شود. بعد از آن با استفاده از یک گاز خنثی مانند نیتروژن برای بالا بردن فشار تا حد مورد نیاز استفاده شود. هرگز از هوا یا اکسیژن استفاده نکنید.

پرسنلی که آزمایش نشتی را انجام میدهند باید کاملا" با تجهیزات و دستورالعمل مربوطه آشنا باشند مخصوصا" زمانیکه از گازهای با فشار بالا استفاده میکنند.

اگر لازمه تعمیر نشتی خارج کردن مبرد باشد، داخل دستگاه بوسیله گاز خنثی مانند نیتروژن باید خشک

شود. این عمل با تزریق گاز نیتروژن در حدی که فشار را به فشار آتمسفر برساند شروع شده و سپس در زمان رفع عیب مقدار کمی تزریق میشود که فشارافت نکند.

سیستمهایی که برای تعمیرات اساسی یا تعمیر نقاط نشت دار بازشده باید قبل از راه‌اندازی مجدد کاملا" رطوبت گیری شوند. اینکار معمولا" با استفاده از خشک کن شیمیایی که میتواند بطور دایم یا موقت استفاده شود امکانپذیر است .

محرکهای مستقیم یا تسمه‌ای دستگاه باید بدرستی میزان باشند هرچه سرعت چرخش بیشتر باشد، میزان کردن مهمتر است. میزان کردن ماشینهای سانتریفوژ با سرعت نسبتا" بالا از همه مهمتر است وقتی ماشین راه می‌افتد بعضی از قسمتهای دستگاه گرم و بعضی سرد میشوند . بنابراین عمل میزان کردن باید در زمانی صورت گیرد که دستگاه دمای طبیعی خود را به دست آورده باشد.

روغنکاری عملی مفید برای هر دستگاه مکانیکی است . یکی از مسائل ذاتی دستگاههای تبرید رقیق شدن روغن بوسیله مبرد در زمان خاموشی آن است . روشهای گوناگون برای جلوگیری از خسارت دیدن قطعاتی که نیاز به روغنکاری دارند و ممکن است به هنگام راه‌اندازی پیش آید توسط سازندگان گفته شده است چون خسارت ممکن است در چند ثانیه اول راه‌اندازی پدید آید، بهتر است که از جذب مبرد بوسیله روغن جلوگیری بعمل آید. در بسیاری سیستمها از یک گرمکن برقی کوچک استفاده میشود تا دمای روغن را در مخزن در زمان خاموشی دستگاه بالا برود. برخی سیستمها مخصوصا" در کمپرسورهای ضربه‌ای، این موضوع را با کنترل فشار یا دمای طرف کم‌فشار سیستم و تنظیم آن حل میکنند. بطوریکه مبرد بطور دایم از کارتل خارج شود. دیگر سیستمها شامل لوازم جداسازی روغن به مبرد است . این مسئله خیلی مهم است که مهندس نگهداری خود را با سیستم روغنکاری در زمان راه‌اندازی آشنا سازد و طبق دستورات سازنده عمل نماید.

دستورات تفصیلی - دفترچه راهنمای داده شده از طرف سازنده باید در همه حال بعنوان راهنما استفاده شود.

تصفیه آب (Water Conditioning)

مسائل ناشی از آب - خسارت ناشی از آب یکی از مسائل همیشگی تهویه مطبوع است که تنوع زیادی دارد و منطقه به منطقه و حتی تاسیسات به تاسیسات در یک منطقه متفاوت است .

آب ، مخصوصا" زمانیکه در مدار بسته گردش میکند باعث رسوب میشود که خود موجب کاهش انتقال حرارت میگردد، یا خوردگی ایجاد میکند که دستگاه را خراب میکند، یا عامل تکثیر جلبک میشود که در عملکرد دستگاه موثر است، یا باعث سائیدگی (Erosion) میشود. هر یک از این موارد میتواند باعث بالا رفتن هزینه بهره‌برداری و نگهداری و یا هر دو شود و بنابراین موضوع بسیار مهمی است و نگهداری باید توجه خاص به آن داشته باشند.

تعاریف - بطور کلی واژه "Scale" یا جرم اکسیدی به رسوبی گفته میشود که در اثر کریستال شدن و یا ته‌نشینی نمک از آب ظاهر میشود.

- واژه "Corrosion" یا خوردگی به تجزیه فلز گفته میشود که در اثر الکترولیت یا اثر شیمیایی برسطح فلز پدید می‌آید.
- واژه "Erosion" یا سائیدگی به خوردگی براثر ضربه ذرات سیال اطلاق میشود، خصوصا" اگر در آن حبابهای گاز معلق و جامدات سایش‌ده وجود داشته باشد و یااینکه کاویتاسیون مقطعی بوجود آید که همه اینها باعث از بین رفتن قشر پوششی فلز شده و خوردگی آغاز میگردد.
- "Slime" یا خزه و "Algae" یا جلبک موجودات ریز میکروسکوپی هستند که تکثیر سریع میکنند و حجم زیادی از مواد گیاهی بوجود می‌آورند.

بهسازی یا تصفیه آبی که در مدارهای تهویه مطبوع استفاده میشود و به همان اندازه که تصفیه آب دیگها

مهم است اهمیت دارد. مسئله در مدارهای بسته و مدارهای باز و در سیستمهایی که یکبار برای همیشه با آب تغذیه میشوند(Once - Through) متفاوت است . بعلت استفاده از آبهای مختلف در تاسیسات تهویه مطبوع ، بیان دستور کلی در مورد تصفیه آب مقدور نیست .

عملیات اصلاحی - آبی که بعلت تبخیر در سیستمهای مدار باز از بین میرود باید با آب کمکی جبران شود. در برجهای خنک کن و کندانسورهای تبخیری ، بعنوان مثال همیشه باید تخلیه مداوم (Bleed-Off) آب وجود داشته باشدتا از غلیظ شدن آب بعلت تبخیر جلوگیری کند.

علاوه بر این دستورالعمل ساده رقیق سازی که بیان شد، مشورت و هدایت مهندس کارشناس آب میتواند چاره‌ساز باشد . مهندس نگهدار باید پرسنل خود را مجبور سازد که طبق دستورالعملهای موسسات با تجربه و معتبر در زمینه تصفیه آب رفتار کنند.

بخش هشتم ـ نگهداری دستگاههای تاسیساتی

فصل دوم:

دمنده‌های تهویه و سیستمهای تخلیه هوا

بخش هشتم - نگهداری دستگاههای تاسیساتی

فصل دوم - دمنده‌های تهویه و سیستمهای تخلیه‌هوا
(Ventilating Fans & Exhaust Systems)

اصول مقدماتی دمنده‌ها و جریان هوا

پرسنل بهره‌بردار علاوه بر وظیفه نگهداری سیستمهای تهویه موجود و دمنده‌های مربوط به آنها، اغلب مواجه با شرایط جدیدی میشوند که سیستم باید برای آن تنظیم شود، حتی در مواردی لازم است یک سیستم کاملا" متفاوت طراحی و نصب کنند. بنابراین در صورتیکه هوارسانی قسمتی از سیستم نگهداری باشد آشنایی با اصول مقدماتی عمل کرد(Performance) بادبزنها، انواع موجود و کاربرد و محدودیتهای آنها برای تیم نگهداری میتواند مفید واقع شود.

به زبان ساده ، بادبزن یا دمنده هوا وسیله‌ای است که برای جریان یافتن هوا انرژی لازم را به آن میرساند. این انرژی ، نیروی اینرسی (Inertia) (نیروی مقاوم در برابر حرکت از حالت سکون) و اصطکاك (مقاومت در مقابل جریان) را خنثی میسازد.

انرژی مکانیکی که به چرخ گردان (Rotating Wheel) بادبزن داده میشود به هوا منتقل میشود و باعث ازدیاد سرعت و فشار آن میگردد تا بر مقاومت سیستم فائق آمده و جریان هوای لازم (Flow) را تامین کند.

اصطلاحات و تعاریف (Terminology and Definitions)

برخی از اصطلاحات رایج در صنعت فن سازی و تعاریف آنها بشرح زیر است . علائم اختصاری متداول در پرانتز دیده میشود.

ظرفیت بادبزن (CFM) - حجم هوایی که در واحد زمان بوسیله بادبزن بحرکت درمی‌آید . بطور معمول واحد اندازه‌گیری آن فوت مکعب در دقیقه (CFM) است . چگالی هوا همیشه ۰/۰۷۵ پوند بر فوت مکعب در نظر گرفته میشود مگر آنکه عدد دیگری داده شود.

فشار استاتیک (SP) - فشار تولید شده بوسیله بادبزن که در همه حال قابل اندازه‌گیری است (چه هوا در حال حرکت باشد و چه در یک کانال بسته مسدود شده باشد). واحد معمول آن اینچ ستون آب (in . Wg) است. این فشار از نوع انرژی پتانسیل است که بوسیله فن ایجاد میشود و برای خنثی کردن مقاومت سیستم مورد نیاز است . واژه‌های دیگری که مترادف آن است عبارتند از : استاتیک فن، مقاومت سیستم و یا استاتیک سیستم.

فشار سینتیک(VP) - فشاری است که فقط زمانی که هوا در جریان است وجود دارد و جهت آن همواره با جهت جریان هوا یکی است . هوایی که با سرعت ۴۰۰۰ فوت در دقیقه حرکت میکند، فشاری معادل یک اینچ ستون آب به شئی ثابت که در مسیر آن قرار دارد وارد میکند. این رابطه بسیار مفیدی است و باید بخاطر سپرده شود. فشار سینتیک برای هر سرعت دیگری به آسانی قابل محاسبه است چون با مجذور سرعت تغییر میکند. در سرعت ۸۰۰۰ فوت در دقیقه، فشاری معادل ۴ اینچ ستون آب و در سرعت ۲۰۰۰ فشار برابر ۰/۲۵ خواهد بود.

فشار کل (TP) - جمع فشار استاتیک و سینتیک به اینچ ستون آب .

سرعت خروجی (OV) - برابر مقدار هوادهی به فوت مکعب در دقیقه تقسیم بر سطح دهانه خروجی هوا به فوت مربع . بنابراین واحد آن فوت در دقیقه خواهد بود.

توان حقیقی (BHP) - یا قدرت دریافتی ، قدرتی است که باید به محور بادبزن داده شود تا مقدار هوا و فشار لازم را فراهم آورد.

راندمان استاتیک (SE) - این عدد راندمان واقعی مکانیکی نیست اما چون در مدارك اکثر سازندگان فشار استاتیک بجای فشار کل‌ارائه میشود ، SE برای مقایسه بادبزنهااستفاده میشود و از رابطه زیر قابل محاسبه است :

$$SE = \frac{0/000157 \times CFM \times SP}{BHP}$$

راندمان کل (ME) یا راندمان حقیقی مکانیکی - قدرت باز داده (Output) تقسیم بر قدرت وارده (Input) است و طبق فرمول زیر قابل محاسبه است :

$$ME = \frac{0/000157 \times CFM \times TP}{BHP}$$

برای بدست آوردن فشار کل، فشار سینتیک در خروجی فن باید محاسبه و به فشار استاتیک اضافه شود. کاتالوگها معمولا" سرعت خروجی را نشان میدهند. در غیر اینصورت طبق آنچه گفته شد قابل محاسبه است. است.

کارکرد بادبزن (Fan Rating) - خصوصیات عمل کرد بادبزن در یک نقطه کار، شامل اندازه بادبزن، سرعت دورانی ، ظرفیت ، فشار و قدرت آن است . گاه کارکرد بادبزن منحصرا" با مقدار هوادهی (CFM) و فشار استاتیک (SP) بیان میگردد. کارکرد بادبزن همیشه اشاره به آن دارد که هوا در شرایط استاندارد بوده است مگر اینکه شرایط خاص آزمایش بیان گردد. هوای استاندارد هوایی است با دمای ۷۰ درجه فارنهایت، با فشار ۲۹/۹۲ اینچ ستون جیوه و چگالی ۰/۰۷۵ پوند بر فوت مکعب .

ظرفیت هوادهی آزاد(Free-Delivery Capacity) - ظرفیت هوادهی بادبزن بدون وجود مقاومت استاتیک (حالتی که در عمل کمتر پیش می‌آید) . در صنعت بادبزن سازی معمول است که بعضی اوقات ظرفیت بادبزنهای ملخی (Propeller) و محوری (axial) بصورت هوادهی آزاد بیان میگردد.

فشار استاتیک بدون دبی (Static N0-Delivery Pressure) یا فشار استاتیک در زمانیکه دبی هوا صفر است .

سرعت نوك تیغه (Tip - Speed) سرعت محیط خارجی چرخ بادبزن (fan wheel) به فوت در دقیقه طبق فرمول زیر :

$$\text{Tip speed} = \text{wheel dia} \times \text{pi} \times \text{rpm}$$

که در آن

Wheel dia = قطرچرخ به‌فوت

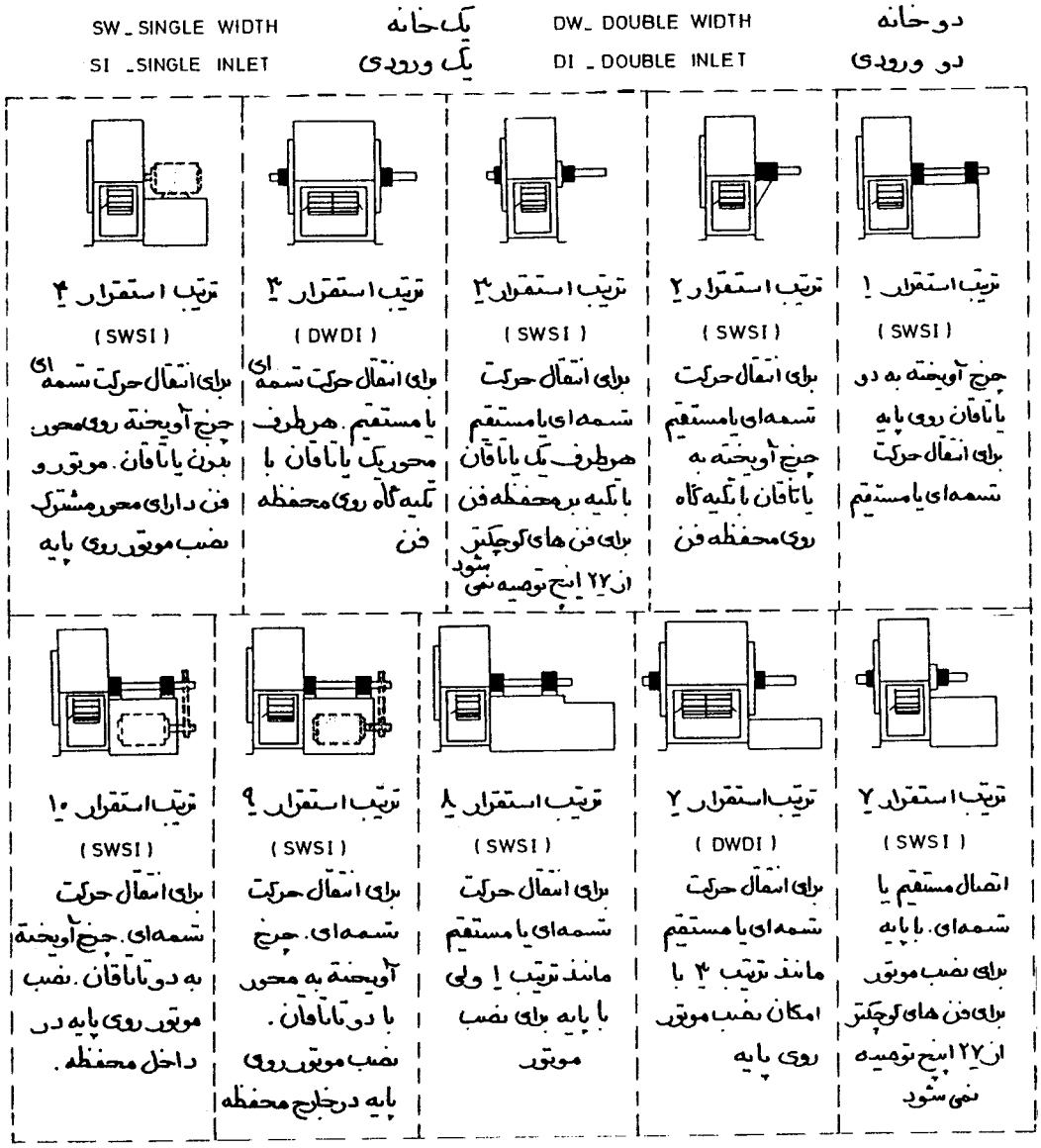
pi = 3.14

rpm = دور در دقیقه

استفاده از اطلاعات منتشر شده درباره عمل کرد(performance) بادبزن

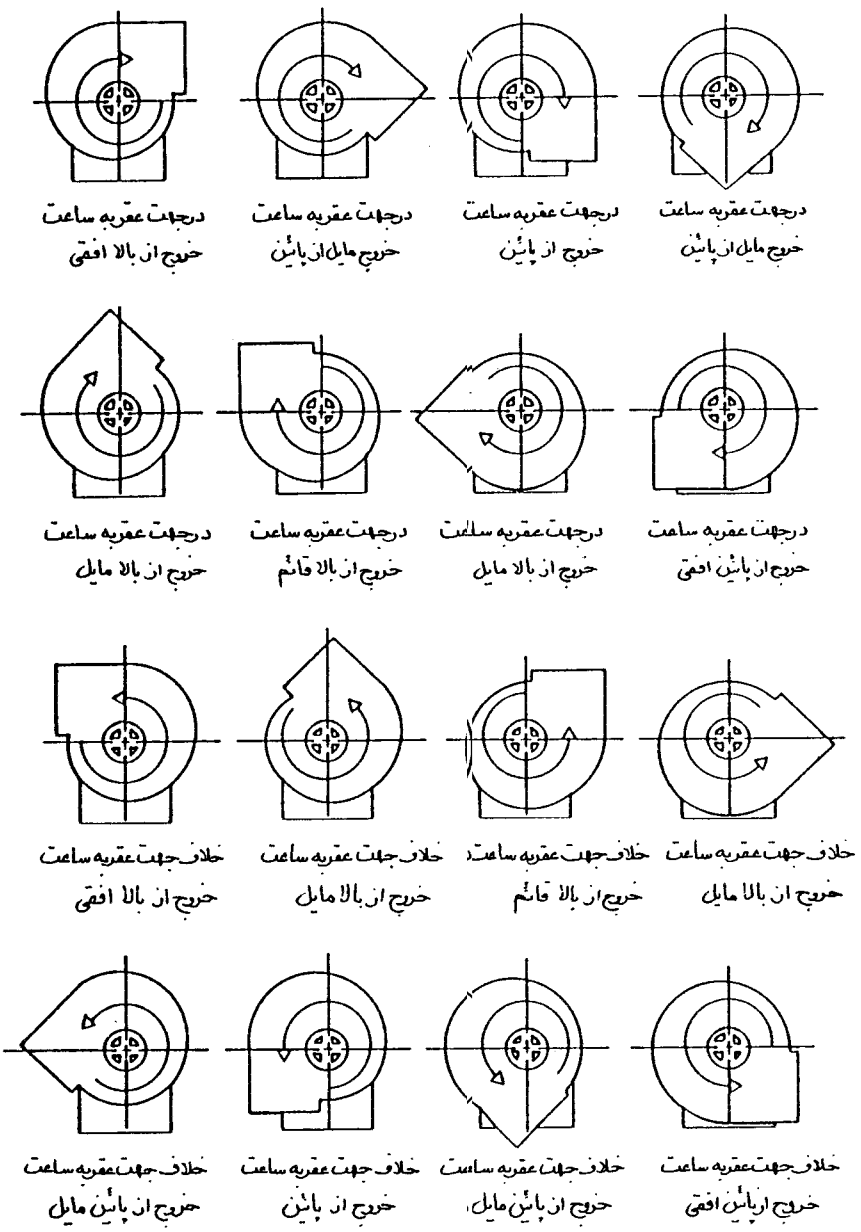
استانداردها- برای ارزیابی و مقایسه دمنده‌ها و مکنده‌های هوا (air moving devieces)، انجمن حرکت و تهویه هوا (AMCA) مقررات استاندارد آزمایش تدوین کرده است که مورد قبول دست‌اندرکاران این صنعت قرار گرفته است. (AMCA) یک موسسه غیرانتفاعی است که اکثر اعضای آن را سازندگان آمریکایی و کانادایی تشکیل میدهند. طبق برنامه این انجمن ، دمنده‌ها و مکنده‌های هوا در آزمایشگاههای مورد تائید که زیر نظر پرسنل با صلاحیت و براساس دستورالعمل مقررات استاندارد AMCA باشد، آزمایش میشوند.

شکل ۱-۲ و ۲-۲ از استانداردهای این موسسه است .



شکل ۱-۲ انواع روشهای انتقال حرکت در فنهای سانتریفوژ

Fig. 2-1 Drive arrangements for centrifugal fans



شکل ۲-۲ تعیین جهت گردش و خروج هوا از دمنده‌های سانتریفوژ

Fig. 2-2 Designations for rotation and discharge of centrifugal fans

- جهت گردش از طرف انتقال حرکت تعیین میشود.
- در فنهای با یک ورودی همیشه طرف انتقال حرکت مقابل طرف ورود هوا است .
- در فنهای با دو ورودی همیشه طرف انتقال حرکت طرفی است که قدرت موتور وارد میشود.
- جهت خروج هوا معمولا" در دیاگرام مشخص میشود ، با توجه به زاویه خروج هوا نسبت به محور افقی فن برحسب درجه، به سمت بالا یا پایین .
- اگر فن به سقف آویخته یا به دیوار نصب میشود جهت حرکت باید برای حالتی باشد که روی زمین قرار میگیرد.

بسیاری از بادبزنها بصورت سری ساخته میشوند تا بتوانند ظرفیتهای مختلف را بپوشانند. بادبزنهای هر سری از نظر اندازه هندسی شبیه هم هستند. در هر سری از فنها ممکن است تا ۲۵ اندازه قرار گیرد. سازنده ارقام عمل کرد (performance) فنها در اندازه‌های مختلف را، که براساس آزمایش واقعی بدست آمده است، منتشر میسازد. در کاتالوگ ، اطلاعات مفید دیگری مانند وزن ، لوازم اختیاری (option) و غیره نیز داده میشود.

جداول چند منظوره (Multirating tables) - یکی از متداولترین روشها ارائه جداول چند منظوره برای نشان دادن عمل کرد هر سری بادبزن میباشد. هر جدول حدود عمل کرد مفید یک بادبزن را در هر سری نشان میدهد. شکل ۳-۲ نمونه‌ای از این جداول را نشان میدهد. برای راهنمایی مصرف کننده معمولا" تغییراتی در این جداول داده میشود . به شکل ۴-۲ نگاه کنید. نقاط عمل کرد با حداکثر راندمان را بعضی مواقع هاشور میزنند یا با حروف درشت می‌نویسند. با استفاده از همین روشها گاهی اوقات سرعت مجاز و مطمئن بادبزن را در هر اندازه یادآوری میکنند.

مصرف کننده اندازه بادبزن دلخواه را(که مقدار هوا و فشار استاتیک لازم را تامین میکند) از این جداول انتخاب میکند. اگر مسئله صرفه‌جویی انرژی و حداقل میزان سروصدا (noise) مورد نظر باشد، معمولا" انتخاب ایده‌آل آن است که کمترین توان حقیقی را دارد. این انتخاب بالاترین راندمان مکانیکی و کمترین سروصدای ممکن را برای نوع معینی از بادبزن تامین میکند. اما انتخاب بهینه (optimum) در اکثر اوقات یک یا دو سایز (size) کوچکتر از اندازه ایده‌آل است . عوامل دیگر مانند هزینه اولیه (initial cost)، فضای موجود برای نصب، ویا محدودیتهای وزن نیز باید در انتخاب سنجیده شود.

اگر عمل کرد مورد نیاز در جدول نباشد، میان‌یابی (interpolation) مجازاست .اما همیشه محاسبات خسته‌کننده لازم نیست . به ندرت میتوان مقاومت سیستم را بطور دقیق محاسبه نمود و ممکن است قادر نباشیم موتور محرك (driver) درستی را انتخاب کنیم که سرعت مناسب و دقیق را به بادبزن بدهد.

Wheel Diameter 40 ¼"

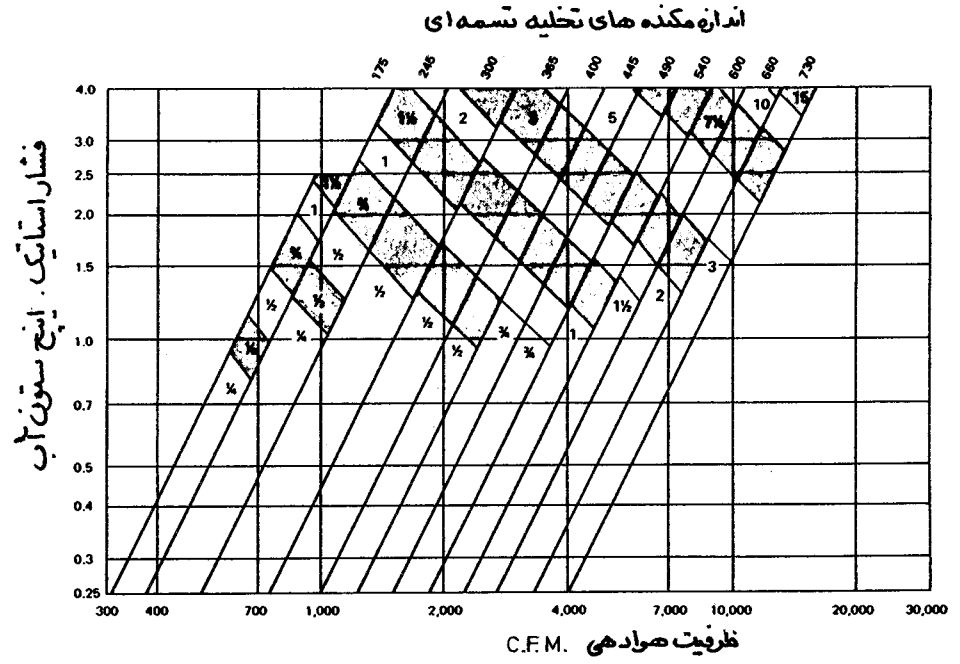
$$\text{Limit Load HP} = 24.91 \times \left(\frac{\text{RPM}}{1000}\right)^3$$

Outlet Area 9.32 sq ft inside.

CFM	OV	¼" SP		⅜" SP		½" SP		⅝" SP		¾" SP		⅞" SP		1" SP		1¼" SP		1½" SP		1¾" SP	
		RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
7456	800	262	0.45	289	0.60	314	0.75	337	0.92	360	1.09	382	1.27	403	1.46	444	1.85	483	2.28	520	2.73
8388	900	281	0.55	306	0.72	330	0.89	351	1.06	372	1.25	393	1.44	413	1.63	451	2.05	488	2.49	523	2.96
9320	1000	199	0.66	325	0.85	347	1.04	368	1.23	387	1.43	406	1.63	425	1.83	461	2.27	495	2.72	529	3.21
10252	1100	319	0.79	343	1.00	365	1.21	385	1.42	403	1.63	421	1.84	439	2.06	473	2.51	505	2.99	537	3.50
11184	1200	338	0.93	362	1.17	383	1.40	402	1.63	420	1.85	438	2.08	454	2.31	486	2.79	517	3.29	547	3.81
12116	1300	358	1.10	381	1.35	402	1.61	421	1.85	438	2.10	455	2.34	471	2.59	501	3.09	531	3.62	559	4.16
13048	1400	379	1.29	401	1.56	421	1.83	439	2.10	456	2.37	473	2.63	488	2.90	517	3.43	545	3.98	572	4.54
13980	1500	401	1.50	420	1.78	440	2.08	458	2.37	475	2.66	491	2.94	506	3.23	534	3.79	561	4.37	587	4.96
14912	1600	422	1.74	441	2.03	459	2.35	477	2.67	494	2.98	509	3.28	524	3.58	552	4.19	578	4.79	603	5.41
15844	1700	444	2.01	462	2.32	479	2.65	496	2.98	513	3.32	528	3.64	542	3.97	570	4.61	595	5.25	619	5.90
16776	1800	467	2.31	483	2.63	499	2.97	516	3.33	532	3.68	547	4.03	561	4.38	588	5.06	613	5.74	637	6.42
17708	1900	489	2.65	504	2.98	520	3.33	536	3.70	551	4.07	566	4.45	580	4.81	606	5.54	631	6.26	654	6.98
18640	2000	512	3.02	526	3.36	541	3.72	556	4.10	571	4.49	585	4.89	599	5.28	625	6.05	649	6.81	672	7.57
19572	2100	535	3.43	548	3.77	562	4.15	576	4.53	590	4.95	604	5.36	618	5.78	644	6.59	668	7.40	690	8.19
20504	2200	558	3.87	570	4.23	584	4.61	597	5.02	610	5.43	624	5.87	637	6.30	663	7.16	686	8.01	708	8.85
21436	2300	582	4.36	593	4.72	605	5.12	618	5.54	631	5.95	644	6.41	657	6.86	682	7.77	705	8.66	727	9.54
22368	2400	605	4.89	616	5.26	627	5.67	640	6.10	652	6.54	664	6.99	677	7.46	701	8.41	724	9.35	746	10.27
23300	2500	628	5.46	639	5.85	650	6.26	661	6.70	673	7.16	685	7.63	697	8.10	721	9.09	743	10.07	765	11.04
24232	2600	652	6.09	662	6.48	672	6.90	683	7.34	694	7.81	706	8.30	717	8.77	740	9.80	762	10.83	784	11.84
25164	2700	676	6.75	685	7.15	695	7.58	705	8.04	716	8.52	727	9.01	738	9.53	760	10.56	782	11.63	803	12.69
26096	2800	700	7.47	708	7.88	718	8.32	727	8.78	738	9.27	748	9.78	759	10.30	780	11.35	801	12.46	822	13.57
27028	2900	723	8.24	732	8.66	741	9.11	750	9.58	760	10.08	770	10.60	780	11.13	800	12.20	821	13.35	841	14.49

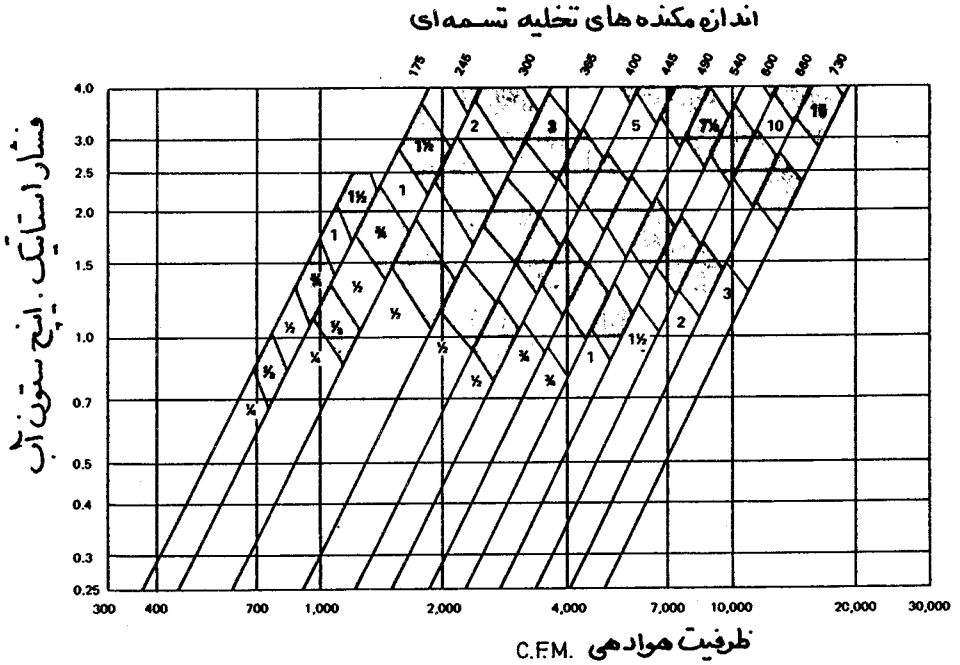
شکل ۳-۲ قسمتی از یک جدول نمونه کارکرد فن را نشان میدهد. فن با تیغه‌های به‌سمت عقب از نوع با ضخامت دو برابر و خمیده . ستون OV سرعت ورودی هوا است . برای استفاده از جدول مثلا" ظرفیت مورد نیاز را cfm ۱۲۱۱۶ با افت فشار ۱³/۴(درستون .S.P) اینچ بگیرید . فن باید با دور ۵۵۹ دور در دقیقه کار کند و به BHP ۴/۱۶ توان حقیقی نیاز دارد. بازدهی استاتیک و راندمان استاتیک آن از طریق محاسبه ۸۰ و ۸۴ درصد میشود. رابطه بالای جدول که حد بالای توان را نشان میدهد حداکثرHP است که فن در هر دور لازم دارد. بعبارت دیگر بالاترین نقطه روی منحنی BHP است . در این مثال ماکزیمم روی منحنی HP ۴/۳۵ است . انتخاب یک موتورHP ۵ قاعدتا" مناسب است و دچار از کار افتادگی (overload) نخواهد شد به شرطی که دور ثابت باشد و چگالی هوا نسبت به استاندارد خیلی افزایش پیدا نکند. *(Buffalo Forg Co. , Buffalo,N.Y.)*

نمودار پایه برای انتخاب اندازه فن با بیشترین راندمان و کار مداوم



مثال: برای C.F.M. ۴۰۰۰ و 0.9 S.P اینچ و بیشترین راندمان اندازه فن ۴۹۰ با موتور ۴/۴ اسب است.

نموداری که یک سایز از نمودار پایه کوچکتر و ارزانتر است.



مثال: برای C.F.M. ۴۰۰۰ و 0.9 S.P اینچ اندازه فن یک سایز کوچکتر و برابر ۴۴۵ با ۴/۴ اسب است. قیمت این فن درمقایسه با انتخاب از روی نمودار پایه، با موتور بالا، تقریباً ۱۲ درصد کم‌تر است.

شکل ۴-۲ مثالهایی از انتخاب فن از یک سری فن به اندازه‌های مختلف را، از نوع فنهای با انتقال تسمه‌ای و یکپارچه با موتور، نشان میدهد. این نمودارها به منظور کمک به مصرف کننده در انتخاب فن به اندازه بهینه است. در دو نمودار یک مقایسه قیمت نیز نشان داده شده است. این نمودارها تا سه یا چهار اندازه کوچکتر از نمودار پایه با سریهای دیگری از فن ارائه شده است. سریهای جدول با ظرفیتهای مناسب نیز تهیه شده که به کمک آنها میتوان برای هر کارکرد و ظرفیت مورد نیاز دور دقیق آن را انتخاب کرد. فنهای از این نوع معمولاً" پولی قابل تنظیم با تسمه دارند که میتوان هر دور مناسب در حدود امکان موتور را تامین نمود.
(Buffalo Forge Co; Buffallo, N.Y.)

تغییرات چگالی هوا - اگر چگالی هوا با مقدار استاندارد متفاوت باشد، اصلاحات لازم باید انجام شود. جدول ۱-۲ و زیرنویسهای آن روش معمول اینکار را نشان میدهد.

جدول شماره ۱-۲ چگالی نسبی هوا

TABLE 2-1 Air-Density Ratios

Air temp, °F	Altitude, ft above sea level												
	0	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	10,000	15,000	20,000
	Barometric pressure, in. mercury												
	29.92	28.86	27.82	26.82	25.84	24.90	23.98	23.09	22.22	21.39	20.58	16.89	13.75
70	1.000	0.964	0.930	0.896	0.864	0.832	0.801	0.772	0.743	0.714	0.688	0.564	0.460
100	0.946	0.912	0.880	0.848	0.818	0.787	0.758	0.730	0.703	0.676	0.651	0.534	0.435
150	0.869	0.838	0.808	0.770	0.751	0.723	0.696	0.671	0.646	0.620	0.598	0.490	0.400
200	0.803	0.774	0.747	0.720	0.694	0.668	0.643	0.620	0.596	0.573	0.552	0.453	0.369
250	0.747	0.720	0.694	0.669	0.645	0.622	0.598	0.576	0.555	0.533	0.514	0.421	0.344
300	0.697	0.672	0.648	0.624	0.604	0.580	0.558	0.538	0.518	0.498	0.480	0.393	0.321
350	0.654	0.631	0.608	0.586	0.565	0.544	0.524	0.505	0.486	0.467	0.450	0.369	0.301
400	0.616	0.594	0.573	0.552	0.532	0.513	0.493	0.476	0.458	0.440	0.424	0.347	0.283
450	0.582	0.561	0.542	0.522	0.503	0.484	0.466	0.449	0.433	0.416	0.401	0.328	0.268
500	0.552	0.532	0.513	0.495	0.477	0.459	0.442	0.426	0.410	0.394	0.380	0.311	0.254
550	0.525	0.506	0.488	0.470	0.454	0.437	0.421	0.405	0.390	0.375	0.361	0.296	0.242
600	0.500	0.482	0.465	0.448	0.432	0.416	0.400	0.386	0.372	0.352	0.344	0.282	0.230
650	0.477	0.460	0.444	0.427	0.412	0.397	0.382	0.368	0.354	0.341	0.328	0.269	0.219
700	0.457	0.441	0.425	0.410	0.395	0.380	0.366	0.353	0.340	0.326	0.315	0.258	0.210

چگالی هوا با عکس دمای مطلق نسبت غیرمستقیم و با فشار مطلق نسبت مستقیم دارد. دمای مطلق مساوی است با دما به درجه فارنهایت بعلاوه ۴۶۰ . برای مثال نسبت هوای ۲۰۰ درجه فارنهایت در ارتفاع ۵۰۰۰ فوت به هوای استاندارد برابر است با :

$$\frac{(460+70) \times 14.9 \text{ in}}{(460+200) \times 24.92 \text{ in}} = 0.668$$

که جدول هم نشان میدهد. چگالی واقعی هوا برابر ۰/۰۷۵ x ۰/۶۶۸ یا ۰/۰۵ پوند بر فوت مکعب خواهد بود.

بادبزن بطور طبیعی یک دستگاه با حجم هوادهی ثابت است . وقتی در یک سیستم معین با سرعت ثابت کار کند، مقدار هوادهی آن بدون توجه به تغییرات چگالی هوا ثابت خواهد بود، ولی فشار بوجود آمده و قدرت لازم (HP) بطور مستقیم با چگالی هوا تغییر خواهند کرد.

فرض کنید که یک بادبزن باید مقدار ۱۶۷۷۶ فوت مکعب در دقیقه با فشار استاتیک یک اینچ ستون آب در شرایط پیشین (۲۰۰ درجه فارنهایت و ۵۰۰۰ فوت ارتفاع از سطح دریا) تحویل دهد با استفاده از جدول شکل ۳-۲ بشرح زیر عمل کنید:

۱- ضریب چگالی ۰/۶۶۸ است .

۲- فشار استاتیک معادل برابر با ۱/۰/۶۶۸ یعنی ۱/۵ اینچ است .

۳- با ۱۶۷۷۶ فوت مکعب در دقیقه وارد جدول بشوید و زیرفشار ۱/۵ بخوانید دور در دقیقه ۶۱۳ و توان حقیقی ۵/۷۴ اسب بخار.

۴- دور در دقیقه همان است که خوانده میشود.

۵- توان حقیقی لازم برابر است با ۰/۶۶۸ x ۵/۷۴ یا ۳/۸۳ اسب بخار

۶- بادبزن هوادهی معادل ۱۶۷۷۶ فوت مکعب در دقیقه و فشار ۱ اینچ را خواهد داد.

اگر بادبزن با هوای گرم سروکار دارد و قرار است تحت شرایط سرد راه‌اندازی شود، افزایش قدرت مربوطه باید در نظر گرفته شود. اگر موتور الکتریکی برای قدرت کمتر(شرایط کار) انتخاب شود. ممکن است در شرایط سرد به سبب اضافه‌بار (overload) از کار بیفتد. دو راه حل وجود دارد : یا اینکه بادبزن را در سرعت دورانی کمتر روشن کنید تا به دمای کار برسد ، یا اینکه موتور الکتریکی را برای شرایط سرد انتخاب کنید.

قوانین عمل کرد بادبزن (Fan-Performance Laws)

قوانین پایه (basic) - آشنایی با روابط ریاضی که به نام " قوانین بادبزن " معروفند میتواند بسیار مفید واقع شود. این قوانین میتواند فقط به یک بادبزن که در یک سیستم معین کار میکند و یا بادبزنهای با وضع هندسی مشابه ، و فقط برای یک نقطه روی منحنی عمل کرد (performance curve) اعمال شود. قوانین پایه عبارتند از :

۱- تغییرات هوادهی با دور در دقیقه نسبت مستقیم دارد.

۲- فشار با مجذور دور در دقیقه تغییر میکند.

۳- قدرت (HP) با توان سوم دور در دقیقه تغییر میکند.

به نکات زیر در شکل ۵-۲ ، که دو نمونه منحنی عمل کرد یک بادبزن را نشان میدهد، توجه کنید.

۱- این منحنیها عمل کرد یک بادبزن را در یک سیستم کانال کشی مشخص و بدون تغییر چگالی هوا نشان میدهند.

۲- منحنی شماره ۱ بادبزن انتخاب شده را برای تخلیه یا توزیع ۱۰٫۰۰۰ فوت مکعب هوا در دقیقه با سیستم کانال‌کشی که ۱ اینچ ستون آب فشار استاتیک دارد نشان میدهد. این بادبزن در نقطه‌ای که منحنی عمل کرد منحنی مقاومت سیستم را قطع میکند کار خواهد کرد.
نقطه تلاقی ، نقطه کارکرد بادبزن (point of rating) نامیده میشود. این بادبزن در صورتیکه سرعت دورانی آن تغییر نکند و یا مقاومت سیستم بخاطر اضافه یا کم شدن چیزی تغییر ننماید در همین نقطه به کار ادامه خواهد داد.

۳- منحنی مقاومت سیستم نشان میدهد که مقاومت با مجذور مقدار هوادهی متغیراست .[۱]

۴- منحنی شماره ۲ وضعیتی را نشان میدهد که مصرف کننده (user) هوادهی را بیست درصد ، یعنی از ۱۰٫۰۰۰ به ۱۲٫۰۰۰ تغییر داده است .
با استفاده از روابط داده شده محاسبات زیر قابل اجراست .
(۲۰ درصد افزایش) ۵۲۸ = ۱/۲ x ۴۴۰ = سرعت دورانی جدید
(۴۴ درصد افزایش) ۱/۴۴= ۱/۲ x۱/۲ x ۱ = فشاراستاتیک جدید
(۷۳ درصد افزایش) ۳/۴۵= ۱/۲ x۱/۲x۱/۲ x ۲ = توان جدید

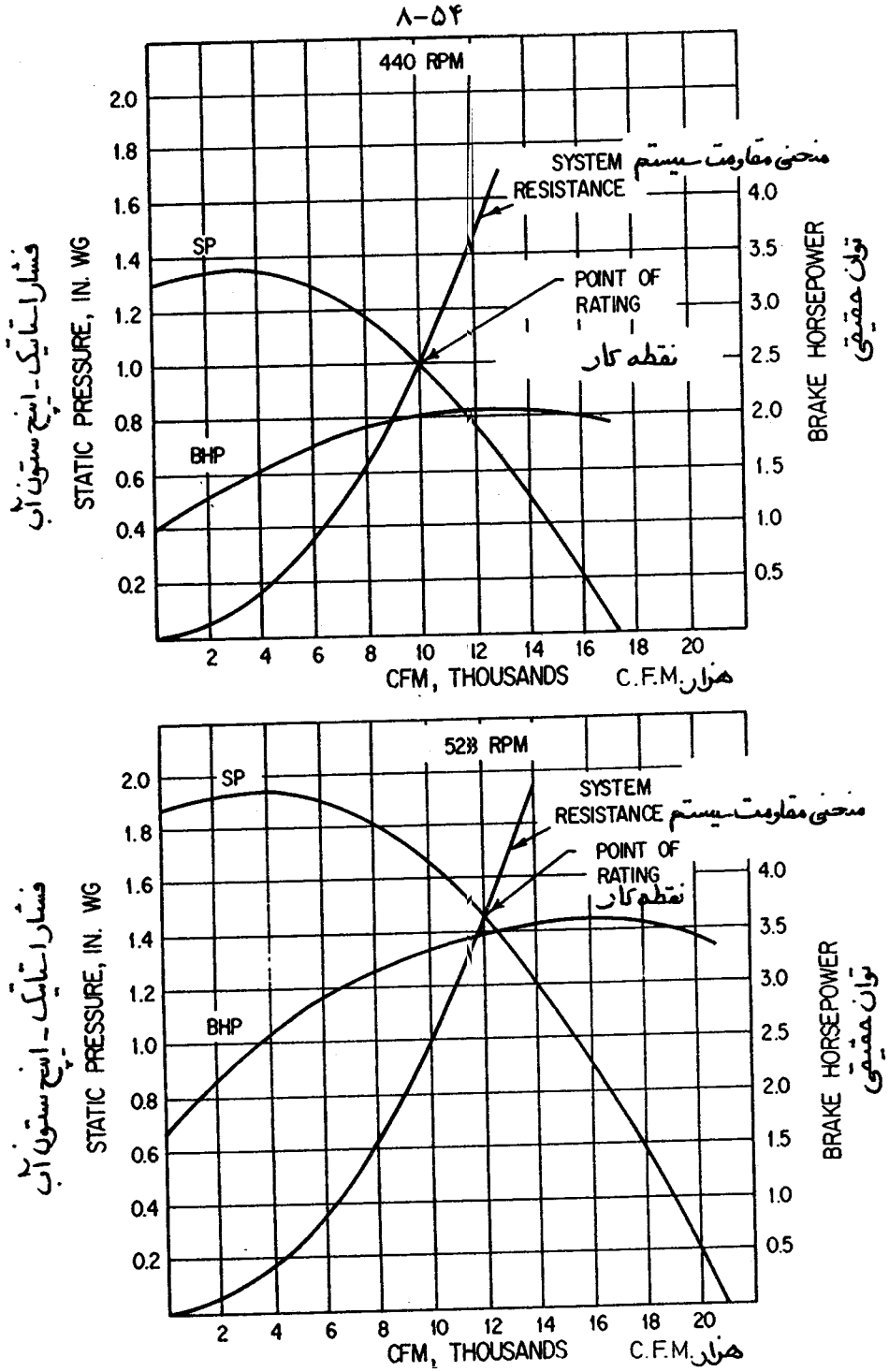
۵- منحنی مقاومت سیستم در هر مورد مشابه است زیرا سیستم تغییری نکرده است.
در حالت دوم بادبزن در نقطه عمل کرد تقریبا" مشابه قبل کار خواهد کرد و مقدار اضافه شده هوا را به سیستم خواهد داد.

۶- راندمان استاتیک و مکانیکی تغییر پیدا نکرده‌اند.

۷- توان حقیقی اضافی بادبزن نکته مهمی است که باید به آن توجه شود. در آغاز بادبزن با یک موتور ۲ اسب بخار میتوانست کارکند، ولی حالا به یک موتور ۵ اسب نیاز دارد.

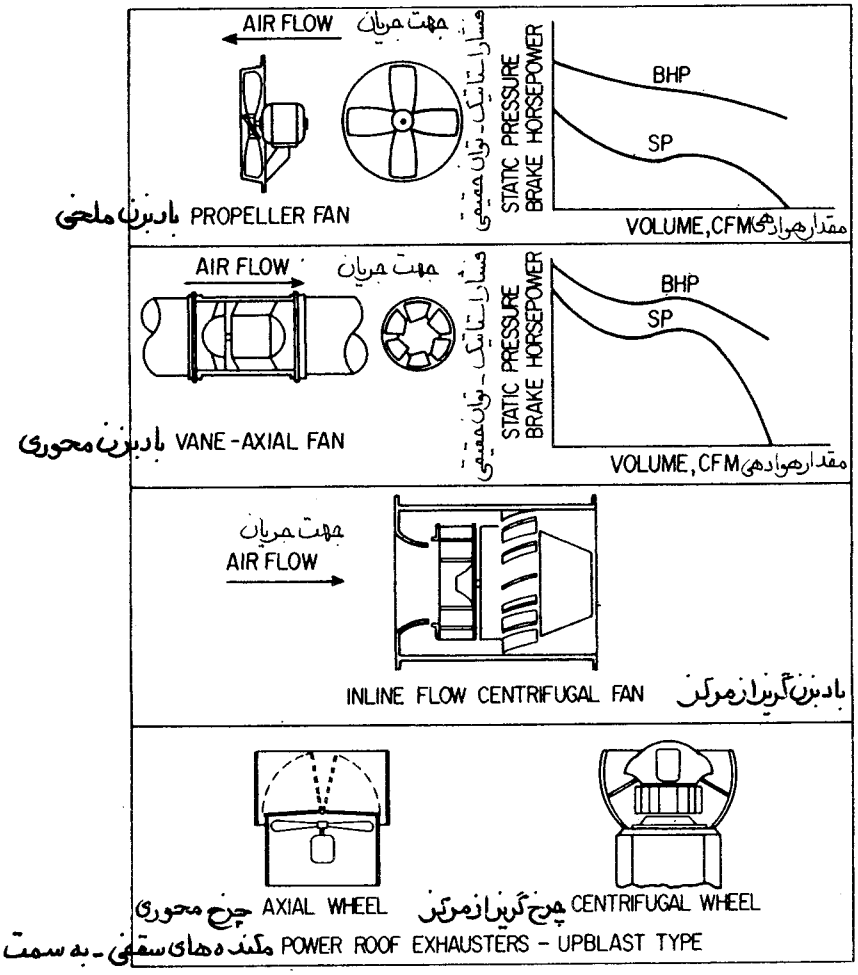
---

[۱] این رابطه در مورد همه اجزای سیستم ، از قبیل کانال کشی، هودها، زانوها، کانالهای انتقال هوا، و سیستمهای مکانیکی جمع‌آوری زباله از جمله سیکلونها، معمولا" صادق است .در این مورد یک استثنای مهم وجود دارد: برخی از دستگاههای پاکیزه‌کننده هوا(Air-Cleaning Devices)، مانند دستگاه تصفیه هوا با پاشیدن آب (Wet Scrubbers) زباله‌جمع‌کنهای کارخانه‌های پارچه‌بافی از این قبیل است، در این موارد مقاومت به این سرعت افزایش نمی‌یابد. در دستگاههای زباله جمع‌کن کارخانه‌های پارچه‌بافی مقاومت تقریبا" متناسب با CFM افزایش می‌یابد. در مورد دستگاه تصفیه هوابا پاشیدن آب باید به‌اطلاعات داده شده از طرف سازنده توجه کرد. اگر در سیستم این دستگاههاباشد محاسبات باید جداگانه صورت گیرد و مقاومت سیستم جداگانه محاسبه شود.



شکل ۵-۲ نمودارهای تیپ کارکرد فن - این منحنی‌ها مشخصه (characteristics) یک دمنده هوا از نوع پره‌های به عقب برگشته را، در دو سرعت مختلف ، نشان میدهد.

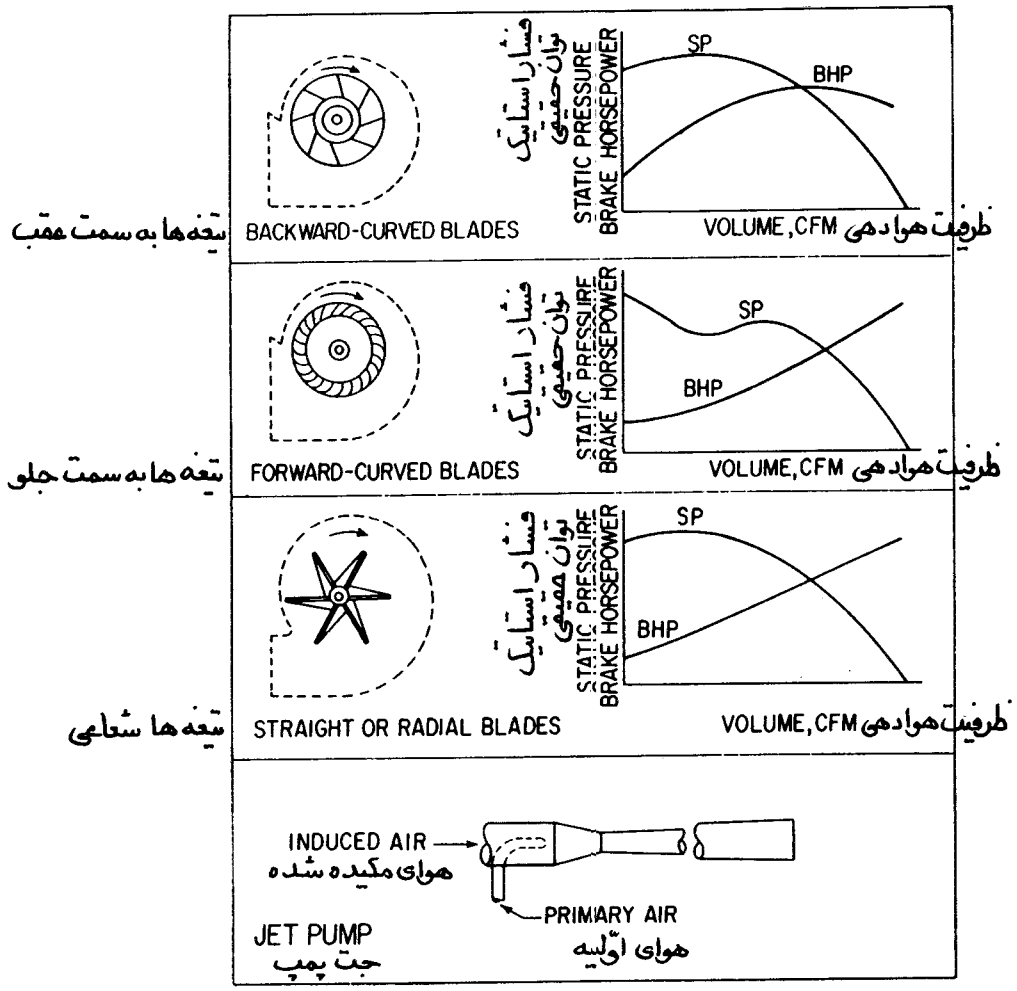
انواع بادبزن و مورد استفاده آنان - فنها در چهار گروه کلی قرار میگیرند: ملخی (propeller)، محوری (axial)، گریز از مرکز(centrifugal) و نوع مخصوص (special-purpose). در شکل ۶-۲ و ۷-۲ انواع فنهاو مشخصات عملکرد آنها به صورت تیپ نشان داده شده است ، زیرا این مشخصات اغلب در انتخاب بادبزن برای یک کار بخصوص موثر است. در هر بخش توضیح مختصر راجع به بادبزن داده شده و محدودیتها (limitation) کار آنان اشاره شده‌است .



شکل ۶-۲ انواع مختلف بادبزنها- در همه انواع نشان داده شده چرخ روی محور موتور سوار است ولی انواع دیگری که انتقال حرکت تسمه‌ای است نیز عرضه میشود. بادبزن نوع محوری (tube axial) شبیه نوع محوری با پره‌های هدایت کننده (vane axial) است با این تفاوت که پره‌های هدایت کننده بعد از چرخ (vanes) حذف شده است . نمودارهای کارکرد که در شکل نشان داده شده برای بادبزنهای ملخی و محوری مشابه است . بادبزنهای روی خط (in-line) از نوع مخلوط کن (mixed-flow) است که درآن تیغه‌های به سمت عقب چرخهای گریز از مرکز در یک محفظه استوانه‌ای بادبزنهای محوری قرار گرفته‌اند و پره‌های هدایت کننده جریان هوا پس از چرخ نصب شده‌اند.

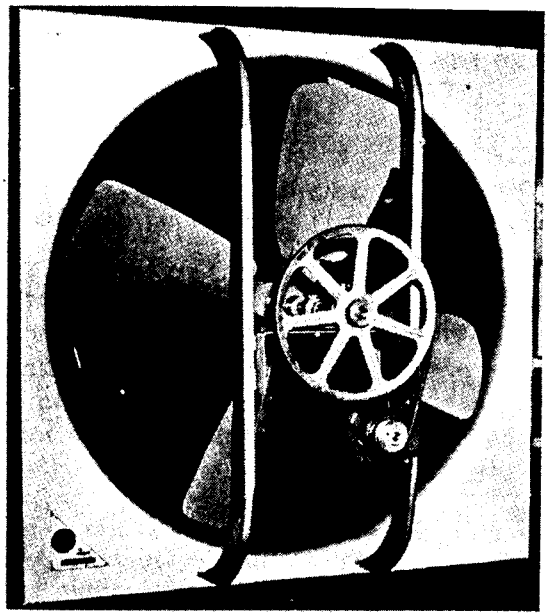
از:

("INDUSTRIAL VENTILATION - A MANUAL OF RECOMMENDED PRACTICE" 12th ed./ AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENTISTS/1972).



شکل ۷-۲ سه نوع اصلی چرخهای بادبزن گریز از مرکز که در محفظه‌های حلزونی شکل قرار دارند را نشان میدهد. جهت گردش چرخ با علامت فلش نشان داده شده است . چرخ با تیغه‌های شعاعی که در شکل دیده میشود از نوع ساده است . تعداد تیغه‌ها معمولا" در بادبزنهای نوع تیغه به سمت جلو زیاد است . تعداد تیغه‌ها معمولا" در بادبزنهای نوع تیغه به سمت عقب کمتراست . فنهای با تیغه‌های شعاعی معمولا" کمترین تعداد تیغه را دارند. در شکل برای هر یک از سه نوع بادبزن منحنی نمودار کارکرد نیز نشان داده شده‌است.
جت پمپ هم یک نوع وسیله به جریان انداختن هوا است که گاهی به منظور اجتناب از عبور هوای خیلی داغ یا هوای آلوده از داخل بادبزن از آن استفاده میشود.
از:
("INDUSTRIAL VENTILATION - A MANUAL OF RECOMMENDED PRACTICE " 12th ed./ AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENTISTS).

بادبزنهای ملخی (propellers) - شامل یک ملخ یا چرخ نوع دیسکی (disk-type) است که در یک قاب گرد، پانل یا قفس (cage) جاسازی میشود (شکل ۸-۲). چرخ و یا بدنه (housing) ممکن است از ورق فولادی ، فلز ریختگی (معمولا" آلومینیوم) فولاد آهنگری شده (یا دیگر فلزات) یا پلاستیکی با پوشش محافظ و یا ترکیبی از مصالح دیگر باشد. این بادبزن ممکن است کوپلینگ مستقیم داشته باشد یعنی اینکه چرخ و موتور بر روی یک محور (shaft) سوار شده باشند و یا کوپلینگ تسمه‌ای باشد که در اینصورت چرخ روی محور خود سوار است و یاتاقانهای جداگانه دارد.



شکل ۸-۲ یک نوع بادبزن ملخی تسمه‌ای، برای ظرفیتهای متوسط، را نشان میدهد. از این نوع بادبزن در فضاهای داخل ساختمان استفاده میشود. هوا در مسیر خروج از روی موتور و تسمه عبور میکند.

مزایا و موارد استفاده توصیه شده

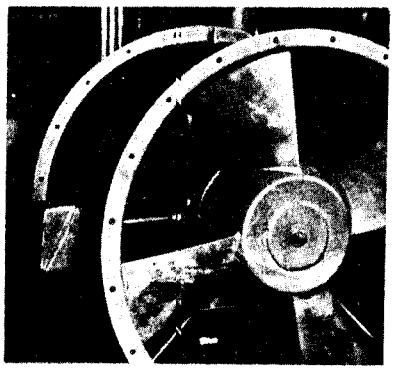
- هوادهی کم تا خیلی زیاد
- پایینترین هزینه اولیه‌وبهره‌برداری نسبت به مقدارهوادهی
- پایینترین وزن و جاگیری نسبت به مقدار هوادهی
- برای تهویه عمومی یا تعویض هوای ساختمان
- برای خنک کردن موضعی (spot-cooling) درکاربردهای صنعتی
- تهویه برای رقیق سازی مواد سمی، گازها و غیره

محدودیتها

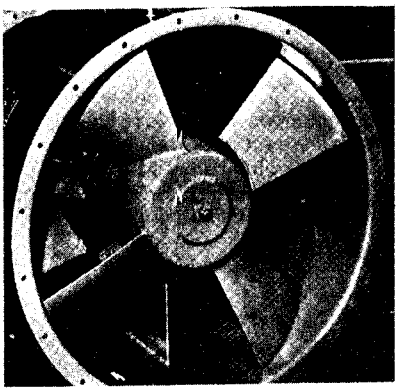
- معمولا" درمقاومت بالای ۱ اینچ ستون‌آب جواب نمیدهد
- سرو صدای آن ممکن است مسئله‌ساز باشد، خصوصا" وقتی که کوپلینگ مستقیم ، سرعت بالا یا مقاومت سیستم زیاد باشد.
- در کاربردهایی که ممکن است جریان هوا قطع شود و یا بمقدار زیاد کاهش یابد، بعلت افزایش توان حقیقی از کارمی‌افتد وسروصدا نیزافزایش می‌یابد (شکل ۶-۲).

- در کاربردهایی که احتمال خوردگی (corrosive) و یاسائیدگی (abrasion) میرود نباید استفاده شود زیرا یاتاقانها درجریان هوا هستند ونمیتوان آنها را حفاظت نمود.
- در کاربردهایی که در جریان هوا عوامل قابل اشتعال وگازهای قابل انفجار وجود دارد از بادبزن با کوپلینگ مستقیم جاسازی شده در کانال نباید استفاده کرد.
- در صورتیکه دمای هوا بیش از حد معمول باشد نمیتوان از این نوع بادبزن استفاده کرد.

بادبزنهای محوری (axial) - بادبزن محوری (شکل ۹-۲) اساسا" همان بادبزن ملخی است که در یک محفظه کوتاه استوانه‌ای جاسازی شده است . بادبزن محوری پره‌ای (vane-axial) (شکل ۱۰-۲)، به پره‌های هدایت هوا مجهز است که ممکن است قبل یا بعد از بادبزن نصب شوند. خاصیت این پره‌ها این است که جریان هوا را یکنواخت میکند و جزیی از فشار سینتیک را به فشاراستاتیک مفید تبدیل مینماید. فشار استاتیک بادبزن محوری پره‌ای بیش از محوری لوله‌ای (tube axial) است . ساختمان این بادبزنها ممکن است ازفولاد، فلزریختگی، پلاستیکی، ترکیبی ازمواد مختلف وپوشش حفاظتی مخصوص باشد. ممکن است بطور مستقیم یا تسمه‌ای کوپله شود. این بادبزنها ممکن است با تیغه‌های قابل تنظیم باشند. این مزیت اجازه میدهد که فنهای با کوپلینگ مستقیم همان دامنه ظرفیت (capacity range) فنهای تسمه‌ای را داشته باشند.



شکل ۹-۲ دهانه ورودی یک بادبزن محوری با انتقال حرکت مستقیم را نشان میدهد. به جعبه تقسیم برق و روغن‌خور فن که در خارج محفظه قرار دارد توجه کنید. نزدیک تابلو فن یک فلش قرار دارد که جهت گردش چرخ را نشان میدهد.



شکل ۱۰-۲ دهانه ورودی یک بادبزن محوری با انتقال حرکت مستقیم و پره‌های هدایت کننده (vane) را نشان میدهد. در شکل تکیه‌گاههای محور موتور و چرخ متحرك دیده میشود. پره‌های هدایت کننده در پشت چرخ حرکت هوا را به طور مارپیچی جهت میدهند و درحالی که دارد چرخ را ترك میکند فشار استاتیک را افزایش میدهند.

مزایا و موارد استفاده توصیه شده

- هوادهی کم تا خیلی زیاد
- دامنه فشار بعضی از بادبزنهای محوری پره‌ای تقریبا" برابر با بادبزنهای گریز از مرکز با تیغه‌های خمیده به‌سمت عقب است که بالاترین راندمان را دارند. فشارهای بالاتر را میتوان باسری بستن‌آنهابدست‌آورد.
- از نظر جاگیری و وزن نسبت به مقدار هوادهی در رده دوم بعد از نوع ملخی قرار دارند.
- در کاربردهایی که مقدار هوا زیاد و فشار کم لازم باشد، چنانچه این نوع فن بطور صحیح انتخاب و نصب شود بهترین نوع است .
- برای تهویه عمومی یا تعویض هوای ساختمان
- برای رقیق سازی هوا
- برای خنک کردن موضعی (spot-cooling)
- برای خنک کردن وسایل الکترونیکی
- برای تخلیه کیوسکهای رنگ زنی
- برای تخلیه هوا در کاربردهای مختلف صنعتی

محدودیتها

- بطور ذاتی بیشترین سرو صدای را در مقایسه با بادبزن مشابه از نوع گریز از مرکز دارد.
- در کاربردهایی که احتمال خوردگی (corrosive) و یاسائیدگی (abrasion) جدی باشد نباید استفاده‌شوند .
- اگرهوای منتقل شده مواد قابل اشتعال و انفجار و یا گرد و خاك داشته باشد نمیتوان از بادبزن با کوپلینگ مستقیم که موتور آن در مسیر هوا باشد استفاده کرد.
- دسترسی به موتور الکتریکی بادبزن با کوپلینگ مستقیم و یاتاقان بادبزن تسمه‌ای به سهولت فنهای گریز از مرکز نیست .
- اگر دمای کار بیش از حد طبیعی باشد از این بادبزنها نمیتوان استفاده کرد.
- چنانچه مقاومت سیستم بیش از حد انتظار باشد، بادبزن نزدیک نقطه فرو رفتگی (dip) کار خواهد کرد و باعث سروصدای بیش از حد و عدم تعادل فن خواهد شد(شکل ۶-۲) . این مشکل در مواقعی پدید می‌آید که دبی بوسیله بسته شدن دمپر یا گرفتگی فیلتر بشدت کاهش می‌یابد. البته با انتخاب و نصب درست بادبزن میتوان از این مشکل احتراز نمود.

بادبزنهای گریز ازمرکز باتیغه‌های خمیده به‌سمت عقب (backward-curved-blade-centrifugal)

این نوع بادبزن خصوصا" با تیغه‌های آئرودینامیکی (airfoil) و ضخامت دو برابر، میتواند با بالاترین راندمان و کمترین میزان سروصدا کارکند. ساخت این فنها بطور استاندارد از ورق فولادی است ولی با مصالح و فلزات متنوع دیگر و پوششهای حفاظتی (protection coating) نیز عرضه میشود. تیغه‌ها ممکن است مسطح، تک ضخامتی وخمیده ، یا با ضخامت دوبرابر و خمیده با مقطع آئرودینامیکی باشند.

مزایا و موارد استفاده توصیه شده

- هوادهی متوسط و زیاد
- فشار استاتیک تا حدود ۳۰ اینچ ستون آب
- در میان بادبزنها بالاترین راندمان را داراست
- در میان بادبزنها برای دبی و فشار معین، کمترین میزان صدا را دارد. توان حقیقی را میتواند بطور خودکار محدود کند. موتور الکتریکی ممکن است طوری انتخاب شود که در هیچ ظرفیتی از کار نیفتد (overload). (شکل ۷-۲). توجه کنید که توان حقیقی تا یک نقطه به حداکثر میرسد و سپس با ازدیاد

مقدار هوادهی کاهش می‌یابد.
- مشخصات عمل کرد بادبزن با تیغه آئرودینامیکی تقریبا" مشابه بادبزن با تیغه خمیده به سمت عقب است ولی نوع آئرودینامیکی راندمان بیشتری دارد.

محدودیتها
- جاگیری و وزن بیشتری نسبت به محوری دارد
- وزن چرخ بادبزن و عرض (width) آن زیاد است
- ترتیب استقرار فن و موتور به شماره ۴ در شکل ۱-۲ محدود میشود.
- اگر با مواد چسبنده و نخ مانند که تمایل چسبیدن به تیغه‌ها دارند سروکار دارید از این نوع بادبزن نباید استفاده کنید.
- چنانچه هوا نسبتا" خالص نباشد ، تمیز کردن ، رنگ‌آمیزی مجدد و حفظ لنگر دینامیکی (dynamic balance) تیغه‌ها به دلیل اندازه‌ها و عرض چرخ و نوع سوارکردن آن ، بسیار مشکل خواهد بود.

بادبزن گریزاز مرکز باتیغه‌های خمیده به‌سمت جلو (forward-curved-blade-centrifugal)

تیغه‌های زیاد با عرض کوتاه، مساحت بزرگ مجرای ورودی هوا نسبت به قطر چرخ و سرعت کم در مقایسه با سایر بادبزنهای گریز از مرکزاز جمله مشخصات این نوع بادبزن میباشد. ساختمان آن معمولا" از فولاد است ولی از سایر فلزات هم میتواند استفاده شود. همچنین با قشر حفاظتی تمام پلاستیکی و یا ترکیبی از مواد مختلف موجود است .

مزایا و موارد استفاده توصیه شده
- برای هوادهی زیاد و فشار کم و متوسط ، در میان گروه بادبزنهای گریز از مرکز دارای عالیترین مشخصات است چون آرام کار میکند و سرعت دورانی آن کم است و دراکثر دستگاههای خانگی استفاده میشود.
- جاگیری و وزن آن تقریبا" مشابه تیغه وارونه است .
- در فشار بالاتر از ۱ اینچ ستون‌آب ، راندمان بهتر و سروصدای کمتری نسبت به ملخی دارد.

محدودیتها
- کارآئی آن به خوبی تیغه وارونه نیست .
- جاگیری بیشتری نسبت به بادبزن محوری مشابه دارد.
- در کاربردهایی که هوا حالت چسبندگی دارد نباید استفاده شود زیرا تمیز کردن ، رنگ آمیزی مجدد و لنگرگیری دینامیکی بسیار مشکل خواهد بود. برخلاف بادبزن تیغه وارونه ، توان حقیقی با افزایش هوادهی زیاد میشود(شکل ۷-۲). البته این موضوع نقطه ضعفی محسوب نمیشود ولی یادآوری آن لازم است.

بادبزن گریزاز مرکز باتیغه‌عمودی یاشعاعی (straight or radial-blade-centrifugal)

این گروه فن ساخت ساده و زمخت دارند و بنام مکنده‌های تخلیه هوای صنعتی شهرت یافته‌اند. البته همگی تیغه مسطح و کاملا" شعاعی ندارند. شکلهای دیگر منجمله پارویی (paddle)، نیمه‌باز (semiopen) و بسته (enclosed) در دسترس است. انواع انحنای تیغه از نوع ساده تا خمیده برای افزایش راندمان موجود است . ساختمان استاندارد تیغه‌های این فنها از ورق فولادی است ولی از انواع فلزات

مخصوص یا تمام پلاستیکی (از پشم شیشه یا رزینهای پلی‌استر) نیز یافت میشودکه با پوششهای مختلف حفاظت شده‌اند. انواع تسمه‌ای یا مستقیم عرضه میشود، نوع استاندارد آن با ورودی از یک سمت و یک خانه است . این بادبزنها در ظرفیت کوچک یا متوسط ممکن است از چدن ریختگی باشند.

مزایا و موارد استفاده توصیه شده

- از نقطه نظر نگهداری برای کار در شرایط دشوار بهترین انتخاب است، بویژه با تیغه مسطح شعاعی
- چون ساخت ساده‌ای دارند تعمیرات آنها نسبت به سایر بادبزنها آسانتر است
- برای جابجایی هوای بسیار تمیز تا بسیار کثیف در کارهای صنعتی میتواند استفاده شود.
- برای انتقال مواد بطور پنوماتیکی
- برای کاربردهای با دمای بسیار بالا
- میتواند برای هوای آلوده به مواد خورنده و سایش دهنده (abrasive) بکار رود.

محدودیتها

- در گروه فنهای گریز از مرکز کمترین راندمان را دارد.
- بالاترین میزان سرو صدا را در این گروه دارد.
- توان حقیقی آن با افزایش هوادهی ازدیاد می‌یابد(شکل ۷-۲).

بادبزنهای گریزاز مرکز خطی (in-line-flow-centrifugal)

بنام گریز از مرکز لوله‌ای (tubular) هم نامیده‌میشوند، درواقع این بادبزن باجریان مخلوط (flow-mixed) کار میکند. چرخ گریز از مرکز (centrifugal wheel) آن در یک محفظه (housing) محوری قرار دارد، پره‌های هدایت کننده بعد از چرخ بادبزن قسمتی از فشار سینتیک را به فشار استاتیک تبدیل میکند.

مزایا و موارد استفاده توصیه شده

- عملکرد آن تقریبا" شبیه بادبزنهای با تیغه به سمت عقب است .
- هوا بطور مستقیم جریان می یابد.
- جاگیری و وزن آن کمتر از سایرانواع گروه است .
- میزان هوادهی و فشار آن کم یا در حد متوسط است .
- برای تهویه عمومی، هوارسانی ، تخلیه با هوای نسبتا" تمیز مناسب است .

محدودیتها

- ظرفیت و فشار کمتر از بادبزن گریز از مرکز با تیغه به سمت عقب است .
- میزان سرو صدا بیش از بادبزن گریز از مرکز با تیغه به سمت عقب است .
- بعضی از انواع آن شبیه فنهای محوری در منحنی فشار- دبی فرورفتگی شدید دارند.
- برای کاربا دمای خیلی بیش از دمای محیط توصیه نشده‌اند.
- برای کاربردهای با هوای خورنده و سایشی (abrasive) توصیه نمیشوند.

مکنده‌های سقفی (Power roof exhausters)

این دستگاهها بصورت یکپارچه با تکیه‌گاه برای نصب روی بام، با دمپر جریان معکوس (backdraft- damper)، و با تیغه‌های ملخی ، محوری و یا گریز از مرکز ارائه میشوند. با کوپلینگ

مستقیم یا تسمه‌ای وجود دارد و ساختمان آنها ممکن است فلزی یا تمام پلاستیکی و با روکش محافظ (protection - coating) باشد. نوع گریز از مرکز هوا را از پیرامون چرخ به سمت پایین و اطراف هدایت میکند. انواع دیگر هوا را قائم پرتاب میکنند.

مزایا و موارد استفاده توصیه شده

- از هواکشهای طبیعی (natural-draft) بسیار موثرتر هستند، جای کمتری میگیرند و نصب آنها بسیار آسان وسهل است .
- برای هوادهی کم تا خیلی زیاد مناسب است .
- برای فشار کم تا حد متوسط مناسب است .
- برای انواع سیستمهای تخلیه هوا و تهویه عمومی مناسب است .

محدودیتها

- محدودیت این بادبزنها بستگی به نوع تیغه آن دارد و تابع محدودیت آن است ولی نوع گریز از مرکز آن نمیتوانند فشار استاتیک معادل گریز از مرکز مرسوم را بدهد چون محفظه حلزونی شکل (scroll - shaped) ندارد.

جت پمپها (Jet pumps)

از این دستگاه در مواقعی که جریان هوا یا گاز، داغ یا خیلی خورنده باشد استفاده میکنند زیرا عبور این نوع سیالات از روی بادبزنها میسر نیست .
این دستگاه اجکتور یا انجکتور هم نامیده میشوند. به شکل ۷-۲ نگاه کنید.
انواع این دستگاه توسط سازندگان عرضه میشود ولی میتوان آن را برای شرایط معینی هم سفارش هم داد.

مزایا و موارد استفاده توصیه شده

- هوای مکیده شده از روی بادبزن اصلی عبور نمی‌کند و بنابراین خوردگی (corrosion) یا سائیدگی (abrasion) پدید نمی‌آید.
- محدودیت دمای هوای مکیده شده بستگی به مصالحی دارد که با آن در تماس باشد.
- از هوای فشرده ، جت بخار آب یا سایر مایعات و یا گازها نیز میتوان بعنوان نیروی محرك بجای هوا و بادبزن اصلی استفاده کرد.

محدودیتها

- راندمان مکانیکی این دستگاه بسیار پایین و حداکثر شاید در حد ۱۵ درصد باشد.
- مقاومت سیستم باید کم باشد مثلا" در حد ۲ تا ۳ اینچ ستون‌آب ، حجم هوای مکیده شده بیش از ۴۰۰ تا ۵۰۰ فوت مکعب در دقیقه برای کار با راندمان خوب نمی‌باشد.

دستگاه یکپارچه تهویه (Package Ventilating Equipment)

بسیاری از سازندگان دستگاههای یکپارچه تهویه، دستگاههایی مرکب از اجزای مختلف یا یک سیستم کامل پیشنهاد میکنند. استفاده بهینه از این دستگاهها ارزش دارد زیرا انتخاب اجزای مناسب و سوار کردن آنها مستلزم زمان و هزینه است که در دستگاههای یکپارچه این کار صورت گرفته است. لیست دستگاههای

یکپارچه متداولتر، به شرح زیر است :
- بادبزن جریان هوا که بطور کامل سرهم سوار شده، شامل موتور، تسمه و پولی و قسمتهای متنوعی از لوازم و متعلقات اختیاری
- بادبزن یکپارچه با دستگاه تصفیه هوا، شامل غبار جمع‌کن مکانیکی (Dust Collector)، دستگاه تصفیه دود (Fume Scrubber) و غیره
- سیستم تخلیه هوا برای گاراژهای سرویس اتومبیل و دیگر وسایل نقلیه
- سیستم تخلیه فضاهای جوشکاری بطور کامل شامل هود و کانالهای قابل انعطاف

انتخاب بادبزن برای کارهای سخت (Selecting Fans for Severe Duty)

استفاده از بادبزن در صنایع با مسائل عدیده‌ای روبرو است که نگهداری آنرا مشکل میسازد . این مشکلات ناشی از دمای زیاد(high temperature)، خوردگی (corrosion) و سائیدگی (abrasion) میباشد. بعضی از این مشکلات باانتخاب مناسب بادبزن میتواند مرتفع شود یا به حداقل کاهش یابد.
سازنده باتجربه میتواند در این موارد کمک شایان توجهی نماید. دادن اطلاعات در باره کارکرد بادبزن،شرایطی که از این دستگاه توقع داریم و سیالی که جریان آن مورد نظراست، برای سازنده، اهمیت حیاتی دارد. برای افزایش عمر بادبزنی که در این شرایط کار میکند تجارب عملی زیادی بدست آمده ، مطالعات وسیعی انجام و پیشرفت زیادی هم حاصل شده‌است . اماچون عوامل مخرب و شرایط بهره‌برداری قابل پیش بینی نبوده و خارج از کنترل سازنده است ، سازنده نمیتواند عمر بادبزن را تضمین کند.

دمای زیاد

مشکلات نگهداری بادبزن در ارتباط با دمای زیاد را بعضی اوقات میتوان بوسیله خنک کردن هوا، قبل از عبورآن کاهش داد یا حذف نمود. این روشها عبارتند از :
۱- خنک کردن با افشانک (spray cooling)- خنک کردن هوا با پاشیدن آب روی آن خیلی موثر است. مزیت دیگر آن کم کردن حجم هوا و در نتیجه کوچکتر شدن اندازه بادبزن است .
۲- خنک کردن از طریق رقیق کردن (dilution cooling)- هوای خنک از جای دیگر در مکش بادبزن تزریق میشود تامخلوط خنک تری بدست آید. هوا باید طوری تزریق شود که جریان منقلب (turbulence) ایجاد کند و زمان کافی برای مخلوط شدن دو هوا باشد و هوا با دمای یکنواخت از روی بادبزن عبور کند. تاثیر این روش مانند خنک کردن با افشانک آب نیست ولی در مواقعی که به خنک کنندگی کمی نیاز است استفاده میشود.
۳- مبدل‌های گرمایی هوا به هوا- استفاده از این روش بستگی به پیچیدگی کار دارد و به تجزیه و تحلیل دقیق و امکانپذیری (possibility) نیاز است . گاهی میتوان گرمای تلف شده را، در تاسیسات گرمایی یا کارهای صنعتی، بازیافت کرد. همه این روشها مقاومت سیستم را بالا میبرد و نتیجتا" قدرت مصرفی فن را افزایش میدهد.
یکی از روشهای ابتدایی استفاده از کانال با طول زیاد است که اجازه میدهد هوا با جداره‌های کانال و از طریق جابجایی طبیعی با محیط تبادل گرما نماید. کانال میتواند به شکل مارپیچ با زانوهای متعدد ساخته شود. راه‌حل دیگر برای افزایش انتقال گرما استفاده از پره‌های خنک کننده (cooling fins) است . سرانجام مبدلهای پیش گرمکن (preheaters) مورد استفاده نیروگاهها که بدین منظور ساخته میشوند. آنها شاید موثرترین راه خنک کردن هوا و عملی‌ترین روش بازیافت گرمای زاید باشند.

۴- کانالهای خنک شونده با آب (water-cooled ductwork)- ازاین روش گاه در مواقعی که دمای هوای تخلیه شدنی خیلی بالا است، مثلا" در کوره‌های ذوب فولاد با قوس الکتریکی، استفاده میشود. در این روش یک قسمت کوتاه از کانال یا هود دو جداره ساخته میشود وبین دو جدار آب خنک کن یا آب تخلیه شدنی گردش داده میشود.
در تاسیسات خیلی بزرگ ممکن و عملی است که از این آب گرم شده در یک دیگ آبگرم و یا مصارف صنعتی دیگر استفاده شود.
تاحد امکان دارد یاتاقانهای موتور و بادبزن را در معرض هوای داغ قرار ندهید، ولی درصورت اجبار از موتورهایی که عایق مخصوص داشته و تا ۳۵۶ درجه فارنهایت را تحمل می‌کنند استفاده کنید. چون پارامترهای زیاد دیگری در دمای هوا دخالت دارند همیشه نمیتوان حداکثر دمای موتور را مشخص کرد. بهتر است حد این دما از توصیه‌های سازنده فن بدست آید. حداکثر دمای هوا که با یاتاقان تماس دارد نیز معلوم نبوده و بستگی به نوع یاتاقان دارد و بهتر است توسط سازنده مشخص شود.
بادبزنهای محوری را که یاتاقانهای آنها بوسیله محفظه سیلندری از جریان هوا محفوظ مانده‌اند میتوان تا ۷۵۰ درجه فارنهایت استفاده کرد.
بادبزنهای گریز از مرکز نوع تیغه‌خمیده به جلو یا به سمت عقب را با کمی تغییرات میتوان تا ۷۵۰ درجه فارنهایت استفاده کرد. بادبزنهای تیغه شعاعی تا ۱۰۰۰ درجه فارنهایت کاربرد دارند.
سرعت دورانی ایمن بادبزن در دمای زیاد کاهش یابد، بطوریکه در ۱۰۰۰ درجه فارنهایت این کاهش حدود ۵۰ درصد است . نقطه تسلیم فولاد (yield strength) نیز کاهش می‌یابد و خنک کردن یاتاقانها مشکل میشود. حتی در شرایط عادی جوی ، فولاد معمولی بالای ۹۰۰ درجه‌فارنهایت به سرعت ، جرم (scale) میگیرد.

خوردگی (corrosion) - بادبزنها برای مقابله با حمله عوامل خوردگی معمولا" با قشر پوششی حفاظتی مجهز میشوند و ممکن است پوشش رنگ یا لاستیک داشته باشند و یا ساختمان آنها از پلاستیک و یا فلزات مخصوص یا ترکیبی از مواد مختلف باشد. خوردگی مسئله بسیار وسیع و پیچیده‌ای است و راه‌حلهای ارائه شده آنقدر متنوع است که در اینجا نمیتوان یک سری توصیه مشخص ارائه نمود، تنها به ذکر چند رهنمود کلی اکتفا میشود:

۱- اگر امکان دارد از نصب یاتاقان موتور و فن در جریان هوایی که عوامل خورنده دارد بپرهیزید. بادبزن گریز از مرکز تک ورودی (single inlet) طبق آنچه در ترتیب استقرار شماره ۱ (arrangement No.1) شکل ۱-۲ نشان داده شده است ، در مواردی که خوردگی جدی باشد، بهترین انتخاب میتواند باشد.
۲- محور (shaft) بادبزن را هوابند (seal) کنید تا مواد خورنده (corrosive) به طرف یاتاقانها راه نیابد.
۳- اتصالات ورودی و خروجی هوا را محکم کنید. دراین مورد اتصالات فلنجی و واشری براتصالات لغزشی (slip-type) برتری دارد.
۴- از سوراخ زیر محفظه بادبزن برای تخلیه رطوبت و کندانسیت استفاده کنید.
۵- اگر دستگاه به تجهیزات تصفیه هوا (air cleaner) مجهزاست ، در صورت امکان بادبزن را در طرف تمیز (clean-air side) قرار دهید. برخی گازها که در حالت خشک بخوبی جریان پیدامیکنند وقتی از روی دستگاههای مرطوب کننده (مانند اسکرابر یا جذب کننده گاز) عبور میکنند اثر خورندگی پیدا میکنند.
۶- در نشریه استاندارد ۹۹ موسسه AMCA اطلاعات مفیدی در مورد روکشها و پوششهای حفاظتی بادبزنهای سانتریفوژ ارائه شده است .

سایش (abrasion) - چنانچه هوای مورد نظر عوامل ساینده دارد، بهتراست از بادبزنهای گریز از مرکز با تیغه‌های شعاعی استفاده کنید، گرچه این بادبزن در بین فنهای گریز از مرکز پایینترین راندمان را دارد. اگر مقدار دبی و فشار طوری باشد که با انتخاب نوع دیگری از بادبزنهای سانتریفوژ بتوان به توان حقیقی کمتری دست یافت ، عامل اقتصادی این انتخاب را دیکته میکند. انتخابهای دیگر میتواند بادبزن گریز از مرکز با تیغه خمیده به جلو یا بسمت عقب و یا اصلاح شده شعاعی باشد. برای مقاوم‌سازی این بادبزنها در مقابل سایش حاصل از خراش دهی (abrasive wear) . مصالح آنها را سنگینتر میگیرند، ضخامت آنها را دو برابر میکنند و یا از قشر حفاظتی مخصوص استفاده مینمایند. ممکن است یکی از راه‌حلهای زیر انتخاب شود:

۱- روکش فولادی دیرسای (steel wear plate) که به تیغه بادبزن جوش یا پیچ میشود و قابل تعویض باشد.

۲- آستر دیرسای (wear liner) قابل تعویض برای محفظه حلزونی بادبزن. ممکن است فولادی یا چدنی ریختگی باشد.

۳- سخت کردن سطحی (hard-facing) تیغه‌ها بوسیله موادی مانندکربور تنگستن (tungsten -carbide). برخی سازندگان بادبزنهای کوچک و متوسط را از نوع گریز از مرکز با تیغه‌های شعاعی و با محفظه و تیغه‌های چدنی ریختگی میسازند. اگر دستگاه فیلتر هوا دارد، همیشه بهتر است که بادبزن در سمت تمیز آن قرار گیرد. چنانچه این فیلترها از نوع کیسه‌ای با راندمان بالا باشد، میتوان بدون نگرانی از بادبزنهای با راندمان خوب مانند گریز از مرکز با تیغه‌های خمیده به سمت عقب استفاده کرد.

انتقال گازها یا بخارهای قابل اشتعال (Handling Flammable Gases or Vapors)

اگر بادبزن بطور دائم یا مقطعی با مواد قابل اشتعال و انفجار سروکار دارد، بسیار مهم است که هرگونه احتمال ایجاد جرقه برطرف شود تا خطری بوجود نیاید. جدول روشهای اینکار را گوشزد میکند:

منابع اشتعال	کارهای پیشگیری
جرقه ناشی از آزاد شدن الکتریسیته ساکن .	تمام سیستمها از جمله هودها، کانال کشیها، بادبزن و موتور مربوطه را با اتصال به زمین حفاظت کنید. از تسمه‌های هادی جریان استاتیک بهره بگیرید. از اتصالات هادی جریان برای وصل کردن قطعات کانال به یکدیگر و کانال به بادبزن استفاده کنید. اتصالات زمین باید حداقل مقاومت را داشته باشند تا موثر باشند.
جرقه‌ای که بر اثر برخورد یا مالش دوقطعه فلزی بادبزن ایجاد میشود.	از بادبزنی که ساختمان آن مقاومت جرقه‌ای (spark-resistance) دارد استفاده کنید.
جرقه‌ای که بواسطه برخورد مواد موجود در هوا، با تیغه ایجاد میشود.	از بادبزنی که ساختمان آن مقاومت جرقه‌ای دارد استفاده کنید.
جرقه‌ای که براثر اشتباه دراتصال کابل برق به موتور فن ایجاد میشود.	از بادبزنی که موتور آن در جریان هوا قرار داشته باشد استفاده نکنید.
جرقه‌ای که بواسطه یاتاقان خشک یا زیاد گرم شده (overheat) و موتور داغ شده بوجود می‌آید.	از بادبزنی که موتور و یاتاقان آن در مسیر هوا قرار داشته باشد استفاده نکنید. حتی اگر جرقه ایجاد نشود، ممکن است در اثر برخورد گاز یا بخار با سطوحی که دمای آن بالاتر از دمای اشتعال آنها باشد، احتراق لحظه‌ای پیش بیاید.

استاندارد AMCA-401-66 بادبزنهایی را که با مقاومت جرقه‌ای (spark-resistance) ساخته میشوند در سه گروه قرار داده‌است. این استاندارد در مورد دستگاههای هوارسان مرکزی (central station units)، بادبزنهای گریز از مرکز، ملخی و محوری و مکنده‌های پشت بامی کاربرد دارد.

نوع A : تمام قطعاتی که در تماس با هوا و گاز هستند از مواد غیر فلزی ساخته شوند.

نوع B : چرخ بادبزنها (fan wheels) غیرفلزی و در جائیکه محور از محفظه خارج میشود به رینگ غیرفلزی مجهز باشد.

نوع C : بادبزنها باید طوری ساخته شوند که چرخ یا محور آنها امکان برخورد دو قطعه فلزی را ندهد.

تذکر ۱ : یاتاقان در جریان هوا قرار نگیرد.

تذکر ۲ : مصرف کننده تمام قطعات را بااتصال زمین حفاظت کند.

در استفاده از بادبزن برای انتقال هوای آغشته به مواد و گازهای قابل اشتعال یا قابل انفجار اهمیت دارد که مقررات و دستورالعملهای محلی در مورد حریق و انفجار کاملا" مورد توجه قرار گیرد. بیشتر استانداردهای ملی ساخت بادبزن از نوع تیپ B را توصیه میکنند.
یکی از موارد عجیب و به ظاهر متناقض با انتخاب مناسب این است که برخی استانداردها و مقررات ، از جمله OSHA، برای تخلیه هوای اتاقکهای رنگپاشی استفاده از بادبزنهای محوری با انتقال تسمه‌ای را مجاز میدانند. قابل توجه است که یاتاقان این بادبزنها در جریان هوا قرار دارند زیرا در بیشتر فنهایی که برای این قبیل کاربردها انتخاب میشوند محور یاتاقان و سیستم انتقال حرکت در یک محفظه استوانه‌ای بسته قرار دارد ولی محفظه بادبزن الزاما" بخاربند نیست . علاوه برآن در این محفظه سوراخی برای عبور محور باید تعبیه شود که ندرتا" گازبند است . باید قبول کرد که در این بادبزنها یاتاقان در واقع در جریان هوا قرار دارد و با آن در تماس است .
در فصل H از قسمت 1910.107 از مقررات OSHA موضوع با این جمله مطرح شده است "ترجیح دارد یاتاقانهای محور بادبزن خارج از کانال تخلیه هوا و اتاقک رنگ پاشی قرار گیرد".
برای تخلیه کیوسکهای رنگ زنی تقریبا" در همه جای دنیا از بادبزنهای محوری استفاده میشود. مزایای این بادبزن (دبی زیاد وفشار استاتیک کم) و مستقیم بودن جریان هوا آن را در این کاربرد بی رقیب ساخته است.
کاربردهای خطرناك دیگری برای بادبزن وجود دارد که در آنها گازبند بودن و ضدجرقه بودن باید مورد توجه قرار گیرد. اگر مقررات و دستورالعملهای رسمی خیلی مشخص و روشن نباشد مصرف کننده باید حداکثر توان خود را برای انتخاب بادبزن مناسب و مطمئن به کار برد. زیرا حریق یا انفجار بدترین نوع مصیبتی است که ممکن است در یک مرکز صنعتی پیش آید.

سروصدای بادبزن (Fan Noise)

بحث سروصدای بادبزن، اندازه‌گیری و کنترل آن خارج از چهارچوب مطالب این بخش از کتاب است. در حقیقت ، هنوز مسئله صدا به عنوان یک هنر در حال تکامل است، گرچه تاکنون پیشرفتهای شایان توجهی توسط سازندگان بادبزن و یا انجمنهای مهندسی مربوطه بدست آمده است . صدای بادبزن بعنوان یک صدای ناخواسته تعریف شده است . حکومت فدرال در چهارچوب قوانین و مقررات OSHA ،حداکثر میزان صدا را که کارکنان در معرض آن قرار میگیرند، برای هر نوع صنعت مشخص کرده است. متاسفانه ، تمام بادبزنها بطور ذاتی سروصدا تولید میکنند. بنابراین در اینجا چند ماخذ مراجعه، بحثی کوتاه و چند پیشنهاد در مورد چگونگی برخورد با مسئله صدا و به حداقل رساندن آن مطرح میشود. برای کسانی که علاقه دارند در این مورد مطالعه بیشتری بکنند، مراجعه به کتاب انجمن مهندسان تهویه مطبوع آمریکا (ASHRAE) جلد "FUNDAMENTALS" توصیه میشود. در انتشارات "AMCA" نیز مقررات آزمایش مقدار صدا و اطلاعات مربوط به نکات عملی آن هم برای کانال کشی وهم برای بادبزنهای بدون کانال کشی داده‌شده‌است.
اندازه‌گیری سطح صدا(noise level) درنزدیکی بادبزنی که نصب شده و درحال کاراست نسبتا" آسان است. انواع دستگاههای صداسنج عرضه میشود که برای این اندازه‌گیری کاملا" کافیست .
پیش بینی سطح صدایی که اندازه‌گیر نشان خواهد داد، قبل از نصب بادبزن ، خیلی مشکلتر است حتی اگر طبق استانداردهای رایج ساخته و آزمایش شده باشد. سازنده میتواند سطح توان صدای اسمی را بدهد (sound power level rating) که در واقع سطح توان آگوستیکی تولیدشده بوسیله بادبزن میباشد. اما اندازه‌گیر فقط فشار صدای (sound pressure) بادبزن را اندازه‌گیری میکند که بستگی به محیط آگوستیکی دارد که بادبزن در آن قرار گرفته و کار میکند. تبدیل سطح توان صدای یک بادبزن به سطح فشار صدای آن

بعد از نصب بادبزن ممکن است بوسیله شخصی که تجارب مربوط به محاسبات آگوستیکی را دارد انجام شود. البته او باید تمام جزئیات آگوستیکی محیط مورد نظر را داشته باشد. به زبان ساده‌تر ، یک فن در یک اتاق کوچک با سطوح دیوارها و سقف از مصالح ساختمانی سخت و بازتابنده (reflecting) صدای بیشتری میدهد تا در یک سالن بزرگ با سطوح پوشیده شده از مصالح آگوستیکی و جاذب صدا. اندازه‌گیر سطح صدا (sound level meter) نشان میدهد که بادبزن در سالن بزرگ سروصدایی برابر اتاق کوچک ایجاد نکرده است گرچه سطح توان صدای فن در هر دو مورد یکسان است. آشکار است که سازنده فن هرگز نمیتواند به مشخصاتی دست یابد که می‌گوید" سطح سروصدای فن نباید از آنچه OSHA تعیین کرده تجاوز کند. سطح توان صدا (sound power level) میتواند برای مقایسه دو بادبزن شبیه به هم که طبق یک استاندارد توسط سازندگان مختلف ساخته شده و آزمایش شده بکار رود. معمولا" اندازه‌گیری صدا را نمیتوان بطور دقیق انجام داد و اختلاف ۴ دسیبل یا کمتر ناچیز شمرده میشود. وقتی دستگاهها را با هم مقایسه میکنید اختلاف ۴ دسیبل را میتوان نادیده گرفت .

کاهش مشکل صدای فن (Eliminating Fan Noise)

یک بادبزن نصب شده در یک سیستم میتواند آنقدر سروصدا ایجاد کند که مزاحم کار وزندگی افراد شود، حتی اگر میزان این صدا زیر استاندارد باشد. اگر بتوان با انتخاب بهترین بادبزن و نصب درست آن صدای آن را پیش بینی نمود و کاهش داد، البته این روش هزینه کمتری خواهد داشت . متاسفانه این کار همیشه انجام نمیشود، پیشنهادات کلی که در زیر می‌آید به امید این است که بتواند مشکلات صدای سیستم موجود شما را برطرف کند:

۱- منبع صدا ممکن است مکانیکی و مربوط به فن باشد. این احتمالات وجود دارد:

A : یاتاقان و کوپلینگ خشک و یا فرسوده شده‌اند

B : پیچهای چرخ بادبزن ، پولی تسمه‌ها شل شده‌اند

C : پیچ ومهره‌ها و بستها شکسته یا شل شده‌اند

D : شافت بادبزن خمیده (Bent Fan Shaft) شده است

E : چرخ بادبزن یا موتور آن از بالانس خارج شده است

F : تکیه‌گاه بادبزن ضعیف یا لرزان شده است

G : دمپرها یا پره‌های هدایت کننده ورودی شل شده است

H : سرعت دورانی زیاد است

I : بادبزن در جهت غلط می‌چرخد

J : جسم خارجی در بادبزن است

K : چرخ بادبزن با محفظه تماس و مالش دارد

L : لرزش از جای دیگری به بادبزن منتقل میشود

۲- بادبزن را دور از منطقه زیست و رفت و آمد نصب کنید، ضوابط OSHA فقط مربوط به اشخاصی است که در معرض صدا قرار دارند نه به مقدار صدایی که فنها ایجاد میکنند.

۳- یک پایه محکم و استوار و با لرزه‌گیر برای بادبزن و موتور نصب کنید و تمام مجموعه را بر یک فونداسیون صلب (rigid) قرار دهید. این کار باعث جلوگیری از انتقال لرزش به ساختمان میشود.

۴- کانال بادبزن را بوسیله اتصالات قابل انعطاف به یکدیگر وصل کنید. از محفظه بادبزن بعنوان تکیه‌گاه کانال استفاده نکنید.

۵- خفه‌کننده‌های صدا (Sound Attenuators) در ورودی یا خروجی بادبزن نصب کنید. مقاومت

اینها در محاسبات باید وارد شود. ممکن است لازم باشد برای شافت هوابند نصب کنید. محفظه باید محکم و برحسب لزوم واشرگذاری شود زیرا سروصدا ممکن است خیلی راحت از سوراخهای ریز و اتصالات قابل انعطاف سبک وزن بین بادبزن و کانال عبور کند.

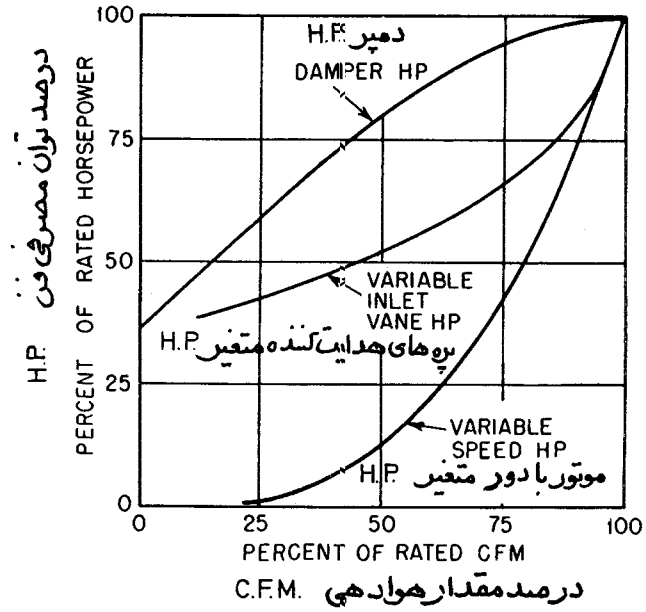
۶- نکات یادشده سرمنشاء کلیه سروصدای بادبزن میباشداما احتمال دارد صدا از طریق محفظه بادبزن منتقل شود. در این مورد راه حلهای مختلف باید بررسی شودو پس از مقایسه یکی برای کاهش صدا انتخاب شود که کمترین هزینه را داشته باشد. اگر هدف این است که مقدار صدا کمی کاهش یابد، پوشاندن سطوح داخلی دیوارها و سقف اتاق با مواد آگوستیک کافی است . البته صدای انتقالی از محفظه بادبزن را کم نمیکند ولی سطح صدا(Sound Level) در اتاق را با جذب انرژی آنها که معمولا" از انعکاس به سطوح سخت داخلی اتاق حاصل میشود کاهش میدهد.

راه‌حل دوم اینست که محفظه بادبزن را با مواد جاذب صدا بپوشانید. این صداگیرها باید سنگین وزن، ضخیم و از مواد غیرالیافی باشند یک انتخاب عالی ورق سرب است . اگر محفظه بادبزن را بوسیله مواد الیافی سبک وزن جاذب صدا بپوشانید اثرکمی خواهد داشت ، زیرا صدای انتقال را از خود عبور میدهد. دراین حالت یک مانع صدا لازم است .

امکان سوم این است که مجموعه بادبزن را در یک اتاق یا انبار نصب کنید که اتاق بتواند بعنوان مانع صدا عمل کند، اگر میزان صدا زیاد است از دیوار بتنی ضخیم یا مصالح بنایی باید استفاده کرد. چهاردیواری باید هوابند باشد و درهای آن سنگین و تمام درزهایش ، هوابند شوند. مسلما" لازم است اتاق برای جلوگیری از ازدیاد دما تهویه شود. تهویه ممکن است طبیعی یا مکانیکی انجام شودکه بستگی به مقدار گرمای دستگاه دارد. در هر مورد بازشوهای تهویه باید به روش جداگانه از نظر سروصدا مورد بررسی قرار گیرد و از انتقال آن جلوگیری شود.

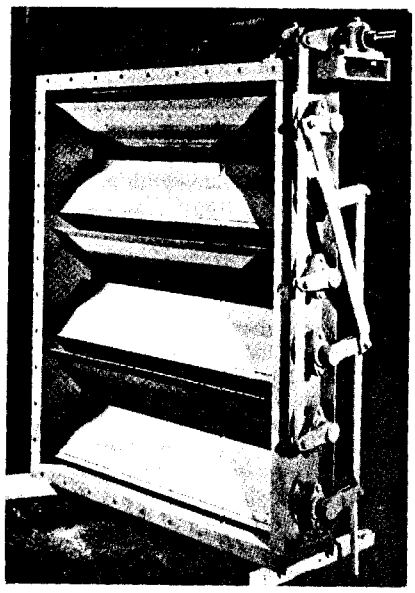
ابزار کنترل میزان هوادهی بادبزن (Fan Volume Control Devices)

انواع زیادی وسائل وجود دارد که میتوان بوسیله آنهامیزان هوادهی بادبزن را تغییر داد. این وسائل ممکن است دستی یا خودکار باشند. متداولترین این وسائل عبارتند از دمپرهای خروجی ، پره‌های هدایت کننده ورودی و محرکهای با سرعت متغیر. مصرف کننده با توجه به شرایط کاربرد مخصوص محل نصب بادبزن یکی را که هزینه اولیه و بهره‌برداری کمتری دارد انتخاب میکند. شکل ۱۱-۲ نشان میدهد که دمپر از نظر هزینه بهره‌برداری غیراقتصادی ترین، موتور با سرعت متغیر اقتصادی ترین و پره‌های هدایت کننده متغیر ورودی چیزی بین این دو است . از نظر هزینه اولیه وضع برعکس است ، دمپر ارزانترین و موتور با دور متغیر گرانترین است .



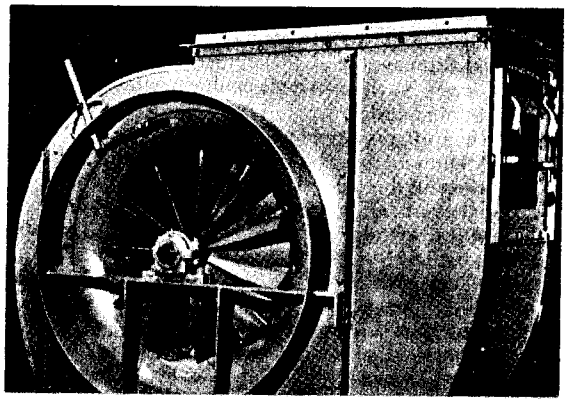
شکل ۱۱-۲ مقایسه توان مورد نیاز در سه راه حل مختلف کنترل مقدار هوا

دمپر خروجی - به شکل ۱۲-۲ نگاه کنید. این دمپرها شامل چند تیغه هستند و طوری اهرم‌بندی شده‌اند که با هم عمل میکنند. به منظور بهبود دمپرها ممکن است نوع تیغه‌ها مناسب جریان هوا (streamline) باشد یا دو تیغه مجاور در دو جهت مخالف گردش کنند (opposed blade) که عملکرد آنها را بهتر نماید. اثر دوجداره کردن تیغه‌ها برای کاستن از مقاومت زیرسوال است ولی گردش تیغه مجاور در دو جهت باعث میشود که کنترل مقدار هوا بطور خطی صورت گیرد. دمپرها کار خود را با افزایش مقاومت سیستم انجام میدهند. در این روش مقداری از فشار استاتیک مفید بادبزن هدر میرود ولی دمپرها در عمل ساده و قابل اعتماد هستند.



شکل ۱۲-۲ دمپرخروجی از بادبزن باتیغه‌های دوجداره واهرمهایی‌انتقال حرکت بطوری که دو پره‌مجاور در دوجهت مخالف گردش میکنند.

پره‌های هدایت کننده متغیر ورودی (Variable Vanes) - (شکل ۱۳-۲) شامل تعدادی پره‌های شعاعی هستند که تا آنجائیکه امکان دارد نزدیک به ورودی بادبزن قرار میگیرند. این پره‌ها (vanes) با هم و از طریق یک اهرم حرکت میکنند و در حالیکه از وضعیت باز به وضعیت بسته تغییر میکنند، جریان هوای ورودی به بادبزن به صورت گردابی و چرخنده در می‌آورند. پره‌ها نقطه عملکرد بادبزن را تغییر میدهند بطوری که هم مقدار هوا و هم مقدار فشار کاهش می‌یابدو در نتیجه مثل دمپر انرژی را هدر نمیدهند.



شکل ۱۳-۲ یک بادبزن با ورودی هوای یک طرفه و پره‌های هدایت کننده متغیر، پره‌ها با حرکت اهرم به سمت وضعیت بسته میچرخند به جریان هوا صورت گردابی و چرخنده میدهند و نقطه کارکرد فن را تغییر میدهند. دریچه دسترسی با دستگیره مخصوص، که سریع باز میشود مجهز است.

کنترل با موتور دور متغیر - سرعت دورانی بادبزن را میتوان با چند نوع محرك تغییر داد. اینها شامل توربین بخاری، کوپلینگهای هیدرولیکی، محرکهای مغناطیسی، موتورهای چند سرعته با جریان مستقیم یا متناوب و محرکهای تسمه‌ای قابل تنظیم میباشند. کنترل فن با تغییر سرعت معمولا" و نه همیشه موثرترین روش کنترل است. با موتورهای جریان متناوب چند سرعته، کم کردن سرعت بصورت پله‌ای (step) و سینکرونه با فرکانس ۵۰ هرتز است، ممکن است از دمپر بعنوان تکمیل کننده استفاده شود. حتی با بهترین محرکهای هیدرولیکی ومغناطیسی که‌سرعت را یکنواخت تا صفرمیرسانند، هدررفتگی لغزشی(slip-losses) در دورهای کم وجود دارد، در نتیجه پره‌های هدایت کننده متغیر ورودی در جائیکه کاهش اندکی درمقدار هوادهی نیاز باشد از نظر توان داده شده (input-power) رجحان دارند. مزیت استفاده از توربین بخاری این است که آنها میتوانند در مدار تاسیسات گرمایی قرار گیرند و راندمان خوبی هم دارند. آنها کنترل سرعت حرکت را نیز یکنواخت انجام میدهند (نه پله پله).

تغییر سرعت بادبزن در یک سیستم ثابت اجازه میدهد که بادبزن با راندمان ثابت کار کند و این یک مزیت بزرگ است.

نصب بادبزن

بازرسی یک بادبزن جدید - به محض رسیدن یک بادبزن و سایر وسایل جنبی آن به کارگاه، یک بازدید دقیق با توجه به مسائل زیر باید انجام شود:

۱- محموله رسیده از هر نظر کامل و طبق مشخصات باشد.

۲- مطمئن شوید که در کالای رسیده دستورالعمل کامل و صریح و روشن نصب بادبزن وجود دارد،

ارسال دستورالعمل نصب بادبزن جزء وظائف سازنده است .

۳- اطمینان حاصل کنید که در حمل و نقل به دستگاه آسیبی وارد نشده باشد. این موضوع خصوصا" اگر بادبزن پوشش حفاظتی داشته باشد خیلی مهم است . در بیشتر موارد پوشش سطوح فن را نمیتوان نوسازی کرد و اگر پوشش کمی آسیب ببیند تقریبا" بی‌فایده میشود.

جابجا کردن و انبار کردن بادبزن - در حمل و نقل بادبزن باید کاملا" دقت شود بویژه زمانی که بوسیله جراثقال و یا چرخ زنجیر بالا و پایین میشود. از یک میله محافظ برای حفاظت بدنه و پایه یاتاقان باید استفاده شود. قطعات ساخته شده از ورق فولادی برای ضربه خوردن طراحی نشده‌اند. اگر حمل و نقل درست انجام نشود ، یاتاقانها از هم محور بودن خارج میشوند و یا فاصله بین چرخ و دهانه ورودی غیریکنواخت خواهد شد . در حمل و نقل بادبزن که با پوشش حفاظتی مخصوص باشد دقت بیشتری باید کرد.

اگر قرار است بادبزن انبار شود برای جلوگیری از ورود اجسام خارجی، دهانه ورودی و خروجی بادبزن را بپوشانید . از انبار کردن ابزار دیگر روی بادبزن خودداری کنید. اگر بادبزن در محوطه باز انبار میشود آنرا کاملا" بپوشانید و قسمت نمایان شافت را با گریس و یا ترکیبات حفاظتی دیگر حفاظت کنید. یاتاقانهای بلبرینگی و غلطکی در کارخانه گریسکاری میشوند اما یاتاقانهای روغنی معمولا" روغنکاری نمیگردند. در هر مورد بهتر است قبل از انبار کردن وضعیت روغنکاری یاتاقان را نگاه کرده و اگر لازم است ضمن چرخاندن بادبزن آنها را روغنکاری نمایید.

سوار کردن بادبزن روی فونداسیون - یک فونداسیون صلب ، سنگین و تراز شده برای سوارکردن بادبزن و سایر متعلقات آن لازم است . بتن ریزی توصیه میگردد. یک حساب سرانگشتی پذیرفته شده این است که وزن پی باید سه برابر وزن بادبزن و متعلقات آن باشد. از پیچهای L یاT شکل استفاده کنید و با بکارگیری غلافهای فلزی جای بازی برای تنظیم بگذارید. در تخمین طول پیچها، ۱ اینچ برای فاصله پرکنها باضافه ضخامت پایه یاتاقان، واشرها، مهره‌ها و چند دنده اضافی برای بازکردن در نظر بگیرید.

اگر لازم است از فونداسیون فولادی استفاده شود، مطمئن شوید که تراز بوده و آنقدر صلب باشد که هم‌محور بودن فن و موتور دائمی بماند. این فونداسیون باید وزن بادبزن و بار نیروی گریز از مرکز حاصل از چرخیدن بادبزن را بتواند تحمل کند. تمام قطعات فونداسیون باید جوشکاری یا میخ پرچ شود. بادبزنی که در طبقات بالاتر از همکف ساختمان نصب میشود باید تا آنجائیکه امکان دارد روی یک دیوار حمال یا ستون قرار گیرد.

اگر برای نصب بادبزن از سکوی آویزان استفاده میکنید سکو باید سخت و محکم و تراز باشد و در تمام جهات مهار شده باشد.

بازرسی قبل از روشن کردن فن

۱- بازدید ظاهری - داخل بدنه را بازدید کنید که اجسام خارجی و باقیمانده از مصالح مصرفی در آن نباشد.

۲- چفت وبستها- تمام چفت وبستها مخصوصا" پیچ ومهره‌های فونداسیون، یاتاقان و موتورها را بازرسی کنید.

۳- یاتاقانها- میزان بودن آنها را بازرسی کرده و مطمئن شوید که بدرستی روغنکاری شده باشند. سیستمهای جانبی مانند خنک کنندگی آبی، خنک کنندگی هوایی، و روغنکاری را بازدید کنید.

۴- کوپلینگها- اگر کوپلینگ از نوعی است که روغنکاری میشود چک کنید که روغنکاری شده باشد. در کوپلینگ توربینهای بخاری معمولا" کوپلینگ را ۰/۰۰۱ اینچ به ازاء هر یک اینچ ارتفاع توربین ، نسبت به محور آن پائینترمیگیرند. در موتورهای الکتریکی بزرگ توصیه عملی این است که نیمه

کوپلینگ موتور ۰/۰۰۱ اینچ به ازاء هر اینچ قطر موتور پایینتر قرار گیرد.

چرخ بادبزن - اطمینان حاصل کنید که جهت گردش چرخ در محفظه درست است، جهت صحیح چرخش معمولا" روی محفظه و نه روی چرخ حک شده است . همیشه نمیتوان چشمی جهت چرخش را تشخیص داد. اگر کمترین تردیدی دارید موضوع را با سازنده درمیان بگذارید. بعد از حصول اطمینان ، در بدنه بیرونی بادبزن، در جایی که در معرض دید باشد جهت گردش را با موادی نقش کنید که زود پاك نشود. یک پیکان دائمی فلزی که به محفظه متصل بشود پیشنهاد میگردد.

پیچ ضامنها را محکم کنید. اگر دو عدد پیچ است ، اول آن یکی را که جلوتر از جاخار است (نسبت به جهت چرخش) و بعد دیگری را که روی جاخار است ، محکم کنید.

به آهستگی چرخ را با دست بچرخانید و مطمئن شوید که جایی گیر نمیکند. طبق دستورالعمل سازنده فاصله بین چرخ و مخروط دهانه ورودی را منظم کنید. این فاصله بستگی به نوع و اندازه بادبزن دارد ولی بطورکلی باید تا آنجائیکه خطر برخورد نباشد نزدیک بهم باشند. این فاصله خیلی بزرگ نباید باشد در آنصورت عملکرد بادبزن عوض میشود. در کاربردهای با دمای بالا در حالت سرد باید فاصله اضافی باشد که جبران انبساط در حالت گرم را بکند.

محرك تسمه - پولیها را چک و میزان کرده و سپس پیچ ضامنها را سفت کنید. کشش تسمه‌ها را آزمایش کنید. غیرممکن است که در مورد کشش تسمه‌ها دستور کلی داده شود باید از تجربه و مهارت شخصی استفاده شود. کشش درست آن است که ار صدای جیغ ممتد در زمان راه‌اندازی و لغزش در بار حداکثر جلوگیری کند. نباید آنقدر سفت باشد که یاتاقان بادبزن و موتور را تحت فشار قرار دهد.

دمپرهاو پره‌های هدایت کننده و متغیر ورودی - این ابزار باید بازدید شوند که آزادانه و با هم حرکت کنند و در موقع بستن بدرستی قرار گیرند. حالت "باز" و "بسته" اهرمها باید بخوبی مشخص باشد و علامت گذاری شود چون پس از نصب کانال قابل رویت نیستند.

راه اندازی - قبل از آنکه بادبزن را به سرعت نامی برسانید ، موتور آنرا یک لحظه تحریک کنید که مطمئن شوید جهت چرخش درست باشد. اگر جهت درست باشد، حالا میتوانید بادبزن را بکار بیندازید. اگر محرك آن چند سرعتی است ، اول با سرعت کم راه‌اندازی کنید و سپس به آهستگی به سرعت کامل برسید.

توصیه میکنیم که در همین زمان بوسیله دورسنج ، دور بادبزن را در سرعت نامی اندازه بگیرید. اگر محرك آن چند سرعته است، در چند نقطه اندازه‌گیری انجام شود. اگر نسبت به سرعت طراحی خطا داشته باشد باید برطرف شود. اگر بادبزن محرك تسمه قابل تنظیم داشته باشد، اندازه‌گیری دور ضروری است . اگر سرعت طبق مشخصات نیست ، بادبزن را خاموش کرده و پولیها را تنظیم کنید ، میزان کشش تسمه‌ها را دوباره چک کنید.

در ساعات اولیه راه‌اندازی ، بادبزن باید تحت مراقبت باشد اگر لرزش غیرعادی و سایر اشکالات دیده شود بلافاصله آنرا خاموش کنید . مواظب نشت آب و روغن ، دمای بالای یاتاقان و موتور و یا صدای غیرعادی بادبزن باشید. به لیست بازدیدهای ادواری و به لیست اشکالات احتمالی و عملکرد آنها درآخر فصل مراجعه کنید. بعد از چند روز بهره‌برداری ، بادبزن باید خاموش شود و طبق لیست یادشده عملیات سرویس و نگهداری انجام شود.

ابزار حفاظت و ایمنی

برای حافظت پرسنل از برخورد با قطعات چرخان فن باید روی آنها با حفاظ مناسب پوشانده شود . این لوازم در عین حال برای جلوگیری از آسیب رسیدن به دستگاه نیز مفید هستند.

توری محافظ - چنانچه ورودی یا خروجی بادبزنهای گریز از مرکز و محوری باز باشند، بوسیله توری

محافظ باید بسته شوند خصوصا" وقتی که بادبزن در حال کار است . موتور و محرك پروانه‌های ملخی معمولا" در یک محفظه بسته قرار دارند. توریهای محافظ معمولا" مانع جریان هوا هستند ولی چشمه توری نباید خیلی ریز باشد، بطور کلی برای گریز از مرتز از ۱ اینچ و برای ملخی از ۲/۱ اینچ کوچکتر نباشد.

حفاظ کوپلینگها - حفاظ باید به اندازه کافی نیرومند باشد که ایمنی پرسنل را تضمین کند و برای عملیات نگهداری به آسانی قابل برداشتن باشد.

حفاظ تسمه‌ها - محرك تسمه V شکل یک محرك اصطکاکی است و گرما تولید میکند . هوا باید به راحتی در اطراف آن گردش داشته باشد تا گرما را پراکنده کند، بنابراین نباید آنرا بطور کامل بست. برای حفاظت از تسمه و پولیها ممکن است از توری فلزی استفاده شود.

کلیدهای قطع کننده - اگر بادبزن از کلید راه‌انداز فاصله دارد و سیستم قفل شدن خودکار وجود نداشته باشد باید یک کلید قطع‌کننده در مجاورت بادبزن برای حفاظت پرسنل نگهداری که مشغول کار هستند نصب شود.

ابزار محافظ - ابزارهای زیادی موجود است که چنانچه اشکالی در کاربرد بادبزن بوجود آید آنرا بطور خودکار خاموش میکند. میتوان ترتیبی داد که علائم خبر سمعی و بصری نیز به هنگام مشکل ارسال کنند. از میان امکانات موجود میتوان از لرزش سنج ، دماسنج برای یاتاقانها، قطع جریان مایع خنک کننده یا جریان روغن و قطع یا کاهش جریان هوا نام برد. از این ابزار، اگر بادبزن وظیفه خطیری را بعهده دارد و یا دسترسی به آن مشکل است میتوان بخوبی استفاده نمود.

بازرسی ادواری (Periodic Inspection)

ثبت آمار - احتمالا" لازم نیست اهمیت ثبت اطلاعات و ارقام گوشزد شود. چگونگی نگهداری آمار و ارقام بستگی به شرایط بهره‌بردار دارد. همیشه شماره سریال دستگاه را در دسترس داشته باشید زیرا ممکن است سازنده بدون آن نتواند لوازم یدکی مورد نیاز شما را فراهم سازد. اطلاعات درج شده روی پلاك فن و موتور را جداگانه ثبت و نگهدارید زیرا این پلاك ممکن است با زنگ زدگی یا رنگ آمیزی از بین برود سعی کنید که هر دستگاه اصلی شماره داشته باشد و یا پلاك برای همیشه به آن آویخته شود. دوره بازرسی بستگی به سختی کار و نوع دستگاه دارد. اطلاعات مربوط به سرویسها و تعمیرات انجام یافته و لیست قطعات یدکی مصرف شده با ذکر تاریخ باید ثبت شود.

کلیات - یک برنامه نگهداری زمانی کامل است که تمیز کردن جزء لاینفک آن باشد . روغن اضافی و باقیمانده مصالح مصرفی روی دستگاهها نباشد. هروقت لازم است تمیز کنید و رنگ آمیزی نمایید، خصوصا" اگر دستگاه در محیط باز با آب و هوای خورنده نصب شده باشد.

یاتاقانها - یاتاقان خوب از هر نوع ، اگر بدرستی انتخاب و نصب شود، میتواند سالیان دراز سرویس بدهد اگر از آفتهای طبیعی خود از قبیل موارد زیر، مصون باشد:

۱- روغن کم یا خیلی زیاد
۲- نوع روغن نامناسب
۳- گردوخاك ، رطوبت و آب و هوای خورنده
۴- انتقال گرمای تشعشعی یا جابجائی از منابع مجاور
۵- محیط کار با دمای زیاد
۶- باراضافی دراثر کشش زیاد تسمه‌ها، هم‌محور نبودن، بالانس نبودن چرخ، یاارتعاش انتقالی‌ازسایردستگاهها
۷- بکار انداختن بادبزن با سرعتی بالاتر از سرعت طراحی شده

یاتاقانی که گرم میکند الزاما" خیلی داغ محسوب نمیشود، زیرا یاتاقان بادبزنها در سرعت بالا تا ۷۵ درجه‌فارنهایت بالای دمای اتاق کار میکنند. از اعداد زیر بعنوان راهنمای تقریبی حداکثر دمای کار یاتاقانها استفاده کنید:

- یاتاقانهای بلبرینگی یا غلطکـــی ۱۶۵ درجه فارنهایت
- یاتاقانهای غلافی‌ازنوع رینگ روغنی ۱۵۰ درجه فارنهایت
- یاتاقانهای غلافی‌باخنک شونده آبی ۱۱۰ درجه فارنهایت

اگر هرگونه تردیدی دارید، دمای داغترین نقطه را با دماسنج اندازه گرفته و با سازنده بادبزن یا تهیه کننده یاتاقان مشورت کنید.

کوپلینگها- هم محور نبودن تقریبا" علت اصلی خراب شدن زودرس کوپلینگها است . کوپلینگهای خوب قادر هستند سالیان دراز سرویس بدهند اگر میزان (هم محور) باشند و چنانچه روغنکاری لازم داشته باشند اینکار بخوبی انجام شود. به توصیه‌های سازنده کوپلینگ توجه کنید. بسیار مهم است که میزان کردن بادبزن و موتور در دمای کار آن انجام شود، خصوصا" اگر سیال دمای بالا دارد یا محرك توربین بخاری و یا موتور الکتریکی بزرگ است .

اگر موتور به یاتاقان نوع غلافی مجهز باشدو احتمال دارد حرکت محوری قابل توجهی صورت گیرد، فاصله صحیح بین شافت موتور و شافت بادبزن در زمانیکه روتور در مرکز مغناطیس خود است باید برقرار شود. این حالت با روشن کردن موتور و ثبت کردن نقطه‌ای که شافت در انتهای حرکت خود بدان میرسد بدست می‌آید.

محرکهای تسمه‌ای - به "بازرسی قبل از روشن کردن" مراجعه کنید. اگر تسمه محرك چند تسمه‌ای را عوض می‌کنید ، از یک مجموعه کامل تسمه هم‌طول استفاده کنید. هرگز از نیروی زیاد برای جاانداختن تسمه در شیار پولی استفاده نکنید. موتور را شل کنید و حرکت دهید تااین عمل به آسانی صورت گیرد. از هرگونه پوشش تسمه بپرهیزید مگر اینکه توسط سازنده توصیه شده باشد.

لنگرگیری (بالانس کردن) بادبزن - چرخ بادبزن بوسیله سازنده در حالت استاتیکی و دینامیکی لنگرگیری شده است. اگر بادبزن با هوای تمیز کارکند و تمیز نگهداشته شود و آسیبی نبیند به لنگرگیری بعدی نیاز ندارد. عدم تعادل فن ارتعاش ایجاد میکند که میتوان بوسیله انگشت گذاشتن روی یاتاقان آنرا حس نمود. همیشه کمی ارتعاش وجود دارد. جابجائی ارتعاشی به "میل" (Mils) اندازه‌گیری میشود. یک میل ۰/۰۰۱ اینچ است . جدول ۲-۲ مقدار ارتعاش مجاز را نشان میدهد:

سرعت دورانی فن R.P.M. Fan speed, rpm	ارتعاش- میل Vibration, mils			
	Smooth آرام	Fair متوسط	Rough شدید	Very rough خیلی شدید
600	2	4	8	15-20
900	1.5	2.75	6	8-10
1,200	1.0	2	4.5	6-8
1,800	0.75	1.5	3.5	5-7
3,600	0.4	0.7	2.5	4-5

یادداشت: حالت متوسط بدنیست ولی لازم است تصحیح شود، حالت شدید باید هرچه زودتر برطرف شود. اصولا" فن نباید در حالت خیلی شدید کار کند.

عدم بالانس بودن چرخ تنها دلیل ارتعاش نیست، به لیست مشکلات و علتها در آخر فصل رجوع کنید. احتمالات دیگر قبل از لنگرگیری چرخ باید بررسی شود. یک وسیله اندازه‌گیری ارتعاش و دستگاه آنالیزکننده آن در مورد پیدا کردن اشکال بسیار مفید واقع میشود. این ابزار در مقایسه با روش سعی و خطا عمل لنگرگیری را آسان هم میکند. این روش در زیر توضیح داده شده است . این عملیات با گچ زدن موتور در

ترتیب استقرار شماره ۴ و شافت بادبزن در انواع دیگر استقرار انجام میشود.

۱- بادبزن را به حداکثر سرعت اسمی برسانید. اگر بادبزن و یاتاقانها لرزه‌گیر دارند با گذاشتن قطعه‌ای در زیر بادبزن لرزه‌گیر را از عمل خارج کنید. بادبزن باید در زمان لنگرگیری در جای خود ثابت باشد.

۲- بوسیله سنباده شافت در حال حرکت را در محفظه و از طرف محرك (درمورد بادبزنهای یکطرفه) تمیز کنید. در مورد بادبزنهای دو طرفه عمل گچ‌زدن باید از هر دو طرف و مثل اینکه دو چرخ وجود دارد انجام شود.

۳- یک تکه‌گچ تیز شده یا یک طلق را طوری نگهدارید که لبه شافت در حال چرخش را فقط لمس کند. گچ یک خط روی شافت می‌اندازد، طول خط نمایانگر مقدار لنگر است. سه یا چهار خط بکشید تا بتوان میانگین آنرا بدست آورد. گچ طوری باید نگهداشته شود که فقط نقطه لنگی شافت را لمس کند و نه روی شافت "بلغزد". اگر شافت بالانس نباشد، بوسیله وزن لنگر به سمت خارج پرت میشودو نقطه لنگ آن مشخص میشود.

۴- بادبزن را خاموش کنید.

۵- چرخ را با دست بچرخانید تا ضخامت طول و خطوط ایجاد شده روی شافت را ببینید. مرکز خطوط را علامت بزنید و یک وزنه تعادل روی تیغه چرخ در جهت مخالف لنگر (۱۸۰ درجه‌ای مرکز خطوط) بگذارید.

۶- گیره U شکل یا شبیه سنجاق سر میتواند بعنوان وزنه تعادل استفاده شود بشرطی که از ورق فولادی یا میلگرد ساخته شده باشد. وزنه‌ها طوری باید ساخته شده باشند که روی قسمت خارجی تیغه جاسازی شده و پرتاب نشوند. برای بادبزنهای با ورودی دوتایی بهتر است گیره‌ها جفتی ساخته شود.

۷- وزن و اندازه وزنه‌ها بستگی به طول خطوط روی شافت دارد. خطوط کوتاه نشانگر این است که بادبزن لنگر زیادی دارد و از وزنه‌های تعادل سنگین‌تری باید استفاده شود.

۸- بعد از آنکه وزنه آزمایشی را نصب کردید، بادبزن را دوباره روشن کرده و عمل گچ زنی را تکرار کنید، اگر خطوط ایجاد شده طولانی‌تر و مرکز آنان از خطوط قبلی دور نشده است، بهمان پره وزنه‌های دیگری اضافه کرده و دوباره روشن کنید. آزمایش را آنقدر تکرار کنید تاخطوط گچ تمام دور شافت را بطور یکنواخت نقش کند. در آن موقع لنگرگیری انجام شده است.

۹- اگر مرکز خطوط کشیده شده از خطوط نقش شده اولیه فاصله بگیرد وزنه را روی پره مجاور جلو یا عقب ببرید بطوریکه مرکز علامت (طرف ضخیم) از وضعیت اولیه حرکت نکند. در صورتیکه ارتعاش کم شود، وزنه‌ها را ۱۸۰ درجه حرکت دهید، وقتی خطوط به حالت اول برگشتند، وزنه اضافه کنید تا لنگرگیری کامل شود.

۱۰- اگر وزنه‌ها خیلی سنگین باشند، مرکز خطوط ۱۸۰ درجه از وضعیت اولیه میچرخند.

۱۱- وقتی جا و مقدار وزنه‌ها مشخص شد، وزنه آزمایشی یا وزنه معادل را به چرخ جوش یا پرچ کنید. (ترجیحا" به پشت فلنج). وزن نقطه جوش یا پرچ را هم باید در نظر بگیرید.

۱۲- اگر خطوط گچ‌کاری بطور یکنواخت دور شافت بیفتد ولی هنوز ارتعاش ادامه داشته باشد، ممکن است علت آن ضعیف بودن پی یا شل بودن پیچهای آن باشد.

اشکالات بادبزن (Fan Troubles)

لیست زیر اشکالات متداول بادبزن و علت آنرا نشان میدهد:

هوادهی یا فشار پایینتر از مقدار اسمی :

۱- مقاومت کل سیستم بیش از مقدار پیش بینی شده است
۲- دور کم است
۳- دمپر یا پره‌های هدایت کننده ورودی بدرستی تنظیم نیستند
۴- حالت نادرست ورودی یا خروجی بادبزن
۵- وجود نشت هوا در سیستم
۶- چرخ آسیب دیده است
۷- جهت چرخش صحیح نیست
۸- چرخ روی شافت برعکس سوار شده است

ارتعاش و صدا:

۱- غیرمیزان بودن یاتاقانها، کوپلینگها، چرخ و یا محرك تسمه‌ای
۲- فونداسیون لرزان و نااستوار
۳- جسم خارجی در محفظه بادبزن است که باعث لنگر شده است
۴- یاتاقانها فرسوده شده
۵- چرخ یا موتور آسیب دیده
۶- پیچها یا پیچ ضامنها شل یا شکسته شده
۷- شافت خمیده شده
۸- کوپلینگ فرسوده شده
۹- چرخ بادبزن یا محرك از بالانس خارج شده
۱۰- وز وز کردن مغناطیس ۱۲۰ سیکلی در اثر برق ورودی (ولتاژ را چک کنید)
۱۱- ظرفیت بادبزن بیش از مقدار اسمی است
۱۲- دمپر یا پره‌های هدایت کننده ورودی شل شده
۱۳- دور زیاد است یا بادبزن در جهت عکس میچرخد
۱۴- ارتعاش از دستگاههای مجاور به بادبزن منتقل میشود

گرم شدن زیاد یاتاقانها:

۱- گریس در یاتاقان بلبرینگی زیاد است
۲- هم‌محور نیست
۳- چرخ یا محرك آسیب دیده‌است
۴- شافت خمیده شده
۵- انتهای شفت در وضعیت نادرست است
۶- کثافت در یاتاقانها
۷- کشش تسمه زیاد است
۸- گرما از دستگاه مجاور از راه تابش یا انتقال به فن میرسد

بار بیش از مجاز روی محرك :

۱- سرعت زیاد است . ۱
۲- مصرف برق بیش از حد موتور بعلت اینکه مقاومت موجود سیستم کمتراز مقدار اسمی اولیه است
۳- چگالی گاز بیش از مقدار طراحی است
۴- واشر خیلی سفت یا آسیب دیده در بادبزنی که کاسه نمد داشته باشد
۵- شافت خمیده شده است
۶- جهت چرخش اشتباه است
۷- موتور و فن هم محور نیست
۸- وضعیت چرخ نسبت به محفظه گوه‌ای یا خمیده شده است
۹- یاتاقان بدرستی روغنکاری نشده
۱۰- کابل کشی موتور درست انجام نشده

۱- هرگز اجازه ندهید که سرعت چرخش فن نسبت به اندازه اسمی آن زیادتر شود مگر آنکه حداکثر سرعت مجاز دوران آن را بدانید. اگر نسبت به آن اطمینان کامل ندارید با سازنده فن مشورت کنید.

بخش هشتم ـ نگهداری دستگاههای تاسیساتی

فصل چهارم:

پمپهای گریز از مرکز

بخش هشتم - نگهداری دستگاههای تاسیساتی

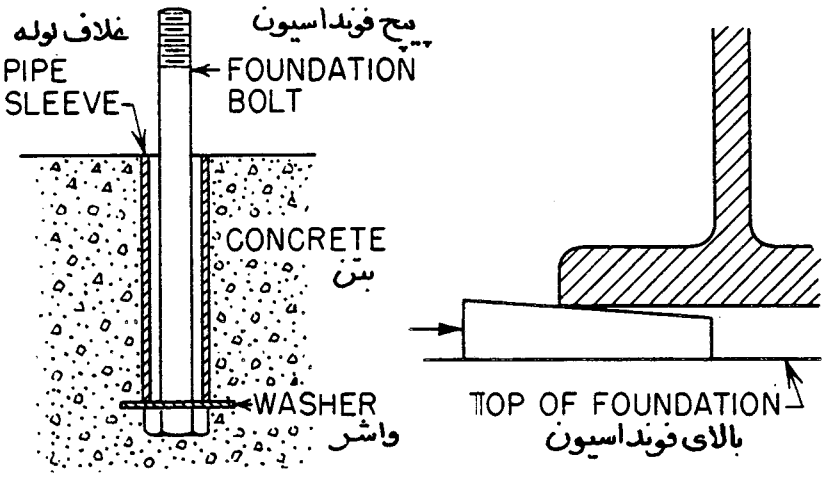
فصل چهارم - پمپهای گریز از مرکز

نحوه انتخاب و روش نصب پمپهای گریز از مرکز در بهره‌برداری از آنها بسیار موثر است . این فصل اساسا" به موضوع نگهداری می‌پردازد اما برای اینکه پمپ بتواند بدون اشکال کارکند باید اول بطور صحیح انتخاب شود. برای اینکه بهره‌برداری موثر و به کمترین تعمیرات نیاز باشد، تمام اطلاعات لازم و قابل پیش بینی درباره کار پمپ را به سازنده اعلام کنید تا او بتواند خواسته‌های شما را برآورده کند.
اکثر سازندگان پمپ کتابچه‌هایی حاوی دستورالعمل نصب ، بهره‌برداری و نگهداری محصولات خود را به خریدار عرضه می‌کنند. اطلاعات زیر نکات کلی است که در مورد تمام پمپها صادق است :

نصب - پمپ را در محلی نصب کنید که برای بازرسی منظم به آسانی در دسترس باشد. تا جائی که امکان دارد لوله مکش پمپ باید نزدیک منبع تغذیه آن باشد تا لوله مکش کوتاه و مستقیم اجراء شود(به لوله مکش مراجعه کنید) برای حرکت جرائقال ، زنجیر و چرخ یا بالابر فضای کافی در نظر بگیرید. اگر پمپ در چاله‌ای نصب میشود باید بنحوی درمقابل غوطه‌ور شدن محافظت گردد.
بسیار مهم است که پمپ روی فونداسیون محکم و ترجیحا" بتنی قرار گیرد. پیچهای فونداسیون باید طبق شکل ۱-۴ و با اندازه‌هایی که در نقشه‌های تائید شده آمده مطابقت داشته باشد. قطر غلافهای لوله‌ای (Pipe Sleeves) که در بتن کار گذاشته میشود باید دوبرابر و نیم بزرگتر از قطر پیچهای ثابت کننده باشد.

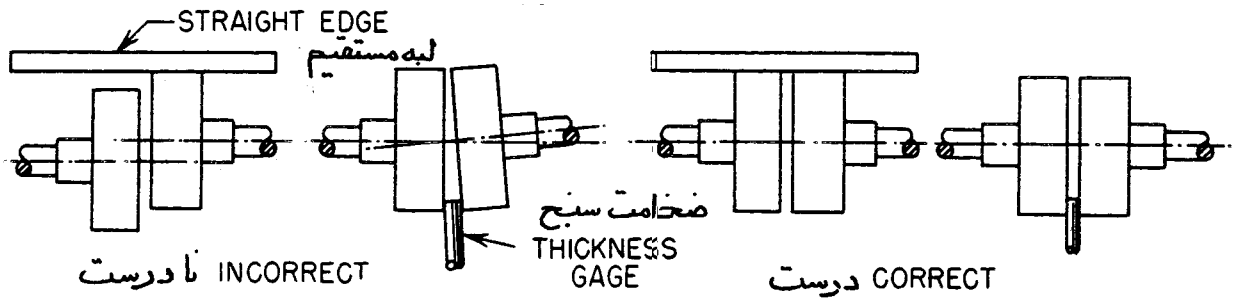
هم‌محور کردن - پمپهادر کارخانه بوسیله صفحات ترازکننده با محرك روی پایه هم‌محور و میزان میشوند. ولی تجربه نشان داده‌است که پایه‌ها هرچقدر هم محکم و زمخت باشند درموقع حمل ونقل پیچیده‌و از جای خود تکان میخورند. بنابراین هیچ تضمینی وجود ندارد که هم‌محوری اولیه کارخانه به‌همان شکل باقی بماند درنتیجه لازم‌است که پس ازقرارگرفتن پمپ روی فونداسیون عمل هم‌محور کردن دوباره انجام شود.

۱- پمپ را طوری روی فونداسیون قرار دهید که بین سطح بالایی فونداسیون و کف پایه پمپ ۱ اینچ فاصله باشد، برای اینکار از گوه (wedge) استفاده کنید(شکل ۱-۴).
۲- اگر کوپلینگ خار دارد آن را بیرون بیاورید و سطح بالایی پایه را بوسیله گوه تنظیم کنید طوری که تراز باشد.
۳- پیچهای فونداسیون را طوری محکم کنید که پایه روی گوه‌ها استوار قرار گیرد.
۴- میزان بودن کوپلینگ را در دو طرف اتصال بوسیله یک تیغه صاف (straightedge) چک کنید. این کار در چهار نقطه کوپلینگ با اختلاف زاویه ۹۰ درجه از هم باید انجام شود. فاصله بین سطوح دو نیمه کوپلینگ نیز باید با فیلر در چهار نقطه اندازه گرفته شود. به نقشه شماتیک کوپلینگ شکل ۲-۴ نگاه کنید. دو نیمه کوپلینگ با تنظیم گوه‌های زیر پایه بطور کامل هم‌محور و میزان شوند و همزمان پایه نیزتراز گردد.
۵- اگر پمپ بوسیله زنجیر یا دنده به محرك کوپله میشود، میزان کردن باید بوسیله گونیادر سطوح طرفین دنده یا چرخک زنجیری (sprocket) در دو جهت انجام شود. زاویه بین دو جهت بستگی به بزرگی دنده یا چرخک زنجیری دارد. اگر پمپ و محرك آن در محیطهای گرم کار می‌کنند (مانند توربینهای بخاری یا سیال با دمای بالا) ، عمل میزان کردن در دمای کار پمپ باید انجام شود تا اثر انبساط و انقباض ناشی از دمای کار نیز ملحوظ گردد.
۶- اطراف فونداسیون را بوسیله دوغاب سیمان تا ۱ اینچ بالاتر از زیر پایه پمپ پر کنید و ۴۸ ساعت صبرکنید تا دوغاب سیمان خشک شود.



شکل ۱-۴ نحوه جاگذاری پیچهای فونداسیون

Fig.4-1 Method of placing foundation bolts



شکل ۲-۴ نحوه بازرسی میزان بودن کوپلینگ

Fig.4-2 How to check alignment of coupling

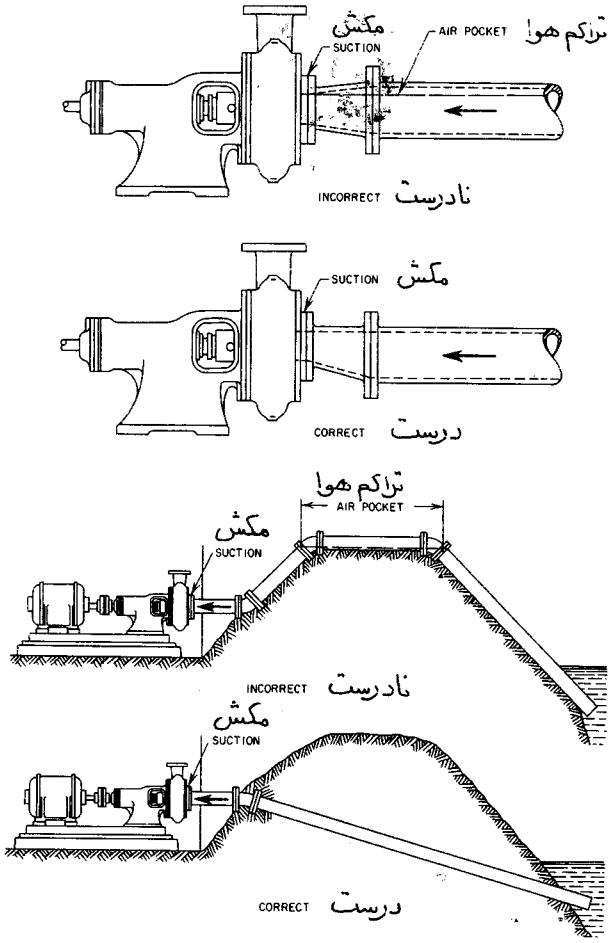
اتصال لوله به پمپ - این لوله‌ها باید بطور عادی در یک خط قرار گیرند. سعی نکنید آنها را با زور و به کمک پیچ فلنجها به یکدیگر متصل کنید زیرا ممکن است میزان پمپ بهم بخورد . تکیه‌گاه لوله‌ها باید مستقل از پمپ باشند تا فشاری به بدنه آن وارد نکنند. بعد از لوله‌کشی، میزان بودن پمپ باید دوباره بازدید شود و در صورت لزوم اصلاحات انجام شود. اگر طول لوله خروجی خیلی زیاد است ، برای جبران ازدیاد طول (در اثر فشار) یک قطعه انبساط (packed slip joint) روی لوله نصب کنید. همچنین اگر لوله‌ها در معرض تغییر دما هستند ، باید طوری نصب شوند که فشار ناشی از انبساط و انقباض آنها ، به پوسته پمپ وارد نشود. پمپهای سیستم تهویه مطبوع یا بهداشتی که ناچارا" در داخل ساختمان قرار میگیرند باید از اسکلت فلزی و دیوارها جدا باشند تا ارتعاش آنها به ساختمان منتقل نشود و صدای مزاحم ایجاد نکند. برای جلوگیری از انتقال ارتعاش لوله خروجی به پمپ نصب لرزه‌گیر لازم است .

لوله رانش - برای محافظت از پمپ ، یک شیر کشویی و یک شیر یکطرفه در لوله خروجی نزدیک پمپ نصب کنید. شیر یکطرفه باید بین پمپ و شیر کشویی قرار گیرد. اگر روی لوله رانش برای ازدیاد قطر لوله از تبدیل استفاده میکنید ، تبدیل باید بین پمپ و شیر یکطرفه قرار گیرد. قطر خروجی باید با توجه به افت فشار سیستم انتخاب شود و هرگز نباید کوچکتر از قطر دهانه خروجی پمپ باشد و بهتر است یک یا دو سایز بزرگتر از آن باشد.

لوله مکش - لوله مکش تا آنجائیکه امکان دارد باید کوتاه و مستقیم و حداقل یک یا دو سایز بزرگتر از دهانه ورودی پمپ باشد. طول و قطر آن باتوجه به حداکثر ارتفاع مکش مجاز- (Maximum Allowable

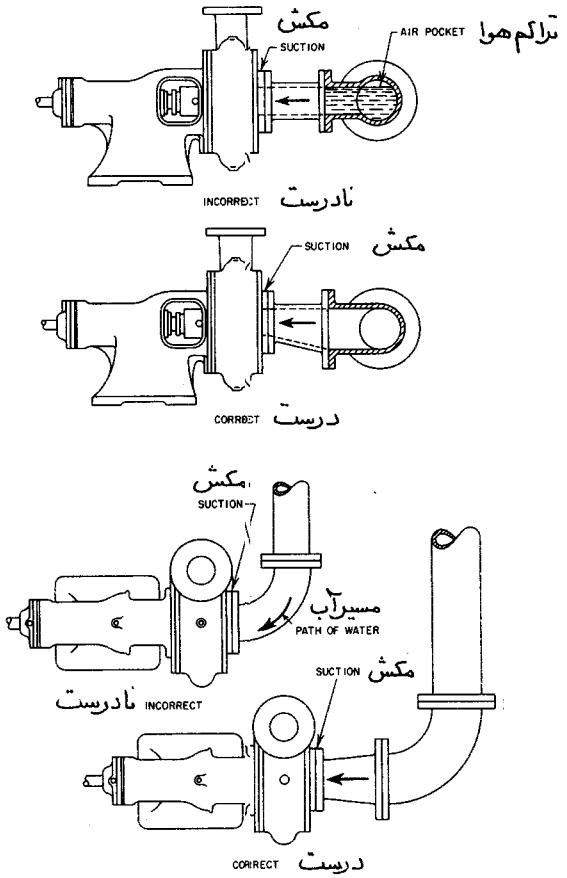
Suction Lift)، حداکثر ۱۵ فوت با احتساب اصطکاك تعیین میشود. اگر نیاز به تبدیل قطر لوله باشد، ازتبدیلهای استاندارد ASME استفاده کنید. سیالات داغ باید بطور ثقلی به نقطه مکش پمپ برسند. لوله‌ها باید طوری نصب شوند که هواگیری آنها به سهولت انجام شود. به شکلهای ۳-۴ الی ۶-۴ برای دیدن حالت صحیح نصب لوله مراجعه کنید. لوله‌ها باید بوسیله آزمایش فشار نشت یابی شوند. در صورت لزوم برای پر نگهداشتن پمپ از آب ، شیر سوپاپی (Foot Valve) روی لوله مکش نصب میشود. سطح خالص دهانه این شیر باید حداقل مساوی یا بزرگتر از سطح مکش پمپ باشد.

به هنگام نصب پمپ و لوله کشی آن و یا تعویض لوله ، مواظب باشید که اجسام خارجی مانند ریگ و دیگر ذرات وارد پمپ نشود چون باعث میشود پمپ آسیب ببیند. برای محافظت پمپ در برابر ذرات خارجی بهتر است یک صافی در مکش آن نصب شود که سطح خالص دهانه آن حداقل ۳ تا۴ برابر سطح داخلی لوله مکش باشد.



شکل ۳-۴ و ۴-۴ روشهای درست و نادرست نصب لوله‌های پمپ

Fig. 4-3 and 4-4 Correct and incorrect methods of installing piping at pump

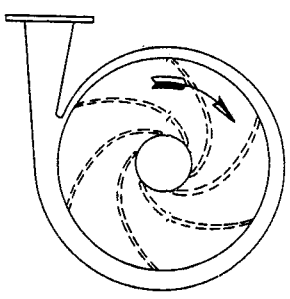


شکل ۵-۴ و ۶-۴ روشهای درست و نادرست نصب لوله‌های پمپ

Fig. 4-5 and 4-6 Correct and incorrect methods of installing piping at pump

بازرسی نهائی هم‌محوری - پس از تکمیل لوله‌کشی ، با روش گونیا و فیلر میزان بودن پمپ را دوباره بازرسی کنید. چون پیش از پایان لوله‌کشی هم‌محوری و میزان کردن انجام گرفته ، بنابراین هر نامیزانی احتمالی ناشی از فشارهای وارده در زمان لوله‌کشی بوده است که باید تصحیح شود. اگر کاسه نمدها درست جا رفته باشد و پمپ ومحرك هم‌محور باشند، پروانه پمپ باید به راحتی با دست بچرخد.

جهت چرخش - پمپ باید همیشه در جهت فلشی که روی بدنه آن حک شده بچرخد. برای مشخص کردن چرخش راست دست یا چپ دست از سمت محرك باید به پمپ نگاه کرد. به شکل ۷-۴ نگاه کنید. توجه کنید که پروانه در جهت عکس انحنای پره می‌چرخد.



شکل ۷-۴ جهت چرخش پره‌های پروانه

Fig. 4-7 Direction of rotation of impeller vane

راه اندازی - پمپ را پر کنید (به این عمل پرکردن "priming" میگویند) . قبل از روشن کردن لوله مکش و بدنه پمپهای گریز از مرکز باید پر از آب باشد، در غیر اینصورت پمپ کار نخواهد کرد و هوا بجای آب پمپ میشود.

این پمپها به سه روش پر میشوند:

۱- با پر کردن بدنه و لوله ورودی و جلوگیری از خالی شدن مجدد آن با نصب یک سوپاپ

۲- بوسیله پمپ خلاء

۳- بوسیله اجکتور بخاری ، هوایی یا آبی

در زمان راه اندازی شیر خروجی باید آنقدر باز باشد که حداقل بار به موتور وارد شود. برای پروانه‌های نوع شعاعی (radial) یا فرانسیس (francis) شیر خروجی باید بسته و برای نوع ملخی (propeller) یا جریان مخلوط (mixed-flow) باید باز باقی بماند. برای جلوگیری از ازدیاد بار ناگهانی موتور و ایجاد موج ضربه قوچ در لوله‌های خروجی ، شیر خروجی باید بتدریج باز شود.

خاموش کردن - قبل از خاموش کردن پمپ ، شیر خروجی باید در همان حالت راه اندازی قرار گیرد تا از افت ناگهانی بار موتور خودداری شود و موج ضربه قوچ در لوله‌کشی ایجاد نگردد.

یافتن علت بد کار کردن - در بهره‌برداری از پمپهای گریز از مرکز، بعضی اوقات اشکالاتی بروز میکند که با بازدیدهای کوتاه مدت و دقیق باید همیشه علت را یافته و عیب را برطرف نمود. به جدول ۱-۴ نگاه کنید.

جدول ۱-۴ یافتن علت بد کارکردن پمپ

اشکـــــال	علـــــت	روش رفـع معـایب
پمپ آب نمیدهد.	ممکن است پمپ با آب پر نشده باشد.	به متن و پاراگراف "راه‌اندازی" رجوع کنید.
	سرعت دوران خیلی کم است .	بازرسی کنید که موتور بصورت ستاره به خط وصل بوده و ولتاژ اسمی به آن میرسد. در مورد توربین بخاری گاورنر را چک کنید و ببینید بخار با فشار کافی باشد.
	فشار لوله خروجی خیلی بالا است .	وضعیت کار را چک کنید ، مطمئن شوید که افت فشار، فشار ورودی و خروجی طبق مشخصات است .
	ارتفاع مکش زیاد است .	با فشارسنج چک کنید . ساکشن نرمال از ۱۵ فوت نباید بیشتر باشد.
	پروانه یا لوله‌های ورودی یا خروجی ممکن است گرفته باشد.	لوله‌ها، صافی ورودی و پروانه را بازدید کنید.
	ممکن است پروانه در جهت عکس می‌چرخد.	به قسمت "جهت چرخش " رجوع کنید.
آب کافی پمپ نمیشود.	هوا از خط مکش یا کاسه نمدها نشت میکند.	ورودی را ببندید و خروجی را تحت فشار قرار دهید مانومتر در صورت نشت، کم شدن فشار را نشان میدهد. نشت هوا به میزان ۱٪ ممکن است ظرفیت را ۱۰٪ کاهش دهد.
	سرعت دوران خیلی کم است	به قسمت "راه اندازی " رجوع کنید
	فشار خروجی بیش از حد است	وضعیت کار را چک کنید و مطمئن شوید که افت فشار، فشار ورودی و خروجی طبق مشخصات است .

ادامه جدول ۱-۴ یافتن علت بد کارکردن پمپ

اشکـــــال	علـــــت	روش رفـــع معـــایب
	ارتفاع مکش خیلی زیاد است	فشار را با مانومتر چک کنید، ساکشن معمولا" نباید از ۱۵ فوت بیشتر باشد
	پروانه یا لوله مکش کافی نباشد یا سیال داغ است	سیالات داغ در تمام موارد باید ثقلی و یا بحالت غوطه وری به دهانه ورودی پمپ برسند. به دستورالعمل سازنده مراجعه کنید.
	رینگهای پمپ ممکن است فرسوده باشد	به قسمت "رینگهای سایش "مراجعه کنید.
	پروانه آسیب دیده است	تعمیر یا تعویض کنید
	ممکن است شیر سوپاپی کوچک باشد	بازدید کنید. سطح خالص دهانه سوپاپ باید مساوی یا بزرگتر از سطح دهانه مکش پمپ باشد. سطح خالص دهانه صافی باید ۳ تا۴ برابر سطح دهانه لوله مکش باشد.
	واشر آببندی بدنه آسیب دیده باشد	تمام واشرهای خورده شده را تعویض کنید.
	شیرسوپاپی یا مکش بخوبی درآب غوطه‌ور نیستند	لوله ورودی را حداقل ۳ فوت در سیال غوطه‌ور سازید.
فشار کافی نیست	سرعت کم است	چک کنید که موتور به روش ستاره مثلث به خط وصل باشد و ولتاژ کافی به آن برسد.
	ممکن است هوا در آب باشد	ورودی را ببندید و خروجی را تحت فشار قرار دهید. نشت با افت فشار مانومتر مشخص میشود. ۱٪ نشت هوا ۱۰٪ ظرفیت را کاهش میدهد.
	رینگهای پمپ خورده شده‌اند	به قسمت "رینگهای سایش " مراجعه کنید
	پروانه آسیب دیده	تعمیر یا تعویض کنید

ادامه جدول ۱-۴ یافتن علت بد کارکردن پمپ

اشکـــال	علـــت	روش رفـع معـایب
	واشر آببندی بدنه فرسوده شده	تمام واشرهای خورده شده را تعویض کنید
پمپ گاهی آب میدهد و گاهی نمیدهد	ممکن است خط مکش نشت داشته‌باشد	ورودی را ببندید وخروجی را تحت فشار قرار دهید. مانومتر در صورت کم شدن فشار را نشان میدهد. نشت به میزان ۱٪ ممکن است ظرفیت را ۱۰٪ کاهش دهد(۱تا۱۰ درصد نشت لوله ورودی را از آب خالی میکند).
	قسمت قطره‌ریزکاسه‌نمد ممکن است گرفته باشد	کاسه نمد وقسمت آب بند آن را بازرسی کنید
	ارتفاع مکش ممکن است بیش از ۱۵ فوت باشد	بازرسی کنید که در لوله مکش گرفتگی یا مانعی نباشد یاسطح آب پایین نباشد
	ممکن است هوا یا گاز درسیال باشد	لوله مکش را تا آخر هواگیری کنید
پمپ توان زیادی مصرف میکند	سرعت زیاد است	سرعت محرك را چک کنید ودرصورت وجود تسمه قطرپولی یاچرخک را چک کنید
	فشار پمپ کمتر از اسمی است و پمپ دبی بیشتر میدهد	از سازنده بخواهید قطر پروانه لازم را حساب کند و بعد قطر خارجی پروانه موجود را به او بدهید
	سیال ممکن است سنگینتر از آب باشد	وزن مخصوص و ویسکوزیته مایع راچک کنید
	اشکال مکانیکی مانند خمیدگی شافت ممکن است پیش آمده باشد	بیرون زدگی شافت راچک کنید. بیرون - زدگی کل بسته به طراحی پمپ و سرعت آن دارد. تقریبا" ۰/۰۰۳ اینچ برای سرعت بالا و۰/۰۰۶ اینچ برای سرعت پایین مجاز است
	اجزای چرخشی ممکن است بهم گره خورده باشند	کاسه نمد سفت است یا رینگ سایش از جا خارج شده و یا واشرها آسیب دیده‌اند.

تسمه انتقال نیرو (Belt drive) - هرگاه پمپ با محرك تسمه ذوزنقه‌ای (V-belt) کار کند، تسمه‌ها باید کاملا" میزان باشند چون در غیراینصورت زود فرسوده شده و غیرقابل استفاده میگردند. سفتی تسمه‌ها باید آنقدر باشد که لغزش (Slippage) ایجاد نکند.

یاتاقانها- روغنکاری صحیح یاتاقانها موکدا" باید انجام گیرد. توصیه میگردد برای یاتاقانهای بلبرینگی گریسی ، از گریس معمولی استفاده شود. گریس معمولی مشخصاتی به شرح زیر دارد:

- باید تمیز ،صاف و شفاف باشد، قسمتی از مواد اساسی آن صابون معدنی عاری از اسید، قلیا و ناخالصیهای دیگر باشد. پوشش (film) آن بادوام و مطابق با شماره ۱ و ۲ باشد که کمی سفت تر از مواد ژلاتینی است . باید از نظر شیمیایی با ثبات باشد، یعنی اینکه در موقع کار و زمانیکه در ظرف است روغن نباید از اساس صابونی آن جدا شود. بعد از مصرف یا در ظرف نباید اکسید شود. روغن با اصطکاك داخلی کم، دارای کیفیت چسبندگی خوب و ضدآب باشد و دمای کار آن بین ۴۰- تا ۲۰۰ + درجه فارنهایت باشد.

بلبرینگها به مقدار کمی روغن جهت روانکاری نیاز دارند و فاصله دوره‌های روغنکاری آنها معمولا" طولانی است . مدت کارکرد بلبرینگ بدون اضافه کردن یا تعویض گریس به خواص گریس، اندازه و طراحی یاتاقان و بدنه آن ، سرعت دوران و سایر عوامل بهره‌گیری بستگی دارد . برای اضافه کردن گریس تازه یک دستورالعمل کلی نمیتوان ارائه نمود زیرا خواص روان سازی گریس ناگهانی از بین نمیرود بلکه این امر به مرور پیش می‌آید. برای پمپهائیکه در شرایط سخت کار میکنند ممکن است گریسکاری هرسه ماه لازم باشد و اگر شرایط نرمال باشد هر یکسال کافی است . بهرصورت زمان ادواری گریسکاری با تجربه به دست می‌آید.

گرم شدن یاتاقانها بدون تردید از گریس زیادی است نه کم بودن آن . قبل از اضافه کردن گریس بازدید دقیق برای یافتن علت گرم شدن یاتاقان باید صورت گیرد.

دقت شود که بدنه یاتاقان بسیار تمیز باشد و فقط از گریس تمیز استفاده شود. بهیچوجه از گریس کهنه استفاده نکنید. مواد جامد و مایع اگر وارد بدنه یاتاقان شوند خیلی سریع آن را خراب میکنند. بسیار اهمیت دارد که از ابزار تمیز و پارچه‌های لطیف برای تمیز کردن محفظه یاتاقان استفاده شود . از گازوئیل (یا نفت عاری از آب) تحت فشار برای تمیز کردن داخل محفظه استفاده کنید.

برای بلبرینگهایی که با روغن روان سازی میشوند، از روغن معدنی شبیه روغن اتومبیل یا هواپیما با کیفیت بالا استفاده کنید . برای مصرف عمومی روغن طبق مشخصات SAE 30 مطلوب است .

یاتاقانهایی که محفظه داخل آنها در روغن غوطه‌ور است و یا مخزن روغن دارند، معمولا" به روغن سنج (oil gage) مجهزند. بطور کلی سطح روغن نباید بالاتر از مرکز پایین ترین عضو غلطکی (roller element) (زمانیکه یاتاقان کار نمیکند) باشد. مدت زمان تعویض روغن بسته به شرایط کار دارد. اگر آلودگی اتفاق نیفتد و دمای کار کمتر از ۱۲۰ تا ۱۴۰ درجه فارنهایت باشد، تعویض سالیانه روغن کافی است . در دمای بالاتر ، روغن هر ۲ تا ۳ ماه باید تعویض شود.

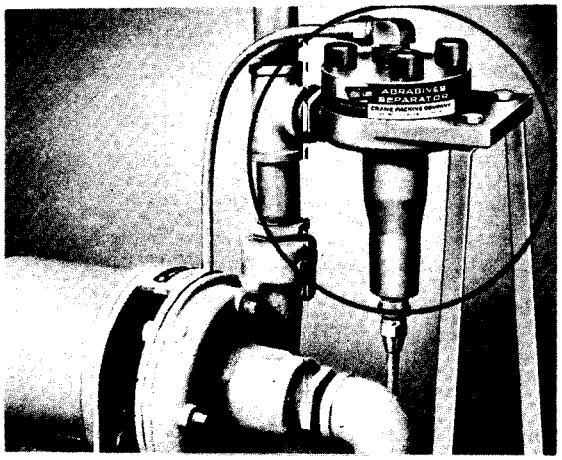
در مورد یاتاقانهایی که در مخزن یا محفظه روغن غوطه‌ورند ، روغن کهنه را تخلیه کنید و یاتاقان را با فشار روغن با ویسکوزیته کمتر تمیز کنید.

رینگهای سایش (Wearing rings) - گشاد شدن رینگهای سایش هر چند وقت باید چک شود. اگر سیال مواد خورنده و ریگ دار داشته باشد، بازدید ماهانه الزامی است ولی اگر فقط با آب سرد تمیز سروکار دارید ، بازدید سالانه کافی است .

اگر رینگ سایش گشاد کند، ظرفیت و فشار کاهش می‌یابد. چنانچه فشار و ظرفیت کافی نیست و لقی رینگ دو برابر مقدار اولیه است ، رینگ را عوض کنید.

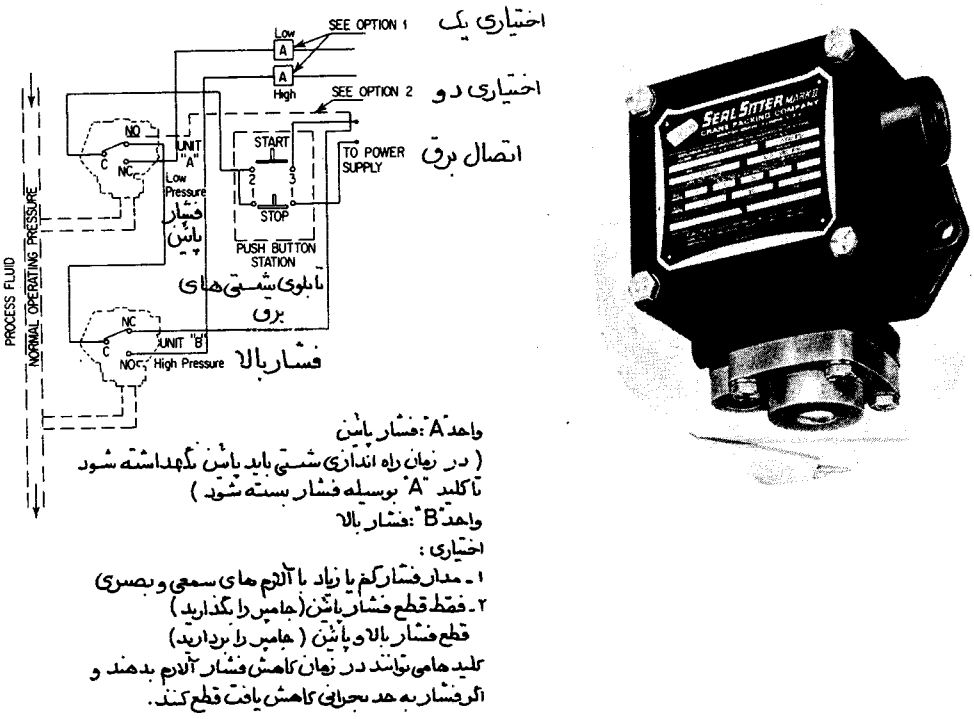
محافظت آببند و واشر (Seal and packing protection) - هرگاه امکان استفاده از آب سرد تمیز از یک منبع دیگر بمنظور تمیز کردن سطوح آببند، واشرها و بوش محور وجود ندارد، از یک جداکننده

نوع ساینده (abrasive) استفاده کنید. این وسیله شن ریزه‌های آب را میگیرد و از آسیب دیدن سطوح واشرها جلوگیری میکند و وسیله‌ای بسیار موثر است و هزینه نگهداری و تعویض را کاهش میدهد.
این وسیله در خروجی پمپ نصب میشود (شکل ۸-۴) و ذرات خارجی موجود در آب را بطور کامل میگیرد.
بدین ترتیب آب تمیز شده کاسه نمد یا رینگ آببندی تزریق میشود و از سائیدگی سطوح آن جلوگیری میشود.
این موضوع خصوصا" در زمان راه‌اندازی اولیه حائز اهمیت است زیرا در این زمان معمولا" ذرات خارجی در آب وجود دارد. با این روش میتوان آب نهر، رودخانه ، دریاچه و غیره را ، که معمولا" ذرات خارجی ساینده دارند، نیز پمپ کرد بدون آن که در کاسه نمد پمپ سائیدگی پیش آید.



شکل ۸-۴ جداکننده ساینده(Crane Packing Co) **Fig. 4-8** Abrasives separator

محافظت از بی آب کار کردن - برای حفاظت از متعلقات حساس پمپ مانند آببند مکانیکی ، پروانه و رینگ و غیره در مواقع بی‌آب کار کردن از ابزار خودکار استفاده میشود. بعنوان نمونه یک کلید فشاری (pressure switch) با دیاگرام سیم‌کشی مربوطه در شکل ۹-۴ نشان داده شده است .
نصب این وسیله بسیار آسان است و بمحض کاهش فشار پمپ را خاموش میکند و هم زمان با لوازم سمعی و بصری اعلام خبر میکند. کلید حساس فشاری مخصوصا" در سیستمهای انتقال محلول به مخازن و پرو خالی کردن آنها و سایر کارهای مشابه کاربرد دارد.
از این روش برای حفاظت در سیستمهایی که جریان از داخل فیلتر عبور میکند یا در موارد شستشو به کمک یک سیستم مستقل جداگانه‌ای صورت میگیرد ، نیز استفاده میشود تا اگر فشار جریان کاهش یابد پمپ بطور خودکار خاموش شود و اعلام خبر کند.

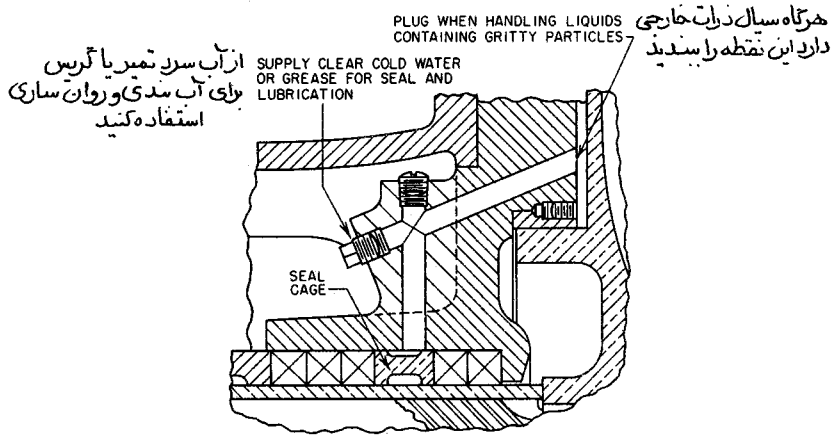


شکل ۹-۴ ابزار حساس فشاری برای حفاظت آببندهای مکانیکی

Fig.4-9 Pressure-sensitive switching device for protecting mechanical seals. (Crane packing Co)

بوش محور - هرگاه قادر نباشید نشت آب را با مختصر سفت کردن واشر آببندی (gland) متوقف کنید، بوش محور (shaft sleeve) را عوض کنید. اگر آبی که پمپ میشود شن و ماسه یا عوامل مخرب دیگری دارد، با تدارك زیر از آسیب دیدگی بوش میتوان جلوگیری نمود:

۱- برای پمپهای تک ورودی ، مسیر آببندی به کاسه‌نمد (stuffing box) راببندید. (شکل ۱۰-۴)

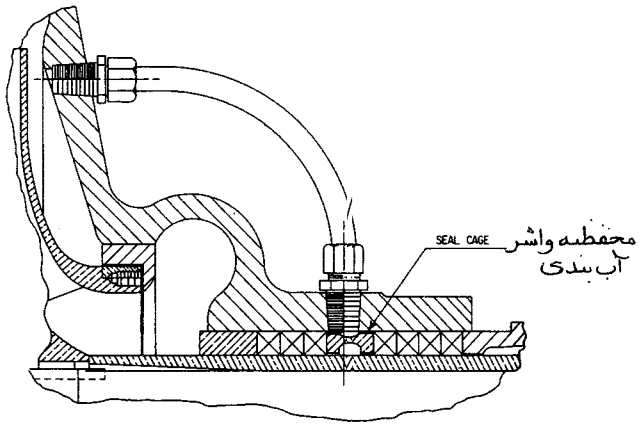


شکل ۱۰-۴ وقتی آب ذرات خارجی دارد، مسیر آببندی را طبق آنچه نشان داده شده ببندید

Fig.4-10 Plug water-seal passage as shown when pumping water containing grit

۲- برای روان سازی از گریس یا آب تمیز از منبع دیگر استفاده کنید . فشار آببندی و تمیزکنندگی باید کمی بیش از فشار آب در کاسه‌نمد باشد. در حد نصاب این فشار باید دقت کافی بعمل آید زیرا در بعضی از پمپها، کاسه‌نمد فشاری تقریبا" نزدیک به فشار خروجی پمپ دارد.
۳- بوش را از بهترین مواد مقاوم در برابر فرسایش انتخاب کنید . مواد مخصوص با سختی ۴۰۰ الی ۴۵۰ برنیل (Brinell) موجود است .

شکل ۱۱-۴ یک نمونه از آببندی کاسه نمد پمپ افقی با بدنه دو تکه را نشان میدهد . کاسه نمد پمپهای افقی یک مرحله‌ای بابدنه دوتکه (split-case) تحت مکش قرار دارد. روش گفته‌شده بالا درمورد پمپهای‌افقی با بدنه دوتکه کاربرد دارد، مگرآنکه نوع روان کننده تغییر کند. اگر دهانه ورودی پمپ تحت مکش (suction lift) کار کند و فشار آببندی فراهم نشود هوا از طریق کاسه نمد وارد پمپ میگردد. بنابراین برای آببندی لازم است آب از منابع دیگر که فشاری بالاتر از فشار مکش دارند تامین شود.
در صورتیکه تامین آب تمیز با فشار لازم از منبع دیگر مقدور نباشد، روش دیگر این است که یک فیلتر در مسیر لوله ورود آب به قسمت آببندی نصب شود.



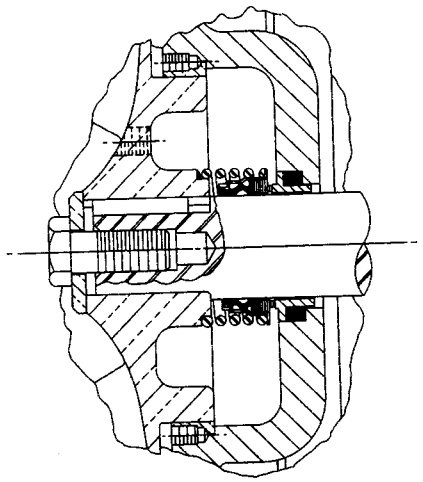
شکل ۱۱-۴ ترتیب استقرار کاسه‌نمد پمپ افقی با محفظه دوتکه

Fig. 4-11 Typical Water-seal arrangement of stuffing box of horizontal split-case pump.

الیاف واشر آببندی کاسه نمد - جنس واشر آببندی که برای آبسرد و تمیز توصیه میشود از مواد الیافی دراز و آغشته به روغن و گرافیت است که با سطح مقطع مربع بافته میشود. برای سیالات دیگر بغیر از آب، از الیاف مخصوص باید استفاده شود. با سازنده پمپ یا واشر مشورت کنید.
از روش زیر برای جاگذاری واشر آببندی کاسه‌نمد پمپ استفاده کنید:
بعد از درآوردن کلاهک آببندی (gland)، واشرها را به اندازه لازم ببرید ، به داخل هل دهید بطوریکه آزادانه جا بیفتد و کج نشود. فشار دست برای جا انداختن چند لایه از واشر کافی است . اگر نتوانستید ، معلوم میشود که واشر را بزرگ بریده‌اید یا چیزی مانع حرکت آن میشود. حلقه‌های واشر طوری جاگذاری میشوند که لایه‌های واشر کاملا" بهم چسبیده و بافته شود. بعد از جاگذاری حلقه‌های واشر، کلاهک آببندی را در جای خود قرار دهید و آن را به اندازه‌ای سفت کنید که فقط چند قطره آب در دقیقه از کاسه‌نمد خارج شود. خروج این مقدار آب باعث روان سازی آن قسمت از محور پمپ، که با واشر کاسه‌نمد در تماس است، میگردد.
وقتی الیاف واشر کاسه‌نمد کهنه و خشک شود که بر اثر آن احتمال خط انداختن روی محور پیش آید باید عوض شود. هرگز یک یا دو حلقه واشر اضافه نکنید بلکه واشرها را بطور کامل عوض کنید . جلو محفظه

کاسه‌نمد را باز کنید و تا آخرین حلقه را از کاسه نمد خارج کنید. برای اینکه کلاهک آببندی مجددا" در جای درست خود قرار گیرد، تعداد حلقه‌های آببندی را بشمارید. این کلاهک با مسیر آببندی باید در یک تراز قرار گیرد (شکل ۱۰-۴).

آببندی مکانیکی (Mechanical seals) - آببندی مکانیکی طرفداران زیادی پیدا کرده و جای کاسه‌نمد را گرفته است . در مواردیکه کنترل دقیق نشتی لازم است استفاده از این نوع آببندها توصیه میشود.
آببندهای مکانیکی اگر بدرستی نصب شوند، به سرکشی و نگهداری منظم توسط اپراتور نیاز ندارند .
تنها عمل نگهداری که باید رعایت شود روغنکاری سطوح آببند با روغن یا گریس است . روش روغنکاری و نوع روغن بسته به شرایط کار دارد و در این مورد توصیه‌های سازنده باید مد نظر قرار گیرد.
در خیلی از موارد به روغنکاری توسط روان ساز نیازی نیست و از خود سیال برای روان سازی استفاده میشود. چون انواع آببندهای مکانیکی متنوع است ، دستور کلی برای تعویض آنها نمیتوان داد. باید دقت شود که آموزش و دستورالعملهای سازنده بدرستی بکار گرفته شود. بعضی از آببندهای مکانیکی در حفره آببندی قرار میگیرند و نیازی به تنظیم ندارند (شکل ۱۲-۴) ، ولی انواع دیگر که از طوقه قفل کن (Locking collar) استفاده میکنند باید تنظیم شوند. بهنگام سرویس قبل از بازکردن آنها، جای آببند را روی محور علامت گذاری کنید. حتما" لازم است که آببند مکانیکی در جای خود قرار گیرد، چون در غیر اینصورت یا زود فرسوده میشوند یا از آببندی می‌افتند. در صورت بکار رفتن مواد مرغوب و طراحی درست، نگهداری آببند مکانیکی آسان و راحت است . برای کارهای سخت ، عمر مفید این نوع آببند ۳ الی ۴ ماه و برای مایعات صاف و شفاف حدودا" ۲۴ ماه است .



شکل ۱۲-۴ حفره آببندی که در آببند مکانیکی نیازی به تنظیم ندارد
Fig. 4-12 Seal cavity requiring no adjustment

بخش هشتم ـ نگهداری دستگاههای تاسیساتی

فصل پنجم:

کمپرسورهای پیستونی هوای فشرده

بخش هشتم - نگهداری دستگاههای تاسیساتی

فصل پنجم - کمپرسورهای پیستونی هوای فشرده

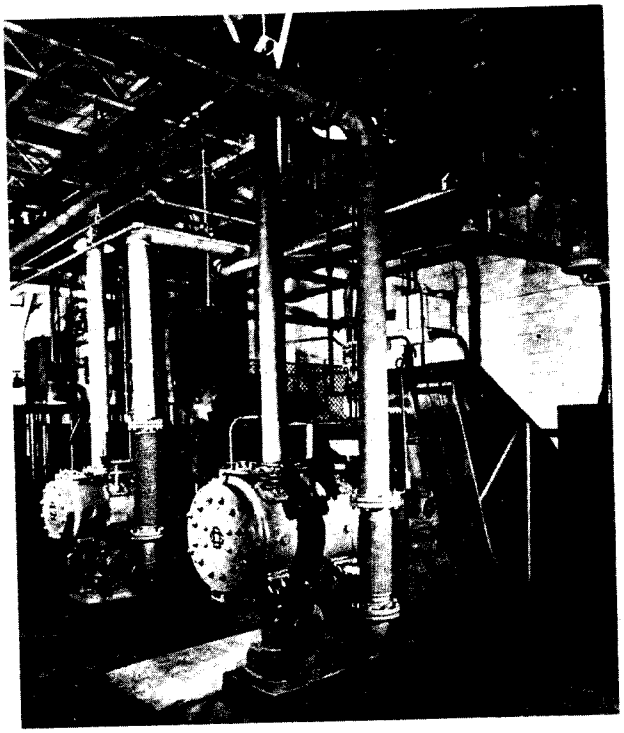
برای بهره‌برداری موثر و مفید از ابزارهایی که با باد کار می‌کنند، لازم است همیشه مقدار کافی هوا در دسترس باشد. هدف یک برنامه مدون نگهداری این است که کمپرسور با حداکثر راندمان کار کند و مدت زمان خاموشی غیرلازم آن کاهش یابد. کمپرسورهای مدرن امروزی با ظرافت و دقت زیاد ساخته شده‌اند و بهمین ترتیب هم باید نگهداری شوند. بسیاری از کمپرسورها در مناطق پرت نصب شده و تا بروز یک اشکال مهم بدست فراموشی سپرده شده‌اند. سازندگان معتبر کمپرسور معمولا" راهنمای نصب ، بهره‌برداری ، نگهداری و تعمیر را همراه دستگاه به خریدار میدهند. این دستورالعملها حاصل سالها تجربه و کار شبانه‌روزی است و هدف این است که خریدار با روش نصب ، راه‌اندازی و نگهداری دستگاه آشنا بشود و بتواند از کمپرسور با حداکثر راندمان بهره‌برداری نماید. این جزوه‌های راهنما را با دقت بخوانید و خود را با ساختمان کمپرسور آشنا سازید تا بتوانید در مواقع اضطراری آن را تعمیر کنید و اگر لازم باشد تنظیم‌های جزئی روی آن انجام دهید. سعی کنید آدرس و شماره تلفن کسی را که باید در صورت نیاز و پیش آمدن اشکال جدی با او تماس بگیرید همیشه در یک محل معین داشته باشید.

تعیین محل - یک مکان تمیز، روشن و با سطح زیربنای کافی به منظور دسترسی و سرویس همه قطعات برای نصب کمپرسور باید انتخاب شود ، چون اغلب دیده شده است که خارج کردن پیستون وسیلندر کمپرسور جز با خراب کردن دیوار مجاور آن میسر نبوده است . پلانهای فونداسیون و نصب دستگاه معمولا" فواصل لازم را نشان میدهند. اگر بدرستی از دستورالعملهای زیر استفاده شود هزینه‌های نگهداری کاهش خواهد یافت .

فونداسیون - یک فونداسیون مناسب (شکل ۱-۵) برای بهره‌برداری و نگهداری مفید از کمپرسور لازم است . فونداسیونی که بدون جرم کافی و سطح اتکای لازم ساخته شود باعث ارتعاش خواهد شد. که این خود زمینه شکستگی لوله‌های ورودی و خروجی هوا و لوله آب و فرسودگی قطعات کمپرسور را فراهم میسازد.

برای کمپرسورهایی که فونداسیون بتنی نیاز دارند، فروشنده نقشه‌های لازم را فراهم و روی آن اوزان قطعات را در نقاط مختلف مینویسد . علاوه برآن نیروهای لنگرزن را که فونداسیون باید تحمل کند مشخص میسازد. ابعاد فونداسیون بستگی به نوع خاکی دارد که قرار است فونداسیون روی آن ساخته شود. برای تعیین عمق و اندازه فونداسیون در زیرکف تمام شده، از یک مهندس سازه باید کمک گرفت. با اطلاعاتی که از آزمایش خاك و ظرفیت باربری آن به دست می‌آید و نیز ارقام مربوط به وزن و نیروهای لنگرزن دستگاه که سازنده میدهد میتوان فونداسیون مناسب برای بهره‌برداری رضایت بخش از کمپرسور را طراحی کرد. خیلی از کمپرسورهای کوچک قائم، روی کفهای بتنی موجود نصب میشوند و عملکرد خوبی هم دارند زیرا کفهای بزرگ جرم زیاد دارند و تمام نیروی لنگرزن کمپرسور را خنثی میکنند.

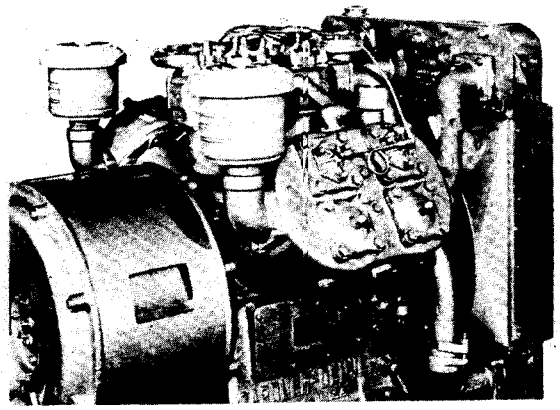
بعضی مواقع امکان نصب کمپرسور روی کف و یا بتون ریخته شده نمی‌باشد و کمپرسور ناچار باید در جایی قرار گیرد که زیر آن خالی است . در این مواقع ، از لرزه‌گیر زیر پایه کمپرسور استفاده میشود. خطوط مکش و دهش هوا و لوله آب باید بوسیله قطعات قابل انعطاف به کمپرسور وصل شوند تا از انتقال ارتعاش و صدا به ساختمان جلوگیری بعمل آید.



شکل ۱-۵ فونداسیون مناسب کمپرسور Fig. 5-1 Compressor on proper foundation

فیلترهای هوا و لوله مکش - هر کمپرسوری باید مجهز به تمیزکننده هوا (فیلتر) از بهترین نوع باشد. این فیلتر هوا باید در جایی نصب شود که در تمام اوقات هوای تمیز، خنک و عاری از اسید وجود داشته باشد. برای تعمیر و نگهداری خوب لازم است که دستورالعملهای روشن و بدون ابهام سرویس فیلتر را در جائیکه در معرض دید همه است نصب کنید تا تعمیرات ادواری همیشه در خاطر بماند. (شکل ۲-۵)

در بعضی تاسیسات، بعلت محیط نامناسب لازم میشود که فیلتر هوا با فاصله از کمپرسور نصب شود. در اینصورت دقت کافی در اجرای لوله مکش کمپرسور باید صورت گیرد. این لوله باید هوابند، عاری از گرد وخاك و رسوب بوده وقطروطول آن مناسب باشد. هرچه طول خط مکش کوتاه‌تر باشد بهتراست فاصله زمانی تمیز کردن ادواری فیلتر هوا بستگی به‌نوع آن و موقعیت نصب دارد و دوره‌آن باسرکشی منظم بدست می‌آید.



شکل ۲-۵ فیلترهوا در ورودی کمپرسور Fig. 5-2 Air cleaner mounted on compressor

ظرفیت و محل مخزن هوا - مخازن هوا اغلب جزء وسایل جانبی بی‌اهمیت کمپرسور فرض شده و در خیلی از تاسیسات درست نصب نمیشوند یا ظرفیت کافی ندارند. در حالیکه نقش این مخازن هم برای کمپرسور و هم برای خطوط توزیع هوای فشرده بسیار مهم است . این مخازن نوسانات هوای فشرده خروجی از کمپرسور را میگیرند و باعث یکنواختی جریان آن میشوند. این مخازن بعنوان ذخیره هوای فشرده عمل میکنند و در زمان اوج مصرف برای جبران کمبود احتمالی به کمپرسور کمک میکنند. از دیگر وظایف این مخازن ، جمع‌آوری رطوبت و جلوگیری از حمل آن به سیستم توزیع میباشد.

تا آنجائیکه امکان دارد این مخازن باید نزدیک به کمپرسور نصب شوند تا طول خط دهش کم شده و از افت فشار غیرلازم پرهیز گردد. این مخازن اکثرا" در محوطه باز قرار داده میشوند و در زمان یخ زدگی اشکال آفرین میشوند، چون شیر اطمینان یخ میزند که بسیار خطرناك است . بنابراین توصیه میشود دهانه خروجی این شیر رو به پایین قرار داده شود تا آب در آن جمع نشود. همچنین اگر کمپرسور خاموش باشد و هوا از مخزن عبور نکند، شیر تخلیه یخ زده و احتمال شکستگی قطعات آن میرود.

اندازه مخزن معمولا" توسط سازنده کمپرسور داده میشود. کمپرسورهایی که مدار کنترل آنها بصورت روشن - خاموش است به مخزن بزرگتری نسبت به کمپرسورهای با کار مداوم نیاز دارند تا از استارت پیاپی آنها جلوگیری شود. موتور در لحظه استارت آمپر زیادی میکشد که ممکن است باعث ازدیاد هزینه‌های جاری برق شود.

لوله هوا از کمپرسور باید به ته مخزن وصل شود و هوا از بالای مخزن خارج گردد. در این صورت رطوبت تقطیر شده در ته مخزن باقی میماند و هوای خشک تر از بالا خارج میشود. اگر کندانس اضافی برای سیستم مزاحمت ایجاد نماید ، باید از سردکننده و جداکننده آبی که بین کمپرسور و مخزن نصب میشود استفاده گردد. خنک کن رطوبت هوا را میگیرد و جداکننده آن را جمع میکند. رطوبت جمع شده در جداکننده را میتوان بصورت دستی یا خودکار تخلیه نمود . خنک کن هوا را خشک و خنک میکند که این خود باعث ازدیاد راندمان و ایمنی سیستم میشود. اکثر خنک کننده‌های آبی هوا را در حدود ۱۵ درجه فارنهایت نسبت به دمای ورودی آب خنک کن ، سرد میکنند. اگر آب گران و یا کمیاب است میتوان از خنک کن نوع هوایی استفاده کرد.

خنک کن‌های هوایی راندمان خنک کننده‌های آبی را ندارند ولی اگر درست انتخاب شوند قادرند هوا را تا حدود ۲۰ تا ۳۰ درجه فارنهایت بالاتر از دمای محیط خنک کنند.

درباره اشکالات و عیوب مخازن همیشه با فروشنده مشورت کنید . در بسیاری جاها شرایط ساخت مخازن تحت فشار برای اطمینان بیشتر بصورت مقررات درآمده و بازرسی و آزمایشهای آنها توسط کمپانی‌های بیمه اجباری شده است .

راه‌اندازی اولیه کمپرسور- قبل از روشن کردن کمپرسور نو و یا تازه تعمیر شده لازم است سیستم روغنکاری به دقت بازرسی شود تا مطمئن شوید که روغن به تمام قطعاتی که روغنکاری نیاز دارند میرسد. روان سازی قطعات قبل از راه‌اندازی لازم است ، اگر کمپرسور پمپ روغن دارد آن را با دست بچرخانید تا اطمینان حاصل شود که به همه قطعات پیش از راه‌اندازی کمپرسور روغن رسیده است . تمام پیچ و مهره‌های سرتخت را محکم کنید. اگر امکانپذیر است ، کمپرسور را دستی حرکت دهید تا مطمئن شوید که هیچ گیری ندارد.

در مورد کمپرسورهایی که با آب خنک میشوند ، مدار آب را برقرار کرده و مطمئن شوید مدار آب نشت نداشته و آب به قطعات مورد نظر میرسد. برای کمپرسورهایی که سیستم خنک کن سرخود دارند ، سیستم را پر کرده و هواگیری کنید. اطمینان حاصل کنید که شیرهای خروجی اعم از کف فلزی ، کشویی و یکطرفه باز بوده و بین این شیرها و کمپرسور ، شیر اطمینان نصب شده باشد. وجود این شیر اطمینان الزامی است زیرا امکان دارد که کمپرسور با شیر بسته روی لوله خروجی روشن شود و در صورتیکه توان کافی وجود داشته

باشد و حفاظت باراضافی (overload) عمل نکند، انفجار صورت گیرد.

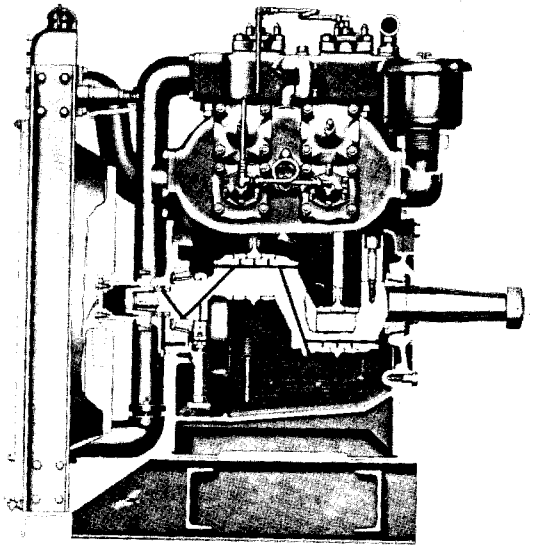
اگر تمام نکات یاد شده را بازرسی کرده‌اید ، کمپرسور را لحظه‌ای روشن کنید و سپس اجازه دهید تا متوقف شود. در این موقع اگر خوب گوش فرا دهید، میتوانید قطعات محرکی را که بیش از اندازه سفت شده‌اند شناسایی کنید. مدت زمانی که پس از خاموش کردن کمپرسور بدون بار کار میکند تا متوقف شود بهترین زمان تشخیص اصطکاك بدون بار (no-load friction) آن است . اگر ایرادی دیده نشده میتوانید کمپرسور را بدون بار روشن کنید. بعد از ۱ یا ۲ ساعت کار بدون بار که توام با توقفهای میانی برای بازرسی یاتاقانها و سایر قطعات میباشد، بار کمی روی کمپرسور بگذارید و آنرا به تدریج به فشار نامی برسانید . عملیات فوق که به " راه‌اندازی اولیه" (break-in run) شهرت دارد باید حداقل ۴ ساعت طول بکشد.

اهمیت اجرای عملیات یادشده بسیار زیاد است . زمان و وقتی که در این عملیات صرف صیقل دادن سطوح قطعات متحرك میشود، باعث ازدیاد عمر کمپرسور میشود. برای بهره‌برداری بعد از راه‌اندازی اولیه، کافی است که هوای تمیز و آب خنک کن کافی به کمپرسور برسد و روغنکاری مناسب انجام شود. موقع راه‌اندازی از حالت سرد ، اگر جریان آب خنک کن زیاد باشد کندانسیت زیادی تشکیل میشود که باعث فرسودگی سیلندرها میگردد، زیرا کمپرسوری که سرد است خوب روغنکاری نمیشود و بهمین علت توان بیشتری مصرف میکند که خود باعث بالا رفتن هزینه بهره‌برداری و نگهداری میشود. خوب است که دمای خروجی آب خنک کن در حد ۱۲۰ تا ۱۳۰ درجه فارنهایت نگهداشته شود. در این حالت عمل خنک کنندگی و روغنکاری به خوبی صورت میگیرد و تقطیر (condensation) به حداقل میرسد. آماده‌سازی کمپرسور برای کار موثر و با راندمان بالا مستلزم اجرای عملیات یاد شده است . اینک برنامه نگهداری برای ادامه کار آن باید تنظیم و اجرا شود.

روغنکاری - سیستم روغنکاری مهمترین نکته‌ای است که در مورد هر کمپرسور هوا باید بازرسی شود (شکل ۳-۵). دقت کنید که کمپرسور خوب روغنکاری شود، سطح روغن را در هر ۲۴ ساعت کار چک کنید. فقط از نوع روغن و گریسی که سازنده توصیه کرده‌است استفاده کنید. روغن باید تمایل کمی به تشکیل کربن داشته باشد مقدار گوگرد آن کم باشد و خنثی کننده زنگار (oxidation inhibitor) باشد. بسیار مهم است که وزن روغن مناسب با دمای موجود باشد . کتابچه راهنمای سازنده این جداول را ارائه میدهد. بعلت گرد و غبار و آلودگی و متنوع بودن دیگر شرایط محیط کار کمپرسور، دستور مشخصی برای تعویض روغن نمیتوان ارائه نمود.

بواسطه ذرات معلق روغن آلوده میشود و تمایل به اکسید شدن پیدا میکند. زمان تعویض آن بستگی به شرایط کار و حالت فیزیکی روغن مانند تغییر رنگ آن دارد.

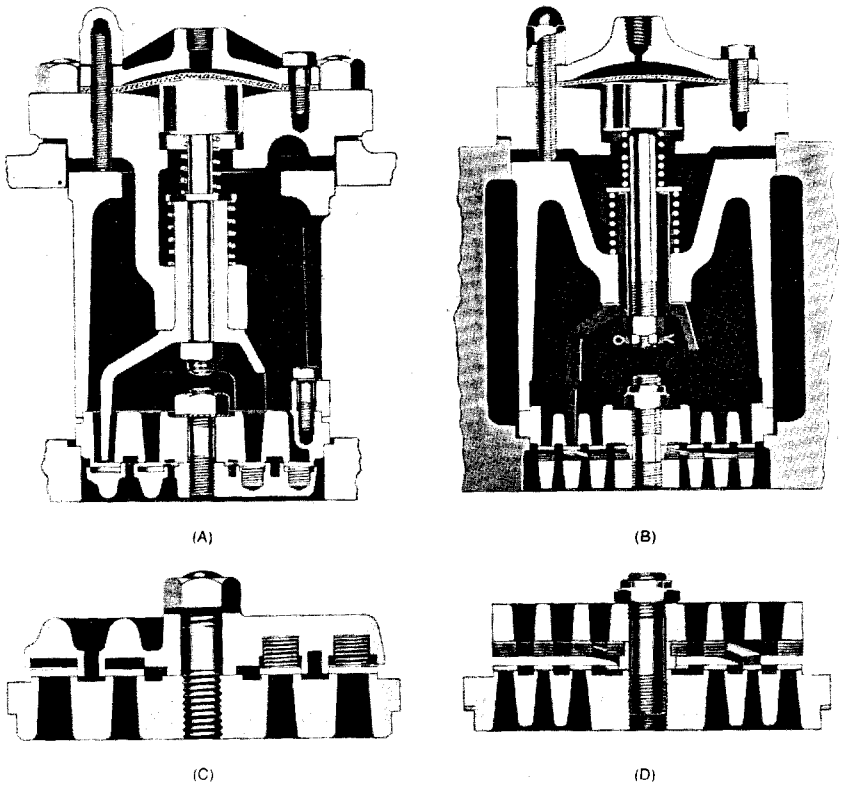
موقع عوض کردن روغن ، کف کارتر و سرسیلندرها بوسیله پارچه‌های بدون کرك تمیز شود. اگر به این نوع پارچه دسترسی ندارید، سعی کنید بوسیله فشار روغن با کیفیت بالا ذرات اضافی را ، بخصوص در ته کارتر ، بشویید. وقتی مخزن را دوباره پر میکنید، دقت کنید که گرد و خاك ، شن ریزه و لجن در آن نباشد. این نکته ساده همیشه فراموش میشود.



شکل ۳-۵ نقاط روغنکاری Fig. 5-3 Lubrication points

سوپاپها - سوپاپهای کمپرسورهای ضربه‌ای باید به دقت نگهداری شود، زیرا سوپاپی که کار نکند یا نشتی داشته باشد، مقداری هوای مفید را هدر میدهد. اگر سوپاپها گرم شوند بار اضافی به میل سوپاپ وارد میشود، بنابراین بسیار مهم است که سوپاپها بطور ادواری مرتبا" بازدید شوند تا مطمئن شوید که در وضعیت مناسبی قرار دارند (شکل ۴-۵).

فاصله زمانی بازدید ادواری از سوپاپها متفاوت و بستگی به عواملی مانند راندمان فیلترهای هوا، تمایل روغن به کربن زایی و وضعیت کلی کمپرسور دارد، اگر فیلتر با راندمان بالا هوا را تمیز کند (که بوسیله سرویس منظم بدست می‌آید) گردوخاك اضافی از هوا گرفته شده و روی سوپاپها نمی‌نشیند. اگر روغن با کربن زایی پایین (low - carbon - forming oil) استفاده شود ، مقدار کربنی که روی سوپاپها می‌نشیند به حداقل میرسد . در مورد کمپرسورهای قائم تک سیلندری باید پیستونها، رینگها و دیواره سیلندر در حالت خوبی باشند تا روغن از آنها عبور نکند. اگر مصرف روغن کم باشد، مقدار رسوب کربن کاهش یافته و عمر سوپاپها افزایش می‌یابد. زمان بازرسی سوپاپها را نمیتوان به دقت مشخص کرد زیرا بستگی به شرایط کار کمپرسور و تجربه پرسنل نگهداری دارد. بطور کلی ، سوپاپهای یک کمپرسور تازه نصب شده پس از ۲۰۰ ساعت کار باید بازدید شوند. اکثر صاحبان کمپرسور ترجیح میدهند که یک دست سوپاپ یدکی داشته باشند که زمان خاموشی کمپرسور به منظور تعویض به حداقل برسد.



شکل ۴-۵ سوپاپهای کمپرسور: (A و B) طراحی متفاوت سوپاپهای مکش برای بدون بار کردن.
(C) سوپاپ کمپرسور بادیسک و فنر جداگانه. (D) سوپاپ کمپرسور با صفحه دیسک و فنر.

Fig. 5-4 Compressor valves: (A and B) Different designs of suction-unloading valve assemblies.
(C) Compressor valve with individual disks and coil springs. (D) Compressor valve with plate disk and finger springs.

وقتی ایرادی در کار سوپاپ پیدا میشود، چند روش برای یافتن سوپاپ معیوب و علت آن وجود دارد. علامت اول معمولا" کاهش حجم هوادهی و گرم شدن اطراف سوپاپ است . در مورد کمپرسورهای تک مرحله‌ای (single-stage) روش این است که صفحه سرپوش سوپاپها را با دست لمس کنید و داغترین نقطه را مشخص نمائید . اگر کمپرسور زیر بار کار میکند و حجم هوادهی کاهش می‌یابد، علت نشت سوپاپ مکش است و بهمین دلیل صدایی در فیلترهای هوا شنیده میشود. در مورد کمپرسورهای دو مرحله‌ای ، از فشارسنج کولر داخلی (intercooler) برای یافتن سوپاپ معیوب استفاده میشود. اگر فشار کولر کم باشد، سوپاپ سیلندر فشار پایین را بازرسی کنید و اگر فشار کولر زیاد باشد ، سوپاپ سیلندر فشار قوی را بازدید کنید. با لمس کردن صفحه سرپوش سوپاپها، داغترین نقطه را میتوان مشخص نمود. اگر سوپاپ مکش سیلندر فشارقوی خراب باشد و نشت کند، عقربه فشارسنج کولر داخلی بالاتر از فشار عادی نوسان میکند و همزمان شیر اطمینان کولر یادشده عمل خواهد کرد. اگر سوپاپ دهشی سیلندر فشارقوی نشت کند ، عقربه فشارسنج کولر پیوسته و یکنواخت بالا میرود و در نهایت فشار آنقدر زیاد میشود که شیر اطمینان عمل میکند.

اگر کمپرسور زیر بار باشد و سوپاپ مکش فشار پایین نشت کند، هوا برعکس حرکت میکند و از فیلتر هوا بیرون میزند. نشت سوپاپ سیلندر دهشی و فشار پایین باعث میشود فشار سنج کولر داخلی پایین تر از فشار عادی نوسان بکند. چون سوپاپها از قطعات مهم کمپرسور محسوب میشوند ، دستورالعمل سازنده در

باره نحوه درآوردن و سوار کردن آنها باید به دقت دنبال شود.

سایش بین سرسوپاپ و نشیمنگاه باعث میشود که سوپاپ دندانه‌دار بشود و شانه (shoulder) بزند. معمولا" اگر سرسوپاپ سائیده بشود باید آنرا عوض کرد.

اکثر نشیمنگاه سوپاپها را میتوان تراشید. بعد از تراش، خیز (lift) سوپاپ باید بازرسی شود و اگر از حد داده شده توسط سازنده بیشتر باشد، ضربه‌گیر (bumper) را باید کوتاه کرد تا خیز مناسب بدست آید. خیز بیش از حد باعث سائیدگی و شکستگی سوپاپها میشود.

چون اکثر سوپاپها نشیمنگاه برجسته (raised seat) دارند معمولا" پس از تراش نیازی به کوتاه کردن ضربه‌گیر نیست و خیز در حد مشخصات سازنده خواهد بود.

اگر سوپاپ بسوزد، بهتراست سرسوپاپ و فنرها یکجا و با هم عوض شوند، زیرا حرارت حاصل از سوختن باعث کاهش عمر این قطعات میشود و احتمال شکستگی آنها و نهایتا" آسیب دیدن کمپرسور میرود. نشیمنگاه سوپاپ اکثر کمپرسورها واشر دارد. اگر عیبی در واشرها بوجود می‌آید آن را تعویض کنید زیرا احتمال دارد سوراخ شود و نشت کند ، بنابراین لازم است همیشه در وضعیت خوب حفظ شوند.

واشر سرسیلندر نیز اهمیت زیاد دارد و وقتی می‌خواهید صفحه سوپاپ را سوار کنید مطمئن شوید که واشرها سالم باشند. بسیار مهم است که پیچ و مهره یا پیچ سرتخت سرسیلندر بطور یکنواخت و هماهنگ سفت شوند . اگر پیچهای یکطرف کاملا" سفت شوند ولی طرف دیگر کاملا" سفت نباشد سبب نشت میشود.

طراحی سوپاپها بسیارمتنوع است و بنابراین لازم است برای سرویس و نگهداری آنها از دستورالعمل سازنده تبعیت شود.

رینگ پیستون - اغلب اوقات علت کم شدن راندمان کمپرسور سوپاپهای معیوب میتواند باشد ولی اگر آنها در وضعیت خوبی باشند ، اشکال در رینگ پیستونها است. اگر رینگ پیستون درست جا افتاده باشد و بخوبی روغنکاری شود، سایش آن بسیار کند است ولی بتدریج و به مرور زمان سائیدگی در آنها پدیدار میشود و به آن جایی میرسد که فاصله بین رینگ و سیلندر (gap) زیاد شده و حالت انسدادی خود را از دست میدهند و روغن از اطراف آنها عبور میکند.

یکی از روشهای آزمایش رینگها بدین ترتیب است که هوای فشرده از بالای پیستون دمیده میشود و عبور هوا را بوسیله گوش دادن یا لمس کردن حس می‌کنیم . برای بازرسی یک سیلندر دو مرحله‌ای، سوپاپ یک طرف را بردارید و از طرف مقابل هوا بدمید و گذر هوا را از سمتی که سوپاپ برداشته شده است چک کنید. *احتیاط !* هرگز از دست خود برای مسدود کردن استفاده نکنید . چون احتمال دارد پیستون براثر فشار هوای طرف دیگر حرکت کند و دست آسیب ببیند.

اگر مقدار زیادی هوا نشت کند، پیستونها را باز کنید و فاصله رینگها را با دیواره سیلندر اندازه بگیرید . رینگها را بازدید کنید وقطعاتی را که لازم است تعویض شوند بیرون بیاورید. اگر سیلندرها خورده شده باشند باید آنها را به اندازه استاندارد تراشید و پیستون و رینگ جدید تهیه نمود. سیلندرهای خورده شده همیشه باعث نشت میشوند و در این حالت توان زیادی مصرف شده که باعث سایش سریع میشود.

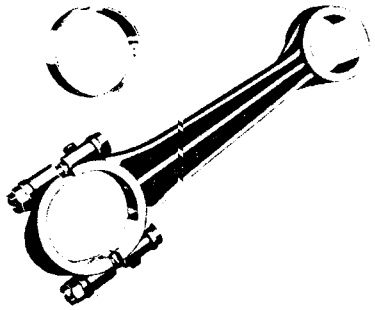
استاندارد پیستون و رینگ بزرگتر از اندازه اصلی (oversize) در 0.005 ، 0.010 ، 0.020 ، 0.030 اینچ موجود است . هرگاه بیش از 0.030 اینچ بزرگتر از اندازه اصلی تراش میدهید بهتر است این موضوع را با سازنده در میان بگذارید ، گرچه اکثر سیلندرها بیش از 0.062 اینچ بزرگتر از اندازه اصلی تراشیده (rebore) میشوند. این مورد عمدتا" در مورد سیلندرهای افقی صادق است ، چون این نوع سیلندرها در قسمت سوپاپ کمی جای بازی دارند بنحویکه قسمتی از پیستون میتواند بزرگتر از کورس رفت و برگشت زمان پیستون باشد. تراشیدن غیراستاندارد بیش از اندازه اصلی موجب میشود که پیستونها به سوپاپ برخورد کنند.

گژن پین (wirst - pin) کمپرسورهایی که پیستونی شبیه اتومبیل دارند باید در زمان تعویض رینگ پیستونها بازرسی شوند تا اگر شل شده‌اند بوش آنها تعویض شود.

اغلب پس از نصب رینگ پیستونهای جدید ، فشار اضافی به دیواره سیلندر وارد میشود و اگر فاصله (clearance) زیاد باشد موجب لگد زدن (knock) خار میشود.

یاتاقانها - یاتاقان میل لنگ کمپرسورهای افقی و قائم معمولا" از نوع بوشی (insert) اتومبیلی هستند (شکل ۵-۵). برای رفع مشکل یاتاقان بوشی تعویض بوش آن با بوش نو کافی خواهد بود. اگر میل لنگ آسیب ببیند ، میتوان آنرا به سایز کوچکتر از اندازه اصلی تراشید و از بوش کوچکتر از اندازه اصلی برای جادادن استفاده نمود.

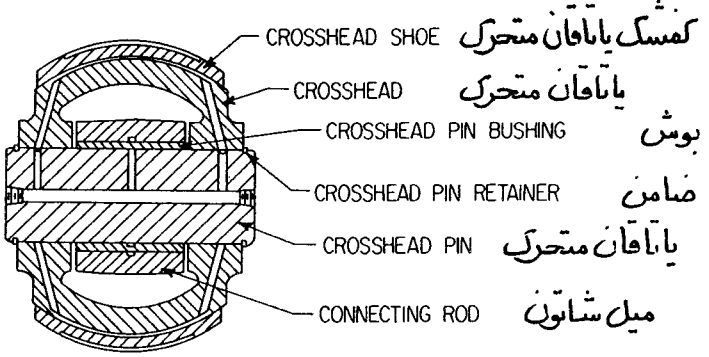
کمپرسورهای نوع افقی دوگانه (double-acting)، یاتاقانهای متحرك (crosshead pin) دارند که در بوش مخصوص بخود که نیاز به تنظیم ندارد حرکت میکند. اگر ایرادی پیدا شود بوش یاتاقان متحرك باید عوض شود، بعلت اینکه در کمپرسورهای مختلف روش جادادن بوش متفاوت است ، بهتر است اطلاعات لازم از کتابچه راهنما گرفته شود(شکل ۶-۵).



شکل ۵-۵ شاتون و یاتاقان بوشی میل لنگ

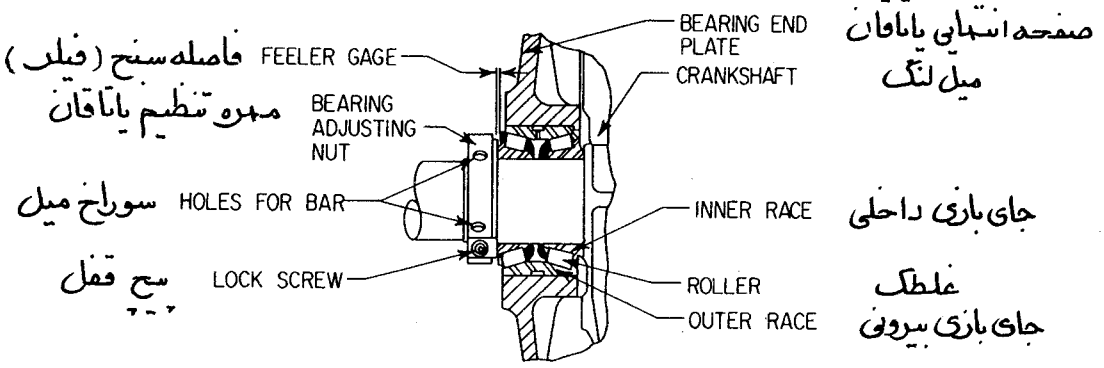
Fig. 5-7 Connecting rod with automotive-insert-type crankpin bearings

یاتاقانهای اصلی در کمپرسورهای افقی و قائم ، چه از نوع غلافی و چه از نوع ضد اصطکاك ، بسیار متنوع و متفاوت هستند . تنظیم یاتاقان از نوع غلطک مخروطی یک ردیفه (tapered roller bearing) بوسیله کم و زیاد کردن ضخامت لائی (shim) میسر است . یاتاقانهای غلطک مخروطی دو ردیفه یک مهره تنظیم دارند که روی محور قفل شده است . مهره را آزاد کنید و آن را بچرخانید تا مخروط (cone) به داخل قطعه استوانه‌ای (cup) برود. بمنظور آزمایش و با استفاده از فیلر (feeler gage)، فاصله 0.002 اینچ را بین دو غلطک آزاد (free roller) برقرار سازید. بعد از راه اندازی میزان گرم شدن و صدای یاتاقانها را تحت نظر بگیرید زیرا ممکن است نیاز باشد آنها را کمی شل یا سفت کنید (شکل ۷-۵).



شکل ۶-۵ یاتاقان متحرك ، خار متحرك و بوش آن

Fig. 5-6 Crosshead, crosshead pin, and crosshead-pin bushing.



شکل ۷-۵ تنظیم یاتاقان ثابت میل لنگ از نوع غلطک مخروطی دو ردیفه

Fig. 5-7 Crankshaft main bearing adjustment for double -row tapered roller bearings

خنک کننده‌های داخلی و خروجی (intercoolers and aftercoolers) - اینها از قطعات مهم کمپرسور هستند که اغلب نادیده گرفته میشوند تا حدی که کارآیی خود را از دست میدهند. رطوبت جمع شده در تله‌ها و یا مخازن اینها باید مرتب خالی شود و این نکته ساده ویژگی نگهداری این دستگاهها است . اگر رطوبت سردکننده داخلی تخلیه نشود آب به سیلندرهای فشارقوی وارد میشود و اگر رطوبت خنک کننده خروجی تخلیه نگردد، آب به مخزن ذخیره هوا و خطوط توزیع هوا وارد خواهد شد. بنابراین رطوبت جمع شده در سردکننده باید منظما" تخلیه شود.

مطمئن‌ترین روش تخلیه خنک کننده‌های داخلی و خروجی و مخازن ذخیره هوا استفاده از تله‌های تخلیه خودکار است . اگر آب خنک کن مواد معدنی داشته باشد ، لوله‌های خنک کننده‌ها بمرور میگیرد و موجب کاهش تبادل حرارت میشود، بنابراین لازم است لوله‌ها بصورت ادواری رسوب گیری شوند.

وسط خنک کننده‌های نوع هوایی محل تجمع گردوخاك است که اگر تمیز نشود موجب کاهش راندمان میشود. برای زدودن گردوخاك ، دمیدن هوا در جهت مخالف حرکت هوای خنک کننده کافی خواهد بود اما اگر سطوح روغنی و چرب شده باشند لازم است خنک کننده را در محلول شیمیایی خیسانده و سپس با فشار

هوا خشک نمود.

تمیز کردن - تمیز کردن سطوح بیرونی کمپرسور یکی از مهمترین نکات نگهداری است . گردوخاك آغشته به روغن که روی سطوح می‌نشیند، نقش عایق را بازی میکند و تبادل حرارت پوسته سیلندر کمپرسورهایی را که با هوا خنک میشوند کاهش میدهد. واضح است که مقداری از گرد و خاك مذکور به قطعات داخلی راه می‌یابد. تمیز کردن کمپرسور نه تنها ظاهری آراسته به آن میدهد بلکه موجب کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری نیز میشود.

کاهش بار - معمولا هر سازنده‌ای روش مخصوص بخود را برای کنترل سیستم و بدون بار کردن کمپرسور هوا ارائه میدهد که بیان همه آنها در اینجا مقدور نیست . بعضی از سازندگان چند نوع روش کنترل بار دارند و بنابراین دستوالعملهای آنها در این مورد راهگشا خواهد بود.

بعضی از سیستمهای متداول عبارتند از سوپاپ تخلیه بارمکش ، دریچه تنظیم مکش (suction throttling device)، تخلیه بار گریز از مرکز (centrifugal unloader) و سیستمهای کنارگذر (bypass). اکثر این سیستمها بوسیله کلید فشاری (pressure switch) و شیر سه طرفه مغناطیسی (سلونوئیدی) عمل میکنند.

روش دیگر تحریک کردن وسیله تخلیه بار توسط پیلوت نیوماتیکی است که چند نوع آن در این صنعت وجود دارد.

واشر کامل - کمپرسورهای دو زمانه (double acting) شاتونی، سیستم آببندی برای روغن (oil-stop-head) و سرسیلندر (cylinder - head) دارند که نیاز به بازرسی ادواری دارد. واشرهای روغنی معمولا" از رینگهای فلزی ساخته شده‌اند. چون وظیفه اصلی این سیستمهای آببندی ضمن روغنکاری، پاك کردن روغن از سطح شاتون است بنابراین نیاز به بازدید کمتری دارند . اگر شاتون آسیب ببیند این رینگها هم خراب میشوند و باید تعویض گردند. هرگز از رینگ نو برای روغنکاری شاتونهای آسیب دیده و خراش پیدا کرده استفاده نکنید(شکل ۸-۵).

سیستم آببندی سرسیلندر معمولا" از نوع متحرك است که توسط حلقه‌های واشر (packing ring) خود را تنظیم میکند. مواد بکار رفته ، مدل و تعداد حلقه‌ها و خطوط روغنکاری بسته به نوع گاز و فشار خروجی آن دارد. در بعضی از کاربردها استفاده از سیستمهای مخصوص الزامی است (شکل ۹-۵).

سیستم آببندی فلزی پس از نصب به بازرسی زیادی احتیاج ندارد. اما اگر روی شاتون خراش بیفتد باید واشر را باز و بازرسی کرد که مواد خارجی جذب آن نشده باشد. تا زمانیکه نشتی نباشد و شاتون خراشیده نشده باشد ، به این واشرها نباید دست زد زیرا آنها خود تنظیم کن هستند و در حالت عادی کمی سائیده میشوند.

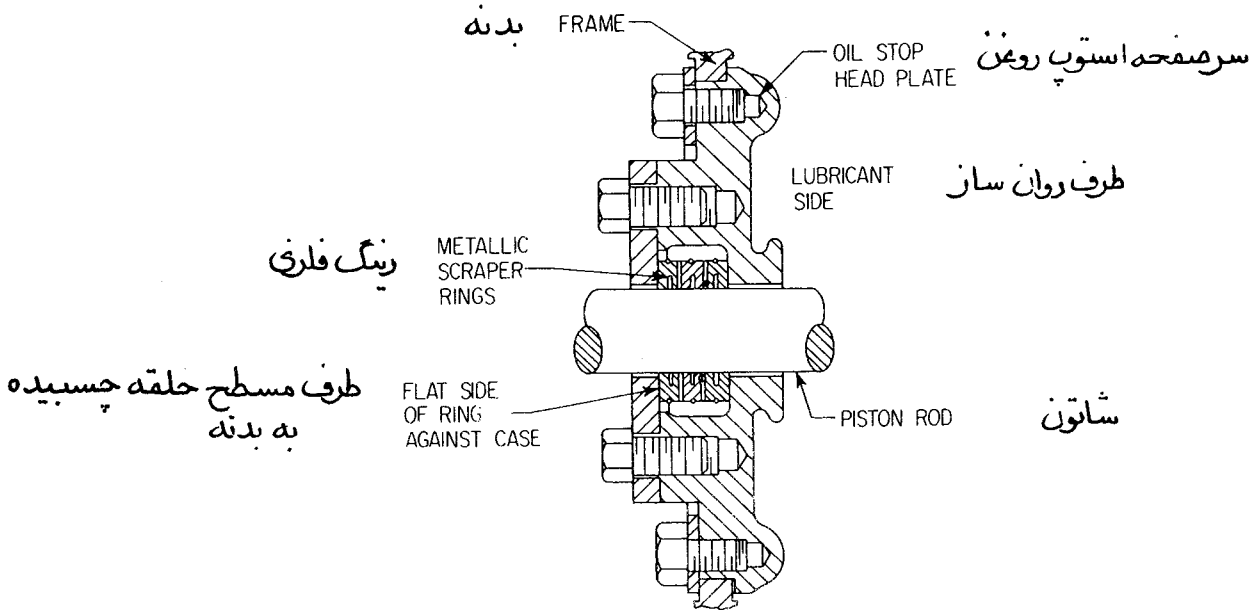


Fig.5-8 Oil-stop-head packing شکل ۸-۵ واشر مانع عبور روغن

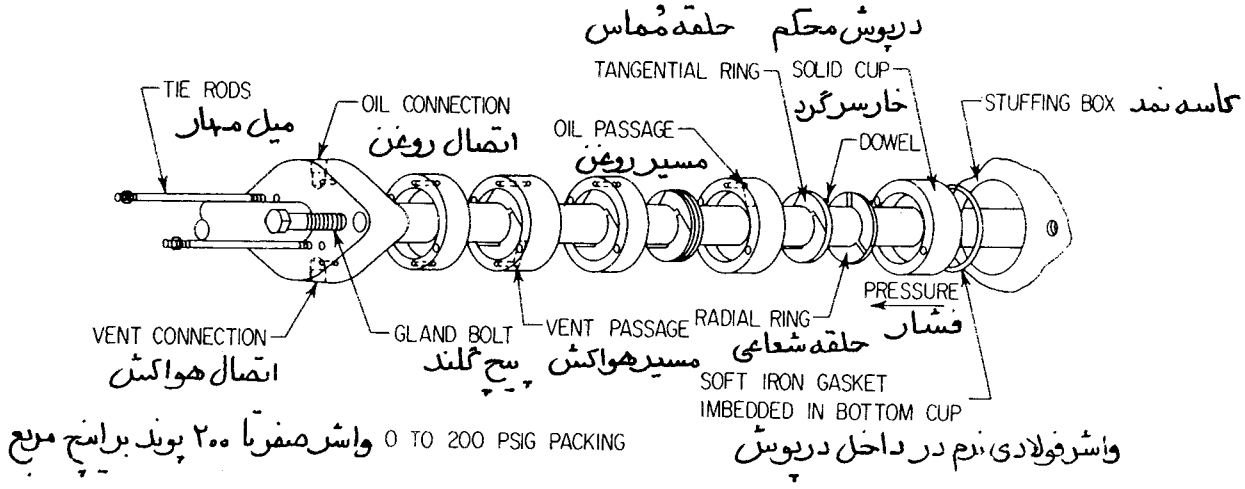


Fig.5-9 Cylinder-head packing شکل ۹-۵ سیستم روغن بند سرسیلندر

قطعات مکانیکی کمپرسور هوا گاهی کارآیی خود را از دست میدهند. جدول شماره ۱-۵ لیست اشکالات متداول و علت آنرا نشان میدهد.

جدول ۱-۵ چک لیست سرویس قطعات مکانیکی

۱ - فشار روغن پایین است :
a. سطح روغن پایین است .

b. صافی پمپ روغن گرفته است .
c. در خطوط مکش یا دهش نشتی وجود دارد.
d. یاتاقانها سائیده شده‌اند.
e. پمپ روغن آسیب دیده‌است .
f. کثافت در شیر یکطرفه فیلتر روغنی گیر کرده است .
g. فنر شیر یکطرفه فیلتر روغن شکسته است .
h. خط کنار گذر روغن نشت میکند.

۲ - فشار روغن بالا است :
a. خطوط روغن تحت فشار گرفته است .
b. مکانیسم فیلتر روغن آسیب دیده است .
c. فشار اضافی برفنر شیر یکطرفه فیلتر وارد میشود.
d. فشار اضافی بر فنر مکانیسم تنظیم فشار روغن آمده است .

۳ - توزیع نادرست در روان کننده مکانیکی :
a. شیر جام کرده یا کثیف است .
b. فنر شکسته در شیر یکطرفه سیلندر.
c. نشت در خطوط یا روغن نما.
d. سطح روغن پایین است .
e. هواکش مخزن روان کننده گرفته است .

۴ - سیلندر کم فشار سوخته :
a. آب خنک کن کافی نبوده .
b. سیلندر یا پیستون خراشیده شده .
c. سوپاپ یا فنر آن شکسته .
d. رسوب بیش از حد کربن .
e. مکانیسم آببندی خیلی سفت بوده .
f. روغنکاری غیر کافی .
g. مسیر آب خنک کن سیلندر گرفته یا خورده شده .

۵ - سیلندر فشارقوی سوخته :
a. آب خنک کن غیرکافی است .
b. سیلندر یا پیستون خراشیده شده .
c. سوپاپ یا فنر آن شکسته .
d. رسوب بیش از حد کربن .
e. روغنکاری غیرکافی .
f. سیستم آببندی خیلی سفت شده .
g. مسیر آب خنک کن سیلندر گرفته یا خورده شده .

۶ - آب در سیلندرها نفوذ کرده :
a. واشر سرسیلندر معیوب است .
b. سیلندر یا سرسیلندر ترك خورده .
c. در اثر جریان آب خنک کن بیش از حد در داخل سیلندر تقطیر پیش آمده .

۷ - فشار خنک کن داخلی بالاست :
a. سوپاپ تحت فشار شکسته یا نشت دارد.
b. مانومتر خراب است .
c. واشر نشیمنگاه سوپاپ آسیب دیده .

۸ - فشار خنک کن داخلی پائین است :
a. سوپاپ طرف کم فشار شکسته یا نشت دارد.
b. خنک کن داخلی نشت دارد.
c. سیستم آببندی شاتون نشت دارد.

۹ - صدای تق تق :
a. رسوب بیش از حد کربن .
b. سیلندر یا پیستون خراشیده شده .
c. روان کننده معیوب .
d. اجسام خارجی در سیلندر است .
e. پیستون به سرسیلندر برخورد می‌کند.
f. پیستون لق شده یا پین شل شده .
g. یاتاقان شاتون سوخته و یا سائیده شده .
h. یاتاقانهای اصلی شل شده .
i. روی یاتاقان متحرك یا شیارهای آن خط افتاده .

۱۰ - سیلندر، آستر آن یا پیستون خراشیده شده :
a. اجسام خارجی وارد شده .
b. فیلتر هوا کثیف یا غیر کافی است .
c. روغنکاری کم است .
d. آب خنک کن زیاد یا خیلی سرد است که باعث تقطیر آب در سیلندر شده و یا روغن را میشوید.
e. حرارت بیش از حد است .
f. مسیر آب در پیراهن دور سیلندرها گرفته .

۱۱ - سوپاپ و فنر شکسته :
a. تقطیر بیش از حد که باعث زنگ زدگی شده است .
b. رسوب کربنی .
c. اجسام خارجی بوسیله فیلتر هوا گرفته نشده اند.
d. سوپاپها غلط سوار شده .

e. درمسیر هوای ورودی ، خورندگی اسیدی دیده میشود.

۱۲ - اشکال در سیستم کنترل :
a. آزاد کننده سوپاپ مکش در حالت باز یا بسته مانده .
b. سوئیچ فشار آسیب دیده .
c. شیرمغناطیسی سوخته .
d. اجسام خارجی در شیر سه طرفه .
e. ارتعاش در سیستم کنترل .
f. برق تغذیه کنترل قطع شده یا ولتاژ افتاده است .
g. صافی یا خطوط هوا گرفته است .
h. فرکانس یا ولتاژ اشتباه است .

۱۳ - عملکرد نادرست آزاد کننده سوپاپ مکش :
a. در خطوط آزاد کننده سوپاپ نشت دیده میشود.
b. اجسام خارجی در نشیمنگاه یا شیارها .
c. انگشتی سائیده شده .
d. دیافراگم پاره شده یا نشت میکند.
e. فنرها شکسته است .
f. شیر قطع دستی کمی بسته است .
g. سوئیچ فشار غلط تنظیم شده است .

تذکر: کتابچه راهنمای نگهداری کمپرسور را با دقت بخوانید. این کتابچه و لیست قطعات یدکی را در جای مطمئن نگهدارید تا در زمان نگهداری و تعمیرات به آسانی در دسترس و قابل مراجعه باشد. به کمک این مدارك زمان تعمیرات و از کارافتادگی دستگاه به حداقل میرسد.

بخش هشتم ـ نگهداری دستگاههای تاسیساتی

فصل ششم:

شیرها

بخش هشتم - نگهداری دستگاههای تاسیساتی

فصل ششم - شیرها

این فصل شیرهای متداول در صنعت را بررسی میکند. طراحی مختلف شیرها یک هدف مشترك دارد: قرار گرفتن دیسک (disk) روی دریچه (seat) بطوریکه دهانه دریچه بطور کامل بسته شود. این ایده باعث شده است که طراحی شیرها در انواع مختلف از جمله کف فلزی ، یکطرفه ، کشویی ، توپکی و پروانه‌ای صورت گیرد. شکل ۱-۶ مقطع شیر کف فلزی ، یکطرفه و کشویی را نشان میدهد. مقطع شیرتوپکی (ball valve) و پروانه‌ای (butterfly) به ترتیب در شکل ۹-۶ و ۱۰-۶ نشان داده شده است. در هرکدام از طرحهای یادشده دیسک با روش متفاوت روی دریچه می‌نشیند.

شیرها معمولا" به دلایل مختلف از یکی از سه فلز زیر ساخته میشود:

برنزی - تا حداکثر ۵۵۰ درجه فارنهایت . برنز در برابر سیالات خورنده مقاوم است و به آسانی ریخته میشود و ماشینکاری آن راحت است . این نوع شیر در اندازه ۳ اینچ و کوچکتر ساخته میشود.

چدنی - تا حداکثر ۴۵۰ درجه فارنهایت . چدن ارزانتر از برنز است بنابراین قیمت شیرآلات چدنی بزرگتر از ۲ اینچ معمولا" به نحو چشمگیری کاهش می‌یابد. اجزای داخلی شیر (trim) شیرآلات چدنی معمولا" از جنس برنز یا تمام فولاد است . شیرهای چدنی با قطعات داخلی برنزی (بدنه چدنی، آرایش برنزی) (I.B.B.M) و یا قطعات داخلی فولادی (A.I) نامیده میشوند. برای محلولهائیکه برنز را می‌خورند (مانند اسید سولفوریک غلیظ) از شیرهای تمام فولادی استفاده میشود.

فولادی - تا حداکثر ۱۱۰۰ درجه فارنهایت. فولاد در دمای بالا مقاوم‌تر از چدن و برنز است . علاوه بر سه طرح اساسی و سه فلز پایه یاد شده ، شیرها در رده بندی (rating) دما- فشارهای مختلف و با انواع اتصال متفاوت ساخته میشوند. در قسمت بعد رده‌بندی فشار شیرها شرح داده میشود و رده بندی فشار رایج و اتصالات انتهایی هر شیر در قسمت همان شیر توضیح داده خواهد شد.

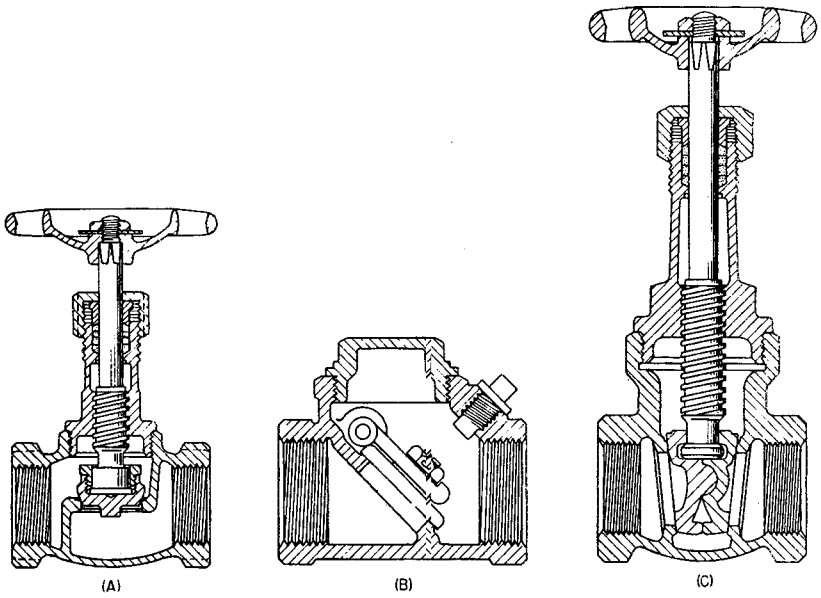
شیر چیست ؟

شاید بهتر باشد شیر را تعریف کنیم تا نحوه بهره‌برداری و نگهداری و کاربردهای مختلف آن بهتر درك شود. برای منظور این فصل ، شیر یک ابزار مکانیکی است که به یک منبع تحت فشار متصل است و جریان مایع را متوقف یا تنظیم میکند.

بعنوان یک *ابزار مکانیکی* ، لازم است برای هر کاربرد شیر مناسب انتخاب شود و همچنین بطور صحیح نصب گردد . فقط در اینصورت است که شیر بمدت طولانی میتواند بدون نشتی و سایش (wear) کار کند. بهنگام نصب و بعدا" بصورت ادواری باید از شیر بازدید بعمل آید تا اطمینان حاصل شود که دریچه آن در حد لزوم آببند است .

وقتی نشت و سایش بوجود می‌آید، لازم است چند دستور نگهداری رعایت شود تا شیر دوباره کارآیی اولیه را بدست بیاورد. روشهای نگهداری کلی در این فصل داده میشود، ولی برای هر مورد مشخص باید کتابچه راهنمای سازنده شیرمطالعه و از آن استفاده شود. از منابع سودمند دیگر جزوه " MSS- SP-92 " (راهنمای MSS برای استفاده شیر) میتوان نام برد. اغلب اوقات در شیرهای کف فلزی و یکطرفه سایش

(wear) پدید می‌آید و بهمین دلیل است که برای بازرسی و دسترسی به اجزای داخلی و در صورت لزوم تعویض برخی قطعات آن پیش بینی‌هایی صورت گرفته است . دریچه شیرهای کف فلزی درست مقابل بازشوی بالایی بدنه شیر است و دسترسی به آن برای سرویس و نگهداری آسان است. از آنجا که شیرهای کشویی اغلب در یک حالت باقی میمانند (باز یا بسته) خصوصیات نگهداری آنها مشابه کف فلزی و یکطرفه نیست و سایش آنها کندتر است .



شکل ۱-۶ سه طرح پایه: (A) کف فلزی. (B) یکطرفه. (C) کشویی.
Fig. 6-1 Three basic designs (A) Globe. (B) Check. (C) Gate

متذکر شویم که شیر اساسا" یک ابزار مکانیکی محسوب میشود و بهمین دلیل باید آنرا هرچند وقت یکبار باز و بسته کرد. بازکردن و یا بستن شیرهایی که پس از نصب بدست فراموشی سپرده میشوند و عملی روی آنها انجام نمیشود بسیار مشکل خواهد شد. این امر در مورد شیرهای خطوط آب گرم ، خطوط آب سخت یا سایر خطوط که سیال رسوب دهنده دارند صادق است . در واقع اگر عملیاتی روی شیرهای این خطوط انجام نشود، بمرور آنقدر رسوب میگیرند که به ناچار باید آنرا پیاده و قطعات آن را از رسوب تمیز کرد و تنها پس از تمیز کردن قادر به بازکردن و بستن آنها خواهیم بود.

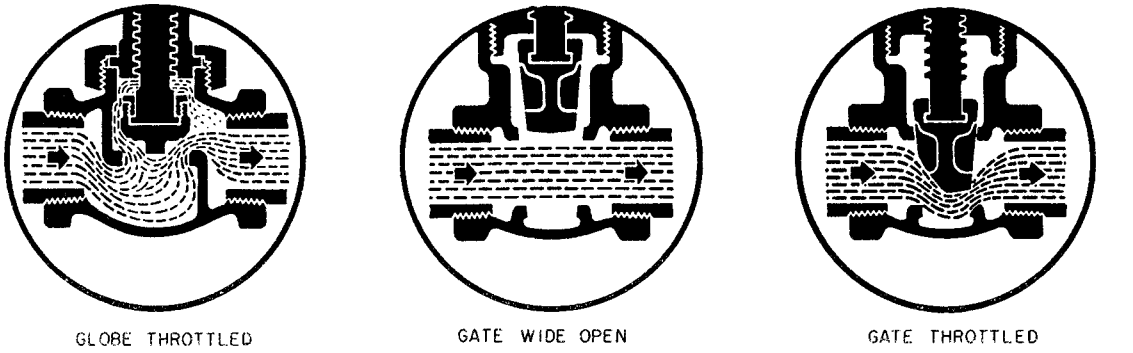
جمله "شیرآلات متصل به منابع تحت فشار" نیاز به توضیح دارد زیرا دما و فشارکار یک شیر با اندازه مشخص بستگی به ضخامت جدار و مصالح تشکیل دهنده مخزن تحت فشار دارد. بمنظور ارزیابی و طبقه‌بندی دما و فشار شیرها، انستیتو ملی استاندارد آمریکا (ANSI) آنها را رده‌بندی نموده و به هرکدام یک شماره کلاس فشار اختصاص داده است . شماره کلاس رده‌بندی (class number) به روش قدیمی فشار بخار یا فشار اولیه شیر مربوط میشود.

از آنجا که در دمای اتاق مقاومت کششی (tensile Strength) و حد تسلیم (Yield strength) شیرها بیشتر از زمانی است که در دمای بخار باشند بنابراین مقاومت هر شیر در هر کلاس فشار در دمای اتاق بیشتر است تا در دمای بخار. رده‌بندی کلاس فشار شیر در دمای محیط (صفر تا ۱۵۰ درجه فارنهایت برای برنز و چدن و صفر تا ۱۰۰ درجه فارنهایت برای فولاد) بنام فشار کار سرد (cold working pressure) شیر نامیده میشود. طبقه‌بندی نامی فشار کار سرد شیر با طبقه‌بندی دیگری (ثانویه) بنام (WOG) مطابقت

دارد. کلاس فشار در حالت سرد (CWP) برای رده ۳۰۰ و کوچکتر تقریبا" دو برابر شماره رده‌بندی کلاس فشار و برای رده ۳۵۰ و بیشتر حدودا" ۲/۴ برابر آن است (بستگی به اندازه و مصالح شیر دارد).

لازم است به جمله "شیر دبی را متوقف یا تنظیم میکند" توجه شود زیرا مشخص میکند که کجا باید از شیر کف فلزی و کجا باید از شیر کشویی استفاده شود. اگر تنظیم دبی لازم باشد باید از شیر کف فلزی استفاده شود و اگر لازم است شیر فقط در یک حالت باز یا بسته کامل قرار گیرد، شیر کشویی باید نصب شود.

جریان گردابی (Throttled) تمام محیط دیسک شیر کف فلزی را در برمیگیرد و سایش کمتر یا کندتری ایجاد میشود. اما در مورد شیرکشویی، جریان گردابی در قسمت پائین گوه متمرکز میشود و فشار به یک طرف آن وارد میشود و باعث سایش سریع و غیر متقارن میگردد. شکل ۲-۶ این موضوع را به روشنی نشان میدهد.



شکل ۲-۶ دیاگرام حالت جریان

شکل ۲-۶ این دیاگرامها پاسخ این پرسش را که کجا شیرکف فلزی و کجا شیرکشویی استفاده شود میدهد. شیر کف فلزی برای تنظیم مقدار جریان استفاده میشود. توجه کنید که جریان همه اطراف محیط دیسک را فرا میگیرد و بنابراین سایش یکنواخت بوجود می‌آید. تعمیرات و دوباره‌تراشی شیرهای کف فلزی به آسانی انجام میپذیرد. اگر جریان کامل و بدون مانع می‌خواهید شیر کشویی استفاده کنید که افت فشار کمتری هم دارد. شکل ، نحوه استفاده نادرست از شیر کشویی را بعنوان تنظیم کننده نشان میدهد که در حالت نیمه بسته سائیدگی در همه طرف یکسان نیست .

Fig.6-2 Diagrams of flow condition. These diagrams illustrate the answer to the question as to where you use globe valves and where gate valves. Globe valves are used to throttle flow. Note that the flow is around the entire periphery of the disk, giving even wear. Globe valves are easily repaired or reground. Gate valves are used when you want unobstructed flow and little line loss. The illustrations show the uneven wear when gate valves are misused for throttling.

در کاربردی که نیاز است شیر مکررا" باز و بسته شود، شیر کف فلزی بعلت ساختمان خاص خود مناسبتر است . دیسک شیر کف فلزی فقط در لحظه بسته شدن کامل با دریچه آن تماس پیدا میکند در حالیکه گوه شیر کشویی در تمام طول حرکت خود برای بستن کامل با سطوح دریچه در تماس است و بنابراین در تمام طول حرکت لغزشی سائیدگی ایجاد میشود. سرانجام اگر شیر کف فلزی سایش پیدا کند تعمیرات و تعویض قطعات داخلی آن راحت تر از شیر کشویی است .

در مشخصات فنی غالبا" مینویسند " برای تنظیم مقدار جریان یا باز و بسته کردن مکرر از شیر کف فلزی استفاده شود. اگر جریان کامل لازم است برقرار باشد یا اینکه شیر فقط در یک حالت (باز و یا بسته) بمدت

زیاد باقی میماند از شیر کشویی استفاده شود". در تاسیساتی که به تنظیم دقیق نیاز است اگر فقط از یکعدد شیر کف فلزی استفاده شود دیسک و نشیمن آن خیلی سریع سائیده میشود. برای تنظیم و قطع و وصل جریان، گاهی اوقات بهتر است از دو شیر پشت سرهم استفاده شود، یکی برای تنظیم و دیگری برای باز یا بسته بودن کامل .

شیرهای برنزی

شیرهای برنزی طرح کف فلزی، یکطرفه و کشویی در کلاس فشارهای ۱۲۵ ، ۱۵۰ ، ۲۰۰ ، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ عرضه میشود. این شیرها دریچه برنزی یکپارچه با بدنه و دیسک و ساقهء برنزی یا با دریچه و دیسک از آلیاژ نیکل و فولاد زنگ ناپذیر و ساقه برنزی ارائه میشوند . شیرهای برنزی معمولا" با اتصال دنده‌ای یا لحیمی در اندازه $^{1}/_{4}$ تا ۲ اینچ ساخته میشوند.

شیرهای کف فلزی برنزی

ساخت شیرهای کف فلزی متفاوت است . بعضی از آنها در شکل ۳-۶ نشان داده شده است . روش نگهداری این شیرها به اختصار بدنبال می‌آید.

شیرهای کف فلزی باسرپوش (Bonnet)دنده‌ای

این شیر در شکل A ۳-۶ دیده میشود و برای تاسیسات کوچک و جائیکه لازم نیست مکررا" باز و بسته شود طراحی شده است .
پیمانکاران معمولا" از آن در تاسیسات گرمایی کم‌فشار و لوله‌کشی بهداشتی استفاده میکنند. نگهداری آن کمی مشکل است زیرا اتصال دنده‌ای سرپوش (bonnet) و بدنه (body) مانع سنگ زنی مجدد نشیمن آن می‌باشد. این شیر را میتوان با قرار دادن آن در حالت باز و تحت فشار واشرگذاری مجدد نمود. هنگام انجام این عمل باید مواظب بود که روی ساقه ، دریچه یا نشیمن سرپوش گردوخاك ننشیند و یا خراش نبیند چون در غیراینصورت حالت آببندی خود را از دست میدهد. باین دلیل است که واشرگذاری تحت فشار مگر در حالتهای ضروری توصیه نمیشود.

شیرقابل سنگ زدن باسرپوش مهره‌دار (Union-Bonnet Regrinding Valve)

این شیر در دو کلاس بخار ۲۰۰ و ۳۵۰ پوند براینچ مربع ساخته میشود. نگهداری آسان و درجا هدف اصلی اولیه طراحی این شیر بود. میتواند تعمیر و سنگ زنی مجدد شود. یک قطعه فلزی بین انتهای ساقه و دیسک درگیر میکنند تا هنگام لنگ زدن از چرخیدن ساقه روی محور خود جلوگیری بعمل آید.
در عملیات سنگ زنی از فلکه شیر برای شکل دادن و از لبه سرپوش (bonnet lip) برای هدایت در گلویی بدنه استفاده میشود. اگر دیسک و نشیمن دریچه شیر فرسوده شده باشند و برای سنگ زنی مناسب نباشند، ابزار تعویض نشیمن دریچه شیر بصورت یک دست کامل برای این کار عرضه میشود. درجه سختی دیسک و نشیمن دریچه برنزی ۸۵ برینل (Brinell) است بنابراین استفاده از ابزار یاد شده امکانپذیر است . واشر این شیرها را میتوان تحت فشار و بدون قطع کردن جریان عوض کرد (به شکل B ۳-۶ نگاه کنید).

شیر کف فلزی نوع سماوری قابل نوسازی

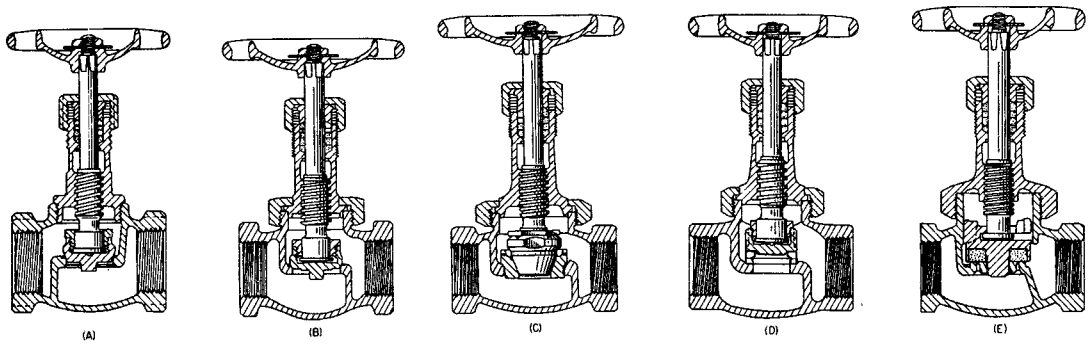
این نوع شیر برای باز و بسته کردن مجدد و تنظیم در شرایط سخت مانند تخلیه ، پس ریز(drip) ، آشغال‌گیری ستونهای آب (Water Column Blowdown) و گردابی کردن جریان (throttling) و کاربردهای مشابه که لازم است تکیه‌گاه نشیمن مقاومت زیادی در برابر عملیات ساینده و مخرب داشته باشد استفاده میشود . تعمیر این شیرها شامل تعویض دیسک و نشیمن دریچه است . سنگ زنی دستی این شیر بعلت سختی بالا مشکل است زیرا دیسک آنها شکل مخروطی دارد و همیشه دو تکه نصب میشوند. درجه سختی آنها ۵۰۰ برینل است . واشر این شیر را میتوان زیر فشار عوض کرد. (شکل C ۳-۶).

شیر کف فلزی با نشیمن دریچه تخت و سختی ۶۰۰ برینل

این شیرها جز تعویض واشر عملا" به تعمیر نیاز ندارند زیرا نشیمن آنها مسطح و بسیار سخت است و در برابر سایش مقاوم میباشد (شکل D ۳-۶). این شیر در تاسیسات بخار ، هوا ، آب ، روغن ، گاز و سایر سیالات کاربرد دارد و در همه این کاربردها بخوبی آببند است .

شیر کف فلزی با دیسک غیر فلزی

این شیر بنام شیرکف فلزی با دیسک ترکیبی هم نامیده میشود (شکل E ۳-۶). این شیر متداولترین شیر کف فلزی است زیرا نگهداری آن بسیار ساده و شامل تعویض دیسک پس از سایش آن میباشد. دیسک براحتی از گیره خود جدا میشود و بجای آن میتوان دیسک جدید جا زد. دو نوع دیسک وجود دارد ، یکی برای بخار و آب گرم و دیگری برای آب سرد ، هوا ، گاز، اکسیژن ، اسید و قلیا و محلولهای مشابه. اگر نشیمن برجسته دریچه ، خورده یا شیاردار شود میتوان آنرا با ابزار مخصوص دوباره شکل داد . درجه سختی آن ۸۵ برینل است . این شیر را نیز میتوان تحت فشار واشرگذاری نمود.



شکل ۳-۶ شیرهای کف فلزی برنزی: (A) کف فلزی با کلاهک دنده‌ای. (B) شیرقابل سنگ زدن باکلاهک پیوسته(مهره‌ماسوره‌ای). (C) نوع کف فلزی قابل نوسازی. (D) نشیمن تخت ۶۰۰ برینل. (E) دیسک غیر فلزی.

Fig.6-3 Bronze globe valves. (A) Threaded-bonnet globe. (B) Union-bonnet regrinding globe. (C) Renewable globe, plug type. (D) Flat-seat globe, 600 Brinell. (E) Nonmetallic-disk globe.

شیرهای یکطرفه برنزی

شیرهای یکطرفه خودکار عمل میکنند و مانع برگشت جریان در خطوط لوله میشوند و انواع مختلف دارند که تعدادی از آنها در شکل ۴-۶ نشان داده شده است . این شیرها به دو گروه اصلی تقسیم میشوند : یکطرفه لولایی (swing check) و یکطرفه سوپاپی (lift-check) با صفحه بالارونده . اگر دبی کامل لازم باشد از شیر یکطرفه لولایی استفاده میشود. در تاسیساتی مانند هوا و گاز که شیر یکطرفه مکررا" عمل میکند نوع سوپاپی مناسبتر است. مختصری در مورد روش نگهداری آنها به دنبال می‌آید.

شیر یکطرفه سوپاپی با دیسک غیر فلزی (شکل A ۴-۶)

در مقایسه با شیر کف فلزی با نشیمن تخت ، نشیمن دریچه این شیر دایره‌ای بریده شده و تماس خطی دارد تا با دیسک به صورت خطی و تراز تماس پیدا کند. چون معمولا" فشار ناچیزی برای نگهداشتن دیسک روی نشیمن دریچه وجود دارد، تماس خطی مناسب است . گاهی اوقات برای زیاد کردن این فشار از فنر استفاده میشود. نگهداری این شیرها عبارت است از تعویض دیسک در صورت لزوم و برطرف کردن خوردگی و شیار احتمالی نشیمن دریچه با ابزار دوباره سازی نشیمن .

شیر یکطرفه لولایی (شکل B ۴-۶)

محتملا" این شیرها متداول ترین و پرمصرف ترین نوع شیر یکطرفه میباشند. این شیرها را میتوان افقی یا قائم با جریان به سمت بالا نصب نمود. نگهداری این شیر شامل سنگ زنی دیسک است که بتواند دوباره روی نشیمن خود قرار گیرد. برای این کار پیچ گوشتی را از سوراخ تعبیه شده عبور داده دیسک را آزاد و آماده سمباده‌زنی میکند.

اگر خارنگهدار (carrier pin) ، درپوشهای بغل (side plug) یا نگهدار دیسک سایش پیدا کنند، میتوان آنها را به آسانی و با هزینه مختصر با قطعه نو تعویض نمود. این پیشنهادات نگهداری را در مورد شیرآلات یکطرفه لولایی با آرایش داخلی برنزی نیز میتوان بکار گرفت .

سنگ زدن شیرهای یکطرفه سوپاپی

این شیر یکطرفه بسیار خوبی است چون برای هدایت دیسک و تماس آن با نشیمن در بالا و پایین شیار هادی حرکت دارد. تمام قطعات آن باستثناء نشیمن دریچه که با بدنه یکجا ریخته شده قابل تعویض هستند . سنگ زنی نشیمن دیسک با استفاده از سوراخ پیچ گوشتی در میله شیر میسر است . درجه سختی دیسک و نشیمن آن ۸۵ برینل است که اجازه میدهد از ابزار جاسازی مجدد نشیمن استفاده شود (شکل C ۴-۶).

شیر یکطرفه سوپاپی قابل تعمیر

دیسک و نشیمن آن قابل تعویض است و از آلیاژ نیکل با سختی ۱۸۵ برینل ساخته میشود. دیسک این شیر فقط شیار هدایت بالایی دارد بنابراین دقت نشستن آن روی نشیمن مانند شیر یکطرفه سوپاپی قابل سنگ زنی نیست. نگهداری شامل سنگ زنی مجدد دیسک یا تعویض آن ، در صورتی که خیلی فرسوده باشد،

میباشد (شکلD ۴-۶).

شیر یکطرفه توپکی (Ball Check Valve)

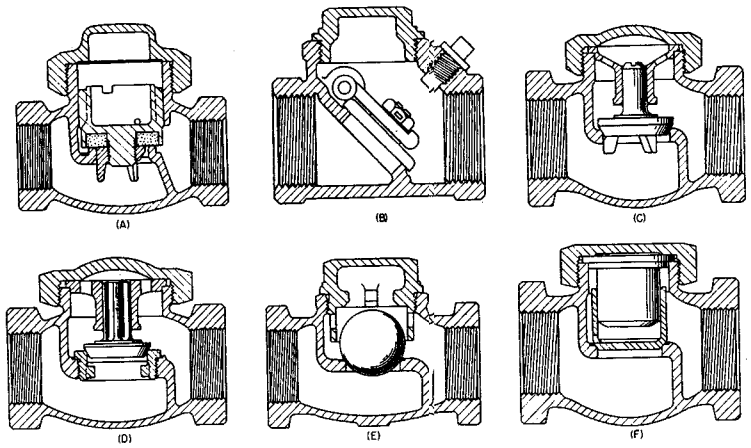
برخی این شیر را شیر یکطرفه ایده‌آل میدانند اما به عقیده متخصصین این شیر باید فقط در خطوط مایعات سنگین و با غلظت بالا مانند آب لجن ، آب ملاس (molasses)، مایعات لعابی و مایعاتی که حامل ذرات جامد هستند استفاده شود.

هر یک از این سیالات گفته شده میتواند هرنوع شیر یکطرفه دیگر را مسدود کند. برای تعمیر این شیرها کار زیادی نمیتوان کرد چون چیزی ساچمه را روی نشیمنگاه نگه نمیدارد که بتوان نشیمن آن را سنگ زنی کرد. ساچمه باید به شکل کامل و نشیمن به خوبی مدور باشد (شکل E ۴-۶) .

شیر یکطرفه کمپرسور هوا (شکل F ۴-۶)

مشکلترین کاربرد شیر یکطرفه، خروجی کمپرسور هوا میباشد و این شیر برای اینکار ساخته شده است. بطور عادی در هر سیکل کار کمپرسور این شیر بازو بسته میشود. شیر یکطرفه لولایی در عرض ۵ دقیقه در چنین شرایطی از هم باز میشود.

در شیر نشان داده شده ، دیسک از فولاد زنگ ناپذیر ساخته شده و هادی برنزی دارد. بالشتک هوا که از حرکت دیسک تشکیل میشود از لگد زدن شیر و از ضربه ناگهانی (damping) دیسک جلوگیری میکند بطوریکه شیر فقط در زمان روشن شدن کمپرسور باز میشود و تا خاموش شدن آن در این حالت باقی میماند. پس از خاموش شدن کمپرسور دیسک به آهستگی و بوسیله فشار معکوس محکم روی نشیمنگاه می‌نشیند. روغن موجود در هوای فشرده باعث افزایش راندمان بالشتک هوا میشود. برای نگهداری آن درپوش را بردارید و قطعات داخلی را در صورتیکه روغن منتقل شده کافی نباشد روغنکاری نمائید و سپس قطعات قابل نوسازی را تعمیر کنید و اگر لازم باشد نشیمن دریچه را سنگ بگیرید . برای کاهش نوسانات ناشی از خاموش و روشن شدن کمپرسور این شیر را تا آنجائیکه امکان دارد دور از کمپرسور نصب کنید.



شکل ۴-۶ شیرهای یکطرفه برنزی: (A) یکطرفه سوپاپی با دیسک غیرفلزی. (B) یکطرفه لولائی ، نشیمن قابل سنگ زنی. (C) یکطرفه سوپاپی با نشیمن قابل سنگ زنی. (D) یکطرفه سوپاپی با نشیمنگاه قابل تعویض. (E) یکطرفه توپکی. (F) یکطرفه کمپرسور هوا

Fig.6-4 Bronze check valves. (A) N-M-D Lift-check nonmetallic disk. (B) Swing-check regrinding seat. (C) Lift-check regrinding seat. (D) Lift-chedk renewable seat. (E) Ball check . (F) Air compressore check.

شیرهای کشویی برنزی

به جرات میتوان گفت که شیرکشویی بیشتر از همه انواع دیگر شیر در صنعت کاربرد دارد و از آنجا که فقط در حالت باز و یا حالت بسته باقیمانده ، حرکت زیادی ندارد و عمر زیادی دارد مسائل نگهداری آن هم کمتر است . اگر قرار است شیر کشویی در طول روز مثلا" ده بار باز و بسته شود، بهتر است با یک شیر کف فلزی تعویض شود چون خیلی زود سائیده میشود . سایش در قسمت پائین سطوح گوه و نشیمن آن اتفاق می‌افتد زیرا فشار خط تمام فرسایش را به آن سمت میراند. قسمت بالای گوه سالم باقی میماند و بهمین دلیل اگر شیر کشویی فرسوده را ۱۸۰ درجه بچرخانیم مانند یک شیر نو کار خواهد کرد. تا آنجائیکه امکان دارد ساقه شیر باید به حالت قائم نصب شود. نصب ساقه (stem) شیر در حالت افقی مجاز است ولی بخوبی حالت قائم کار نمیکند بدنه سه شیر کشویی که در قسمت بالای شکل ۵-۶ نشان داده شده است شبیه هم هستند. اولین شیر از سمت چپ ، شیر کشویی برنزی استاندارد با گوه دو تکه و با ساقه بالارونده است که از همه بیشتر مصرف دارد.

شیر کشویی با گوه دوتکه و ساقه بالارونده (شکل A ۵-۶)

ساختمان هر نیمه گوه شامل یک برآمدگی (نیم کره) و یک فرو رفتگی است به شکلی که هر نیمه گوه با نیمه دیگر بخوبی جفت میشود این ترکیب دو نیمه گوه در یک نشیمنگاه مخروطی شکل وضعیت آببندی را بوجود می‌آورد. ولی آشکار است که فشار خط باعث پیچیدن زاویه چرخش نشیمن شیر برنزی و خارج شدن آن از شکل طبیعی میشود. اگر تغییر شکل ناچیز باشد نمیتواند شیر با دونیم گوه را از آببندی بیاندازد. ساقه

بالارونده باز یا بسته بودن شیر را نشان میدهد. شیر کشویی کمتر به سرویس نیاز دارد و هر چند وقت خصوصا" در تاسیسات آبگرم باید باز شود و تمیز گردد . اگر ساقه شیر را تا آخرین حد باز کنیم قادر خواهیم بود شیر را تحت فشار واشرگذاری مجدد نمائیم .

شیر کشویی با ساقه بالارونده و گوه یک تکه (شکل B ۵-۶)

این شیرها در خطوطی که حامل مایعات ملاس و لعابی یا هر سیال سنگین و غلیظ دیگری که استفاده از گوه دوتکه را ناممکن سازد کاربرد دارند. این شیرهای برنزی بخوبی شیرهای با گوه دوتکه برای مایعات رقیق و گازها مناسب نیست و بنابراین نمیتواند سیالات سبک را خوب آببندی کند. روش نگهداری این دو نوع شیر مشابه است .

شیر کشویی با ساقه درجا چرخ و گوه یک تکه (شکل C ۵-۶)

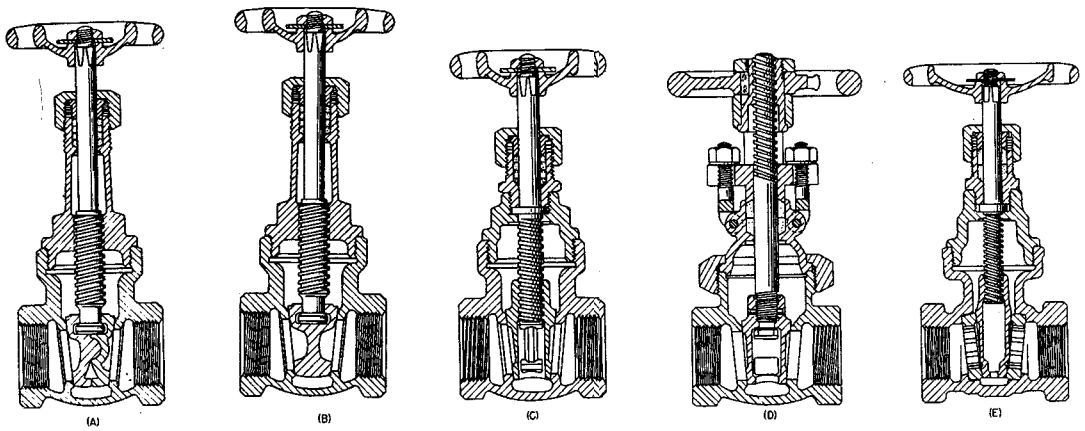
این شیر در بین پیمانکاران طرفدار زیادی دارد و در تاسیسات دریایی استفاده میشود . چون ساقه آن بالا نمیرود و این ویژگی را به این شیر میدهد که در جائیکه فضای کافی برای حرکت وجود ندارد نصب شود.

شیر کشویی با ساقه بالارونده و دنده خارجی (شکل D ۵-۶)

توجه کنید که این شیر کلاهک مهره ماسوره‌ای و گوه یک تکه دارد. در مقررات (CODE) برای اتصالات بالایی و پایینی آبنمای دیگها استفاده از آن توصیه شده است . برای جلوگیری از سایش باید آنرا در حالت باز قفل نمود. این شیر واقع در یک شیر اضطراری و ایمنی است و موجب رسوب گرفتگی سریع شیر میشود. نگهداری شامل بازدید و آزمایش آن است که اطمینان حاصل شود در شرایط کار کردن است .

شیر کشویی برنزی با گوه و نشیمن قابل تعویض (شکل E ۵-۶)

ساقه شیر نشان داده در شکل بالا نمیرود و گوه نشیمن آن از آلیاژ نیکل قابل تعویض ساخته شده است و بهمین دلیل در صنایع شیمیائی کاربرد فراوانی دارد. برای تعمیر ، شیر باید از جای خود روی لوله باز شود و پایین آورده شود . شیرهای کشویی برخلاف کف فلزی نمیتوانند درجا روی خط تعمیر شوند.



شکل ۵-۶ شیرهای کشویی برنزی: (A) ساقه بالارونده، گوه دوتکه. (B) ساقه بالارونده، گوه یک تکه. (C) ساقه درجا چرخ ، گوه یک تکه‌ای. (D) گوه یک تکه با ساقه بالارونده و دنده خارجی اتصال کلاهک با مهره. (E) گوه یک تکه با ساقه درجا چرخ و نشیمن قابل تعویض.

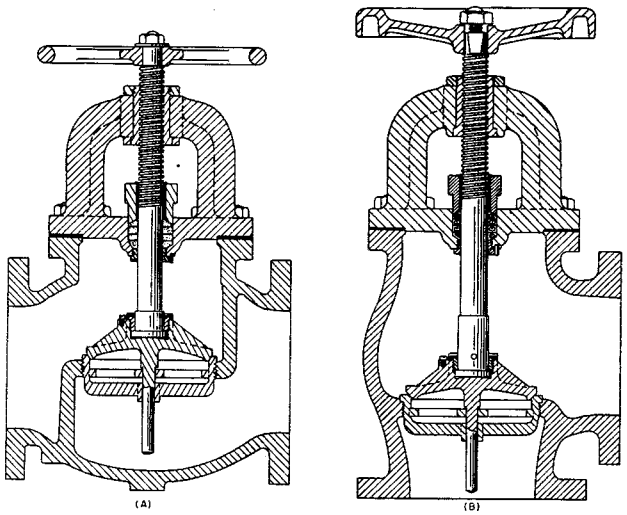
Fig.6-5 Bronze gate valves. (A) Rising-stem, double-wedge disk. (B) Solid-wedge disk, rising stem. (C) Nonrising-stem,single-wedge disk. (D) Outside screw and yoke union bonnet, single-wedge disk. (E) Nonrising-stem, single-wedge disk, renewable seat rings.

شیرهای چدنی

شیرهای چدنی کف فلزی، کشویی و یکطرفه در کلاس فشار ۱۲۵ و ۲۵۰ ساخته میشوند . این شیرها با دیسک و نشیمن و ساقه برنزی (بدنه چدنی با قطعات برنزی یا I.B.B.M) ، نشیمن چدنی یک تکه با بدنه یا نشیمن فولادی ، دیسک چدنی و ساقه فولادی (تمام چدنی یا A.I.) ساخته میشوند. این شیرها معمولا" با اتصال دنده‌ای از ۲ تا ۶ اینچ و با اتصال فلنجی از ۲ تا ۳۰ اینچ در دسترس هستند.

شیرهای کف فلزی و یکطرفه چدنی

شکل ۶-۶ به ترتیب شیر کف فلزی با بدنه چدنی از نوع مستقیم و گوشه‌ای با اتصال فلنجی را نشان میدهد . کاربرد و نگهداری آنها شبیه شیرهای کف فلزی برنزی است . شیرهای یکطرفه لولایی و سوپاپی با بدنه چدنی نیز وجود دارد.



شکل ۶-۶ دو طرح اصلی شیرهای چدنی (A) راست (B) گوشه‌ای
Fig.6-6 Variations of basic valves as to design. (A) Globe. (B) Angle.

شیرهای کشویی چدنی

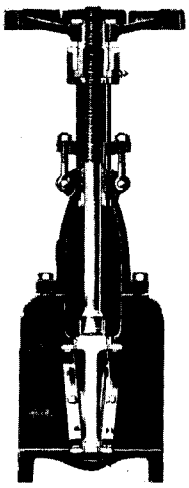
شیر چدنی ۶ اینچ با قطعات داخلی برنزی (I.B.B.M) ، کلاهک و دنده خارجی ، اتصال فلنجی که در شکل ۷-۶ نشان داده شده است در میان شیرهای بزرگ از جمله پرمصرفترین شیر از نظر اندازه، نوع و طراحی میباشد.

نگهداری این شیر آسان است . دنده خارجی ساقه باید تمیز و روغنکاری و عاری از گرد و خاك باشد. اگر قرار است شیر برای مدت طولانی در حالت باز باقی بماند بهتر است دنده‌های نمایان ساقه بوسیله غلافهای فلزی پوشانده شود.

برای تعویض واشر، پیچ و مهره کلاهک آببندی (gland) را باز کنید ، کلاهک بالا می‌آید و روی لبه‌ای که به همین منظور ساخته شده می‌نشیند. در این حالت کاسه‌نمد برای جاگذاری واشرها نمایان و در دسترس قرار میگیرد. الیاف آببندی را یکی یکی و با فشار کلاهک (gland) به داخل فشار دهید. اگر الیاف دو تکه است الیاف بین هر دو حلقه مجاور را پخش کنید. این شیر را میتوان تحت فشار واشرگذاری نمود. اگر پایین دست نشیمنگاه خورده شود، چون بالا دست آن حالت خود را حفظ میکند، شیر را ۱۸۰ درجه بچرخانید و مانند یک شیر نو از آن استفاده کنید.

اگر لازم شود که حلقه‌های نشیمن آببندی (seat ring) تعویض شود، شیر را از جا باز کنید و پایین بیاورید. یک لوله به اندازه درست و شکافهای مربعی (square notches) مناسب برای جا انداختن خارها (lugs) در حلقه‌های نشیمن آماده سازید . همینطور که بوسیله یک میله ، لوله و خارها را میچرخانید ، برای شل شدن حلقه‌ها و جا افتادن آنها با چکش و به آهستگی به بدنه شیر بزنید. قبل ازجاگذاری حلقه‌های جدید، لازم است دنده‌ها و سطوح نشیمنگاه بوسیله برس سیمی تمیز شود. از گرافیت هم ممکن است استفاده کنید.

اگر لازم شد دیسک عوض شود، حلقه‌های نشیمن هم باید عوض گردد. ممکن است مجبور باشید آنها را به شکلی که روی هم قرار گرفته‌اند جا بزنید. پیچ کلاهک را بطور یکنواخت و به روش زیگ زاگ و حداقل سه دور سفت کنید.



شکل ۷-۶ شیر کشویی با بدنه چدنی (خار دیسک بیرون کشیده شده است).

Fig. 6-7 Iron-body gate valve (disk-pin Take-off)

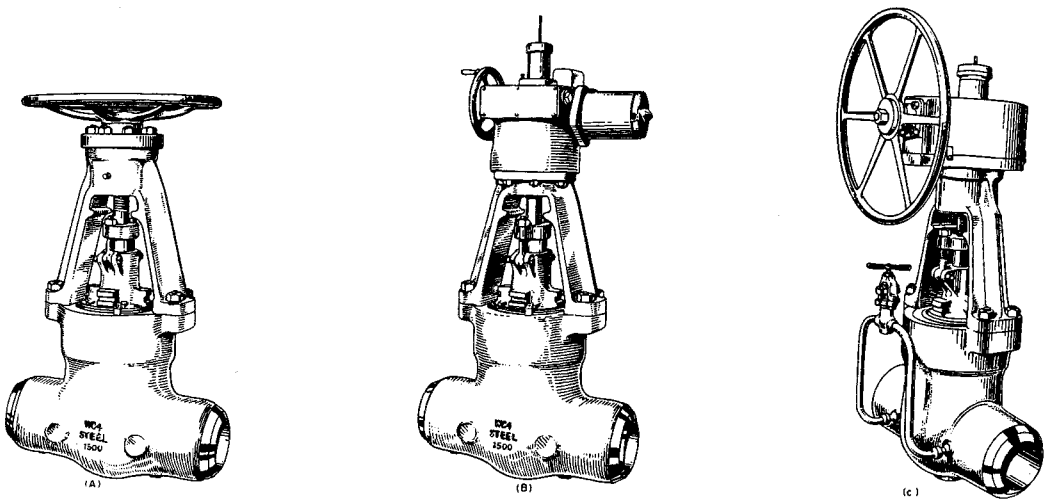
شیرهای فولادی

شیرهای فولادی آهنگری شده (forged-steel) کف فلزی ، کشویی و یکطرفه در کلاس فشار ۱۵۰ ، ۳۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۵۰۰، ۲۵۰۰، ۴۵۰۰ ساخته میشوند. این شیرها معمولا" با اتصال فلنجی در اندازه $\frac{1}{2}$ تا ۲ اینچ در کلاس فشار ۱۵۰ ، ۳۰۰ ، ۶۰۰ و با اتصال دنده‌ای و نیز اتصال سرکاسه‌ای جوشی در اندازه $\frac{1}{2}$ تا ۲ اینچ در کلاس فشار ۸۰۰، ۱۵۰۰، ۲۵۰۰ و ۴۵۰۰ موجود میباشند.

شیرهای فولاد ریختگی از نوع کف فلزی ، کشویی و یکطرفه با کلاهک پیچ و مهره‌ای (bonnet-bolted) در کلاس فشار ۱۵۰ ، ۳۰۰ ، ۶۰۰ ساخته میشوند . برای کارهای عادی ، نشیمنگاه، گوه و ساقه آنها فولادی زنگ ناپذیر شماره ۴۱۰ و برای کارهای سخت ، نشیمن با سطوح فولادی زنگ ناپذیر عرضه میشود. قطعات داخلی این شیرها ممکن است برای کاربردهای مخصوص از جنس برنزی، آلیاژ مونل (monel) و یا از فولاد زنگ ناپذیر شماره ۳۱۶ ساخته شوند. حلقه نشیمن دریچه این شیرها میتواند پیچی یا جوشی باشد . بطور معمول این شیرها با اتصال فلنجی یا جوشی لب به لب ۲ تا ۳۰ اینچ ساخته میشوند.

شیرهای فولاد ریختگی ته قفلی (breech-lock) و آببندی زیرفشار از نوع کف فلزی ، کشویی و یکطرفه در کلاس فشار ۶۰۰، ۹۰۰، ۱۵۰۰، ۲۵۰۰، ۴۵۰۰ عرضه میشوند که با حلقه نشیمن جوشی با سطوح سخت ، گوه با سطوح سخت و ساقه از فولاد زنگ ناپذیر شماره ۴۱۰ میباشند. نوع اتصال این شیرها در اندازه‌های ۳ تا ۲۴ اینچ معمولا" جوش لب به لب است . این شیرها در تاسیسات با دما و فشار بالا مانند لوله‌کشی بخار پرفشار و مدار آب نیروگاههای برق استفاده میشود. شکل ۸-۶ شیرهای کشویی ته‌قفلی را با سه نوع محرك نشان میدهد. بازدید ادواری بدنه، آببند بودن نشیمن ، روغنکاری و حرکت دادن ساقه و تعویض واشر در صورت نیاز از جمله عملیات نگهداری و سرویس شیرهای فولادی است . تعمیر شیرهای

فولادی بعلت مصالح سخت تر، حلقه‌های نشیمن یک تکه یا جوشی ، وزن و اندازه بزرگتر و اتصال جوشی به لوله ، مشکلتر از انواع دیگر شیر است . برای تعمیر نشیمن دریچه شیرهای کف فلزی و کشویی فولادی باید از خط لوله باز شده و پایین آورده شوند و نشیمن آنها تعویض شود یا اینکه با استفاده از ابزار مخصوص روی خط لوله تعمیر شوند. بهتر است این کار توسط سازنده یا متخصص تعمیر شیر انجام شود. چنانچه سطوح خارجی گوه‌های شیرهای کشویی خیلی آسیب ندیده باشد میتوان آنها را با استفاده از ترکیبات سمباده‌ای و آببندی (lapping compound) با دست سائید و سطوح را آببند کرد.



شکل ۸-۶ انواع اصلی شیرهای فولادی از نظر نـــوع بهره‌برداری: (A) قفـــل دار، فرمان دستی. (B) قفـــل دار، راه اندازموتـــوری. (C) قفل دار با کنار گذر، راه انداز دنده مخروطی .

Fig.6-8 Variations of basic valves as to methods of operation. (A) Breech lock, hand-operated. (B) Breech lock, motor-operated. (C) Breech lock with bypass, bevel-gear operated.

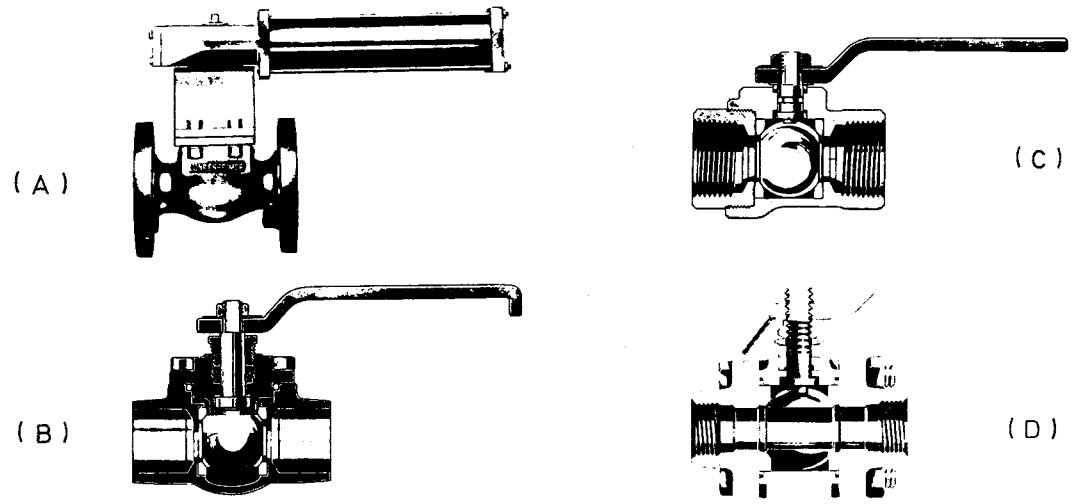
شیرهای توپکی (BALL VALVES)

شیرهای توپکی یک قطعه کروی مسدودکننده دارند که وسط آن سوراخی قرار دارد (نظیر دیسک در شیرهای دیگر) و روی یک دریچه با نشیمن قابل تعویض از جنس تفلون قرار میگیرد. در حالت باز بودن شیر، توپک میچرخد و سوراخ آن با سوراخ دریچه در یک خط قرار میگیرد. در حالت بسته ، فشار خط توپک را به سطح پایین دست جریان نشینمنگاه می‌چسباند، عینا" شبیه آنچه در شیر کشویی اتفاق می‌افتد. شیرهای توپکی نسبت به شیرهای کشویی و کف فلزی جمع و جورتر، با آببندی بهتر و عملکرد سریعتر میباشد، ضمن اینکه نگهداری آسانتری دارد و مشخصه جریان (flow characteristic) آن نیز بهتراست. در بسیاری از لوله‌کشیهای تاسیساتی ، که قبلا" شیرهای دیگر به کار برده میشد، امروز از این شیر استفاده میشود(شکل ۹-۶).

شیرهای توپکی در اندازه ۱/۴ تا ۲۴ اینچ و بزرگتر ساخته میشوند. کلاس فشار این شیرها در حالت سرد ۲۵۰ تا ۳۰۰۰ پوند براینچ مربع است و دمای کار آنها بسته به واشر پلاستیکی (elastomer) نشیمنگاه دارد.

بدنه این شیرها ممکن است برنزی فولاد کربنی یا آلیاژهای فولادی دیگر باشد و نشیمن آنها ممکن است تفلونی یا سایر مواد پلاستیکی باشد. بسته به مصالح بدنه و اندازه شیر، اتصال این شیرها ممکن است دنده‌ای، لحیمی ، فلنجی ، جوش کاسه‌ای یا لب به لب باشد. طراحی این شیرها میتواند با دسترسی از بالا

(شکل B ۹-۶)، دسترسی از انتها (شکل C ۹-۶) و سه تکه (شکل D ۹-۶) باشد. شیر دسترسی از بالا را میتوان بدون پیاده‌کردن ازخط تعمیر نمود. شیر دسترسی از انتها اقتصادیترین است و بدون اتصال بدنه میباشد(یک تکه) یا اتصال بدنه آن بسیار ساده است. شیر توپکی سه تکه با اتصال مهره‌ماسوره‌ای است. نگهداری شیرهای توپکی آسان است. اگر نشت کند، میتوان به آسانی نشیمن، آببندها و توپک راجایگزین نمود و شیر را دوباره نو کرد.



شکل ۹-۶ طرحهای مختلف شیرهای توپکی: (A) شیرتوپکی با اتصال فلنجی ومحرك بادی. (B) شیر توپکی با دسترسی از بالا. (C) شیرساچمه‌ای با دسترسی از انتها. (D) شیر توپکی سه تکه.

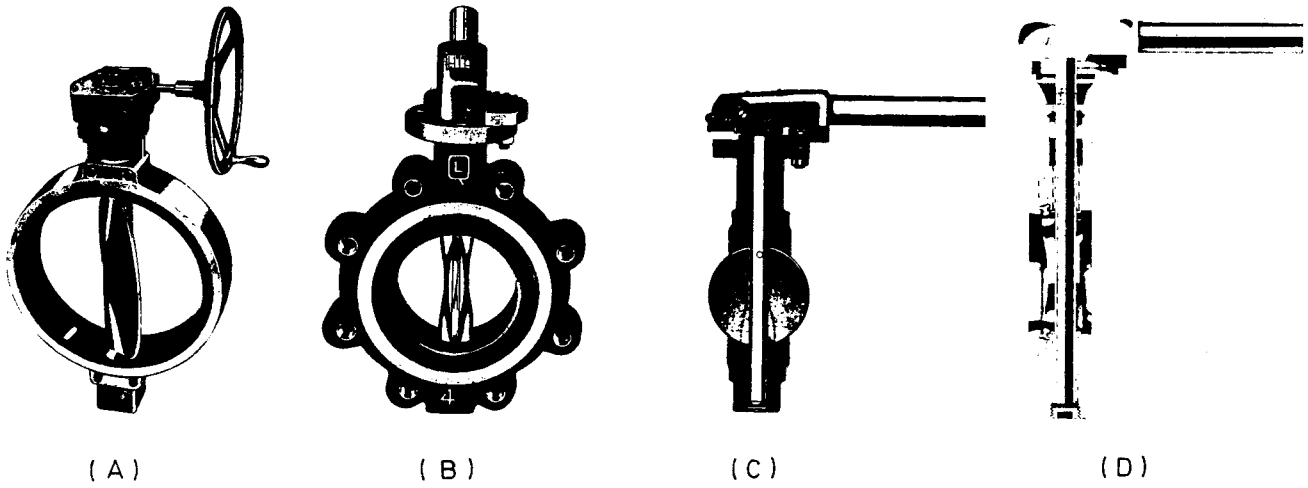
Fig. 6-9 Variations of ball valves. (A) Flange-end ball valve with pneumatic actuator. (B) Top-entry ball valve. (C) End entry ball valve. (D) Three-piece ball valve. *(The lunkenheimer company).*

شیرهای پروانه‌ای (BUTTERFLY VALVES)

شیرهای پروانه‌ای، یک قطعه به شکل صفحه‌گردان (دیسک) دارند که حول یک محور (یا ساقه) میچرخد. (شکل ۱۰-۶). برای بستن شیر، دیسک را میچرخانند تا عرض لوله را پر کند و جریان را متوقف سازد. آستر پلاستیکی نشیمنگاه این شیرها بسته به نوع آن ممکن است از نوع مواد چسبنده، یا با وسایل مکانیکی به دیسک محکم شده، یا جاسازی شده در دیسک (insert-type reinforced) (شکل D ۱۰-۶) باشد یا از آببند فنری مکانیکی (شکل D ۱۰-۵) و یا از نشیمن فلزی باشد که به صورت اورینگ (O-ring) دور لبه دیسک جا انداخته شده باشد. تعمیر این شیرها آسانتر از شیرهای معمولی است و در تاسیسات صنعتی برای خطوط لوله‌کشی محلولهای مختلف، که با آن سازگاری داشته باشند، استفاده میشود. شیرهای پروانه‌ای از $۱/۲$ تا ۲۴ اینچ ساخته میشوند. کلاس فشار کار سرد آنها ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۷۵، ۷۲۰ پوند براینچ مربع و محدودیت دمای آنها بستگی به نوع مصالح سطوح آببند (elastomer) نشیمنگاه دارد. جنس بدنه ممکن است از آلومینیوم، چدن و داکتیل، فولاد زنگ ناپذیر یا فولاد کربنی باشد. نشیمن و سطوح آببندی ممکن است از جنس بونا(buna N)، اندود پلاستیکی (EPT)، ویتون (viton) و تفلون باشد. نوع اتصال این شیرها در اندازه‌های $۱۱/۲$ الی ۲۴ اینچ از نوع پولک و بست (water and lug) متفاوت است.

شیرهای اخیر بسیار باریک هستند و با فلنجهای استاندارد ANSI بسته میشوند . مکانیزم حرکت این شیر با اهرم ضامن‌دار (باز یا بسته) ، اهرم فشاری بلندشوی ۱۰ حالتی ، یا محرك دستی دنده حلزونی است و میتواند به محرکهای الکتریکی ، بادی یا هیدرولیکی مجهز شود. محرکهای اخیر برای اندازه ۸ اینچ و بزرگتر توصیه میشوند.

نگهداری کردن از این شیرها بسیار آسان است. تا زمان تعویض اورینگ ساقه نیاز به روغنکاری ندارد. دیسک و ساقه، همچنین اورینگ دیسک و نشیمنگاههای پلاستیکی آن به سهولت قابل تعویض‌اند اما کار تعویض آستر فنری پلاستیکی سطوح آببند با مواد چسبنده (bonded resilient liner) را کارخانه باید انجام دهد. ولی هزینه تعویض این آستریها زیاد است و چون این شیرها ارزان قیمت‌اند بهتر است که یک شیر جدید خریداری شود.



شکل ۱۰-۶ طرحهای مختلف شیرهای پروانه‌ای (A) پولکی بامحرك چرخ دنده‌ای (B) نوع بستی با نشیمن قابل تعویض (C) نوع پولکی بامکانیزم حرکت اهرمی و نشیمن قابل تعویض (D) شیر پروانه‌ای با عملکرد فوق عالی

Fig. 6-10 Variations of butterfly valves. (A) Wafer type with gear operator. (B) Lug-type with replaceable seat. (C) Wafer type with replaceable seat and lever operation. (D) High-performance butterfly valve. *(The lunkenheimer company).*

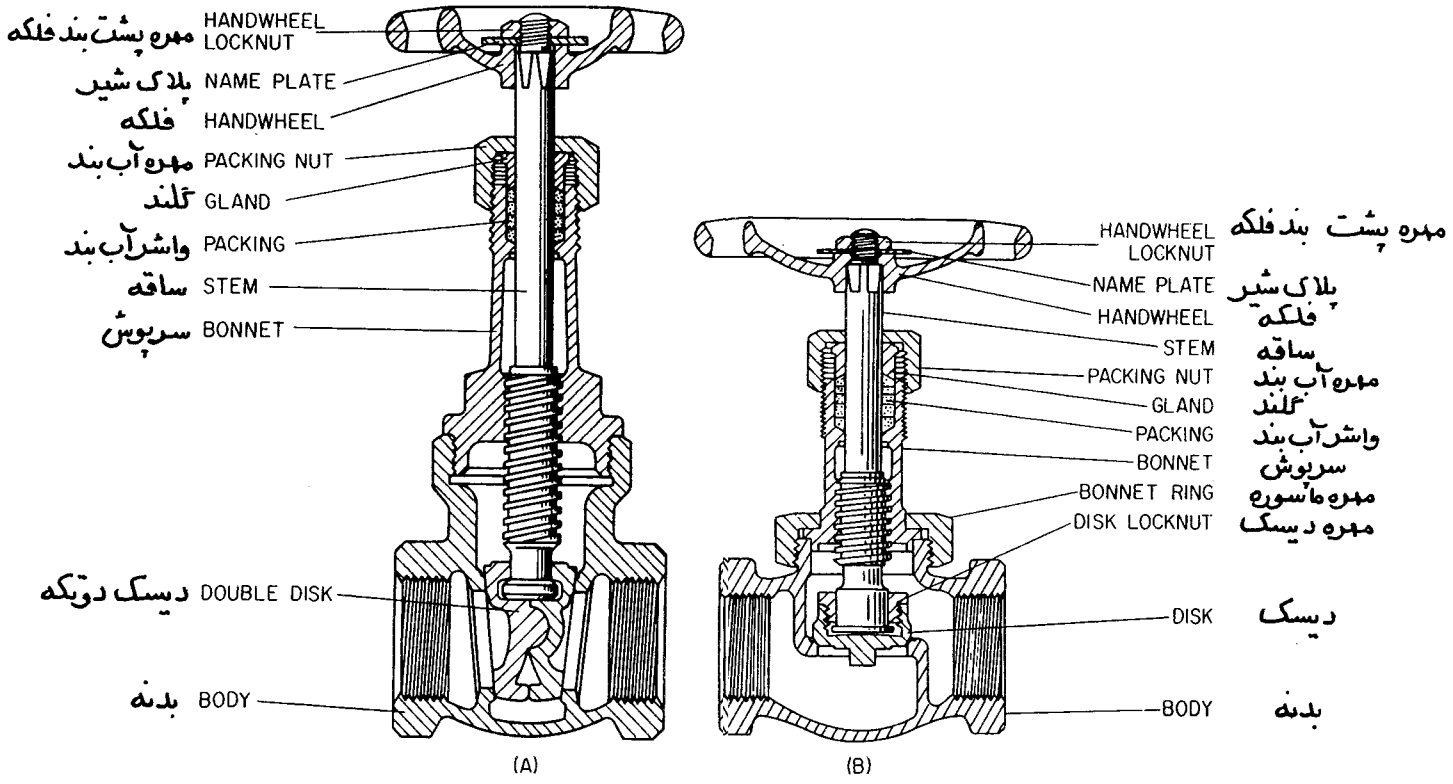
نحوه سفارش قطعات یدکی

هنگام سفارش قطعات یدکی دو مسئله را باید مد نظر قرار گیرد، اول سعی کنید نام قطعه درست و فنی باشد و دوم اینکه مشخصات شیر را به روشنی به سازنده اعلام کنید.

مشخص کردن قطعات

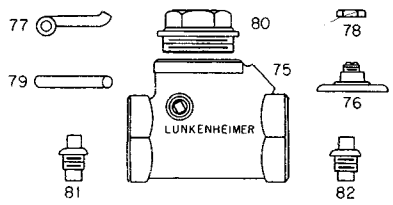
بسیار مهم است که قطعات را در زمان سفارش به درستی به فروشنده بشناسانید. بهمین دلیل است که کاتالوگ سازندگان حاوی نام قطعات میباشد که نمونه آن را در شکل ۱۱-۶ می‌بینید. اگر شما از کاتالوگ متفرقه استفاده می‌کنید، نام سازنده و شماره صفحه کاتالوگ را برای کسی که میخواهید از او بخرید مشخص

کنید زیرا قطعات سازندگان مختلف شیر نام و مشخصات یکسان ندارند. بعضی از سازندگان قطعات ساخت خود را با ذکر جزئیات نشان میدهند. مانند شکل ۱۲-۶ که یک شیر یکطرفه لولایی را نشان میدهد.



شکل ۱۱-۶ شناسائی قطعات: (A) شیر کشویی با گوه دو تکه و ساقه بالارونده. (B) شیر کف فلزی با کلاهک مهره ماسوره‌ای و نشیمن قابل سنگ زنی.

Fig. 6-11 Parts identification. (A) Rising-stem, double-wedge gate valve. (B) Union-bonnet regrinding globe valve.



شکل ۱۲-۶ سفارش قطعات - شیر یکطرفه لولایی برنزی قابل تعمیر، شکلهای ۶۲۴ و ۵۹۶ در کاتالوگ سازنده . سفارش باید اندازه و شماره قطعه شیر مورد نظر، تعداد و نام قطعه ، شماره اصلی قطعه و شماره صفحه کاتالوگ و شماره نقشه را مشخص کند.

Fig. 6-12 Ordering parts. Illustrated is bronze regrinding swing-check valve, Figs 624 and 596 in maker's catalog. Orders should specify size and figure number of valve for which part is intended, quantity and name of repair part, and reference to part key number and catalog page or drawing number, if available.

مشخص کردن شیر

اکثر شیرهای امروزی پلاك مشخصات دارند که سازنده و شماره شیر را مشخص میکند. پلاك مشخصات نخست برای شیرهای فولادی ساخته شد ولی پس از جنگ جهانی دوم برای شیرهای چدنی و برنزی نیز متداول گردید. اگر شیر پلاك مشخصات ندارد ، ناگزیر باید از طرق دیگر شیر را مشخص کرد. چنانچه بدنه عایق دارد آنرا باز کنید، چون ممکن است روی بدنه نام سازنده ، اندازه شیر، فشار بخار و سایر مشخصات نقش شده باشد. شماره شیر ممکن است روی بدنه نباشد زیرا ممکن است چند شیر با آن قالب ریخته باشند.

این اطلاعات را علاوه برجنس شیر، نوع شیر (کف فلزی، کشویی ، یکطرفه) و نوع اتصال (دنده‌ای یا فلنجی) به سفارش خود ضمیمه کنید. در مورد اتصال فلنجی لازم است قطر فلنج، قطر پیچها، طول شیر و اطلاعات دیگر را هم اضافه کنید. این اطلاعات خصوصا" در مورد شیرهای قدیمی بسیار مهم است زیرا مدل شیرها همیشه در حال تغییر است . اگر میتوانید تاریخ تقریبی نصب شیر را هم مشخص کنید. گاهی ممکن است لازم شود از نماینده کارخانه سازنده کمک بگیرید.

فرم نوشتن سفارش

در نوشتن سفارش ، بهتر است که اول نام قطعه مورد درخواست را بنویسید و سایر اطلاعات بعد از آن نوشته شود مانند:

- فقط دیسک ، قطر $1\frac{1}{2}$ اینچ LUNKEN HEIMER (نام کارخانه)
- شکل شماره ۵۵۴Y، لوله کلاس ۲۰۰، اتصال دنده‌ای

گاهی سفارش قطعات بدین شکل است "یک عدد، $1\frac{1}{2}$ اینچ، شکل شماره ۵۵۴Y، فقط دیسک" این طرز نوشتن احتمالا" باعث میشود سازنده شیر کامل برای شما بفرستد، مگر اینکه یک ممیز مجرب سفارش شما را به دقت بازبینی کند.

توصیه‌هایی در مورد لوله کشی

قبل از نصب یا تعمیر شیرها، سطوح داخلی لوله‌ها را بخوبی تمیز کنید. با این عمل گردوخاك ، ذرات جوشکاری ، آهن خرده ریز که ممکن است کار شیر را مختل کند پاك شده و به داخل شیر راه نمی‌یابد. تا زمان نصب ، حفاظ شیر و فلنجهای آن را برندارید. وقتی لوله را دنده میکنید سعی کنید طول دنده زیاد نشود. دنده طویل باعث میشود که لوله به داخل شیر نفوذ کرده و باعث خسارت دیافراگم یا نشیمن آن شود. فقط روی دنده نر (MALE) را با نوار تفلون یا سایر مواد آببندی بپوشانید. موقع نصب یک شیر با اتصال دنده‌ای مواظب باشید که زور زیاد به شیر وارد نکنید زیرا باعث خسارت بدنه آن میشود.

برای بستن شیر از آچار فرانسه یا آچار شلاقی استفاده کنید. برای نگهداشتن یا پیچاندن لوله فقط از آچار لوله‌گیر استفاده کنید. اجازه دهید یک شیر نو به تدریج گرم شود. کلاهک آببندی شیر (gland) در کارخانه بوسیله دست سفت شده است بنابراین لازم است در محل فقط آنقدر سفت شود تا آببندی بدست آید. وقتی یک شیر کف فلزی یا گوشه‌ای نصب شود جهت جریان باید طوری باشد که فشار از زیر به دیسک وارد شود باستثناء خطوط بخار ، شیر با دهانه خروجی باز و شیر تخلیه که فشار باید از بالا به دیسک وارد شود.

وقتی یک شیر یکطرفه در خطوط لوله‌کشی مایعات نصب میشود بهتر است موارد زیر رعایت شود:

۱- تا آنجائیکه امکان دارد شیرهای یکطرفه باید دور از خروجی پمپ نصب شود.

۲- از شیر نوع لولایی برای پمپهای ضربه‌ای استفاده نکنید ، همیشه از شیرهای یکطرفه سوپاپی قائم استفاده کنید.

۳- اگر شیر لولایی در مداری قرار گیرد که هنگام بستن ضربه قوچ ، صدا و لرزش بوجود آید، توصیه میشود که آن را با شیر یکطرفه سوپاپی عوض کنید. اندازه شیر اخیر باید یک سایز بزرگترباشد تا افت فشار مساوی شود. اگر صدا برطرف نشود ، یک مخزن ضربه‌گیر (بالشتک هوا) از لوله بسازید تا آنجائیکه امکان دارد لوله باید بلند و دو یا سه قطر بزرگتر از لوله خروجی باشد.

سرانجام همواره به خاطر داشته باشید دسته شیرها را فقط با دست سفت کنید. از آچار یا دیلم استفاده نکنید. اگر کثافت و ذرات خارجی زیر نشیمن دیسک باشد، با چند بار باز و بسته کردن شیر رانده و خارج میشود. شیری که کمی باز باشد عمر کوتاهی دارد و زود فرسوده میشود.

بخش هشتم ـ نگهداری دستگاههای تاسیساتی

فصل هفتم:

لوله‌کشی

بخش هشتم - نگهداری دستگاههای تاسیساتی

فصل هفتم - لوله کشی

اولین گام برای نگهداری هر سیستم لوله‌کشی ، حذف عوامل مخربی مانند خوردگی ، ضربه قوچ و اجرای غیر فنی است . بدون شناخت عوامل خوردگی و ضربه قوچ نمی‌توان برای رفع آنها اقدامی انجام داد.

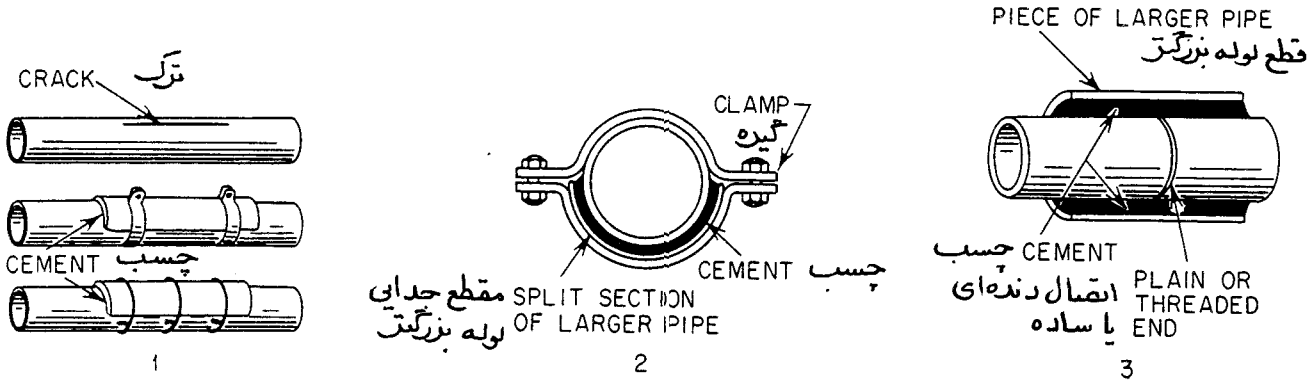
خوردگی - به جرات میتوان گفت که بزرگترین مشکل نگهداری لوله‌کشی عامل خوردگی است . کتابهای فراوانی در مورد تئوری خوردگی نوشته شده است . نکته مهم این است که سطوح داخلی لوله‌ها بوسیله اکسیژن محلول در آب خورده میشود و این عمل تا خورده شدن تمام فلز متوقف نمیشود مگر اینکه اکسیژن را قبلا" از آب گرفته باشیم . آبی که وارد سیستم میشود همواره حاوی اکسیژن است و تا زمانیکه اکسیژن در آن وجود دارد خوردگی هم ادامه خواهد داشت . بهمین دلیل است که لوله‌کشی سیستم آب مصرفی (که همیشه آب تازه با اکسیژن به آن وارد میشود) سریعتر از لوله‌کشی تاسیسات گرمایی ، که در آن آب در مدار بسته جریان دارد، خورده میشود.

در مدارهای آب - بخار نیروگاههای برق ، هوا از طریق آب کمکی (make-up) و محلهای نشت (در قسمتهائی که فشار کمتر از آتمسفر باشد) وارد سیستم میشود. راه چاره این است که تمام نقاط نشت را بوسیله واشر آببندی نموده و سپس توسط یک گرمکن (دی اریتور) اکسیژن آب را بگیریم . بعضی اوقات برای حذف باقیمانده اکسیژن محلول سولفات سدیم تزریق میشود. خوردگی لوله‌های کندانسیت معمولا" با ورود هوا از نقاطی که تحت مکش هستند (مانند شیرهواگیر(vent)، تخلیه شیر اطمینان ، اتصالات و غیره) ایجاد میشود.

خوردگی سطوح بیرونی لوله ممکن است بعلت " عرق کردن " و خیس شدن سطوح یاد شده باشد، بویژه اگر هوای مرطوب مجاور آن حاوی گازهای خورنده اسیدی یا گوگرد باشد. برای حل این مشکل منشاء خیس شدن را حذف و یا لوله را با پوشش مقاوم در برابر رطوبت عایق کنید. لوله‌ای که در خاك دفن شود خیلی سریع خورده میشود ، مخصوصا" اگر خیس و اسیدی باشد. در این موارد از عایقهای قیری یا مواد مشابه برای حفاظت استفاده میشود. بطور معمول لوله آسیب دیده بلافاصله تعویض میشـــود ولـــی اگر بخاطر شرایط کار این امکان وجود نداشته باشد، از وصله اضطراری (emergency patches) (شکل ۱-۷) برای جلوگیری از تعطیلی کار میتوان استفاده نمود. این وصله‌ها مخصوص لوله‌های فولادی و آهنی است .

روشی که در نیروی دریایی ایالات متحده برای تعمیر لوله‌های مسی و برنجی آسیب دیده استفاده میشود در اینجا توضیح داده میشود:

تکه وصله مسی را طوری شکل بدهید که بتواند جا بیفتد . سطوح تماس (mating) لوله‌ها را با سوهان، کاغذ سمباده و اسید هیدروکلریک تمیز کنید . وصله مسی را در جای خود قرار دهید و محل را طوری بپوشانید که گرما را در خود نگهدارد . با شعله استیلن محل را گرم کنید ، ولی نه به اندازه‌ای که وصله مسی یا لوله را بسوزاند . لحیم خام (با تنه‌کار براکس-borax) بین سطوح بریزید. باچرخاندن لوله سعی کنید که لحیم بطور یکنواخت پخش شود. بعد از خنک شدن وصله مسی، بوسیله فشار آب محل نشت را آزمایش کنید. سوراخ کوچک در لوله‌های مسی و برنجی بوسیله پرچ و یا پیچ پلاگ (screw plug) گرفته میشود. نقاط ضعیف لوله‌کشی را میتوان بوسیله مفتول لحیم شده بطور موقت تقویت نمود. مفتول را باید به صورت حلقه‌های بهم چسبیده دور لوله پیچید و با لحیم کاری آن را یکپارچه کرد. در صورت لزوم ممکن است در چند لایه به این ترتیب عمل نمود.



شکل ۱-۷ تعمیر اضطراری نشت لوله . (۱) برای آببندی ترك لوله ، چسب آهن بزنید و بوسیله یک ورق فولادی محکم کنید. (۲) قطعه لوله یک سایز بزرگتر از خود لوله را روی آن با گیره ببندید و بوسیله چسب یا واشر نرم آببندی کنید . (۳) برای اتصال اضطراری لوله‌ها، انتهای دو لوله را وارد یک لوله بزرگتر کنید و بوسیله چسب آهن بتانه‌کاری (calk) کنید.

ضربه قوچ - ضربه قوچ زمانی اتفاق می‌افتد که جریان آب در لوله بطور ناگهانی متوقف شود یا سرعتش کاهش یابد. اگر علت توقف ، بسته شدن سریع یک شیر خودکار باشد، باید بوسیله رله‌هایی شیر را طوری کنترل نمود که بتدریج بسته شود. اگر شیر دستی است علامت اخطاری در نزدیکی آن نصب شود که " این شیر باید تدریجی بسته شود". لوله‌هایی که به دستگاههای ضربه‌ای (reciprocating) وصل هستند باید خیلی محکم باشند و کوشش شود که ضربه‌ها بوسیله بالشتک هوا (air chamber)، مخازن موج‌گیر (surge tank) یا ابزار مشابه گرفته شود.

تخلیه - عدم تخلیه کندانسیت از سیستم لوله‌کشی بخار باعث ضربه قوچ میشود. بنابراین آب تمام نقاط جمع شدن کندانسیت را تخلیه کنید . اطمینان حاصل کنید که تمام تله‌های بخار بخوبی کار میکنند و لوله‌ها طوری شکم ندهند که کیسه هوائی (pocket) ایجاد کنند. به کندانسیت جمع شده روی شیرهای عمودی بسته و یا پشت شیرهای افقی کف فلزی توجه خاص بکنید. چنانچه ضربه قوچ فقط موقع ورود بخار به لوله سرد ایجاد میشود ، یا لوله‌ها شیب مناسب ندارند و یا تله‌گذاری بدرستی انجام نشده است تا بتوانند مقدار زیادی کندانسیت اولیه را تخلیه نماید. در اینمورد، گرم کردن تدریجی سیستم ممکن است کارساز باشد. زمانیکه ضربه قوچ برای مدت زیادی ادامه یابد، بهتر است به نقاط ثابت و تکیه‌گاه لوله‌ها و دیوارهای مجاور آن سرکشی و احتمال ترك خوردگی را بازرسی کنید.

بعد از آنکه عوامل ابتدائی مخرب تحت کنترل درآمد، برای نگهداری سیستم لوله‌کشی و جلوگیری از خسارات آتی باید برنامه‌ریزی بکنید . در این سیستم ، مانند نگهداری سایر دستگاهها ، نگهداری به معنی نگهداری پیشگیر (preventive maintenance) است یعنی اشکالات را قبل از آنکه خسارت بزنند برطرف کنید، و این نیاز به سازمان دهی ، آمار و اطلاعات و برنامه بازدید ادواری دارد. برای شروع کار داشتن یکسری نقشه‌های لوله‌کشی ضروری است تا بتوان تعمیرات انجام شده و تاریخ مربوط را روی آن علامت زد.

سازمان دهی - در اختیار داشتن یک لوله‌کش مجرب اگرچه مهم است ولی کافی نیست . عدم سازمان‌دهی میتواند باعث خسارات و مشکلات فراوانی بشود. نقشه‌های کامل سیستم که روی آن نقاط تعمیر شده مشخص شده باشد میتواند از جستجوی غیر ضروری برای یافتن قطعات معیوب جلوگیری کند. از آن مهمتر تاریخ انجام تعمیرات است زیرا هشدار لازم را به پرسنل برای نگهداری آینده میدهد.

اگر نشتی اتفاق بیفتد، باید لوله‌های مجاور نیز بازدید شوند و آسیبهای احتمالی یکجا تعمیر گردد.
اگر برای تعمیرات ، سیستم لوله‌کشی آسیب دیده اتصالات بازشو ندارد، آنرا تدارك ببینید. در بازدیدهای ادواری و برنامه‌ریزی شده محل نشت ، علائم خوردگی و فرسودگی را بازرسی کرده و اطمینان حاصل کنید که بار تکیه‌گاهها و نقاط ثابت (anchors) بدرستی توزیع شده است و قطعات انبساط کار خود را انجام میدهند.

دما- بازدید از یک سیستم در حال کار باید شامل چک کردن فشار و دما باشد زیرا ممکن است بمرور زمان این پارمترها از حد مجاز مصالح بکار رفته بیشتر شده باشد. مقررات شماره B31 موسسه "ANSI" بنام " لوله‌های تحت فشار" حداکثر دمای مجاز مصالح لوله‌کشی را که معمولا" در صنعت بکار میرود مشخص میکند. برای اطلاع از حداکثر دمای مجاز مصالح مختلف لوله‌کشی از آخرین چاپ این مقررات استفاده کنید. توجه کنید که رعایت مقررات یاد شده کاملا" اختیاری است .

دنده لوله‌ها - برنامه نگهداری لوله‌کشی به دو دلیل باید به نحوه دنده کردن لوله‌ها توجه نماید:
(۱) اتصالات دنده‌ای غیر فنی مخارج نگهداری را بالا میبرد و بهره‌برداری از سیستم را خطرساز میکند.
(۲) پرسنل نگهداری که تا اندازه‌ای لوله‌کش هستند باید از نحوه دنده کردن آگاهی داشته باشند.
اتصال دنده‌ای خوب بستگی تام به خوب دنده‌کردن لوله دارد و برای ایجاد دنده ضمن شناخت شکل و اندازه آن ، ابزار حدیده و برش مناسب لوله نیز باید در اختیار داشته باشیم . بدین منظور بازنگری استاندارد آمریکائی [۱] لوله‌ها و روش دنده کردن بسیار مفید خواهد بود. لوله‌های ۱۴ اینچ و بزرگتر با قطر خارجی نام‌گذاری میشوند. اندازه قطر خارجی (OD) معمول ، ۱۴ ، ۱۶ ، ۱۸ ، ۲۰ ، ۲۴ ، ۳۰ اینچ و بزرگتر است .

مشخصات لوله‌ها - قطر نامی لوله‌های "استاندارد" ۱۲ اینچ و کوچکتر، تقریبا" برابر با قطر داخلی لوله است . قطر خارجی دو سری لوله سنگین تر دیگر یعنی " سنگین " (extra strong) و " فوق سنگین" (double extra strong) با قطر خارجی لوله استاندارد یکسان است ولی قطر داخلی کوچکتر دارند. این نام‌گذاری سنتی ، بتدریج جای خود را به رده‌بندی موسسه ملی استاندارد آمریکا موسوم به (ANSI)، که شماره‌گذاری منطقی‌تری است ، خواهد داد. در این رده‌بندی شماره‌گذاری لوله‌ها برحسب افزایش تدریجی ضخامت جدار آنها صورت میگیرد تا بتواند طیف گسترده ساخت لوله‌ها را برای شرایط مختلف پوشش دهد.
در لوله‌های تا ۸ یا۱۰ اینچ ، رده ۴۰ (schedule 40) ضخامت جدار " استاندارد " ، رده ۸۰ (schedule 80) " سنگین " و رده ۱۶۰ (schedule 160) " فوق سنگین " است. اندازه کامل و سایر مشخصات در مقررات ANSI " لوله‌های تحت فشار " داده شده است. صرفنظر از " وزن " یا " رده " هر لوله با قطر نامی معین تابع قطر خارجی و اندازه‌های دنده داده شده در استاندارد آمریکا خواهد بود.
بسیاری از دنده‌ها بوسیله حدیده دستی یا برقی چهار یا شش پارچه (chaser) ساخته میشوند. زاویه لبه (lip angle) بسیار مهم است و شکل ۲-۷ شیب لبه (lip rake) و زاویه برش (cutting angle) را نشان میدهد. توجه کنید که زاویه لبه فقط هنگامی مساوی زاویه برش است که پارچه حدیده در راستای قطر لوله قرار گرفته باشد. اگر قرار ندارد ، هنگام برش این فرصت را به پارچه بدهید که در راستا قرار گیرد. از آنجا که پارچه حدیده کار تیغه تراش را انجام میدهد ، تغییرات زوایای برش آنها مشابه است . زاویه برش برای لوله‌های برنجی باید بسیار کوچک ، برای لوله‌های ساخته شده از نرم آهن (wrought iron) کمتر از ۱۶ درجه، برای لوله‌های بسمر (bessemer) بین ۱۵ تا ۲۰ درجه و برای لوله‌های کوره روباز (open-hearth) حداقل ۲۵ درجه باشد. بازی پاشنه (heel clearance) در دنده پارچه حدیده در

---

[۱] دنده‌های معمول در ایران و حدیده آن با استانداردهای اروپایی مطابقت دارد که از نظر اندازه و مشخصات دنده با استانداردهای آمریکائی متفاوت است (مترجم).

کارخانه تنظیم شده و نمیتوان آنرا با ابزار معمولی تغییر داد (شکل ۲-۷). بمرور زمان و با استفاده مستمر، نظام لبه جلویی آن سائیده شده و این بازی کاهش میبابد. تنها راه چاره خرید پارچه‌های جدید است . برای آنکه پارچه‌ها بدرستی روی لوله قرار بگیرند، لبه آنها به صورت " پخ " درآمده و زاویه شیب (lead angle) بزرگتر از قطر انتهایی لوله است ، شکل ۲-۷ همچنین زاویه شیب چهار پارچه پشت سرهم را از یک سمت نشان میدهد. زاویه شیب هر چهار تا برابر است ولی زاویه برش کمی بر پارچه بعدی تقدم (advance) داده شده تا بار برش بطور یکنواخت تقسیم شود. حفظ این برش هم فاز بوسیله سنگ زنی مناسب بسیار مهم است .

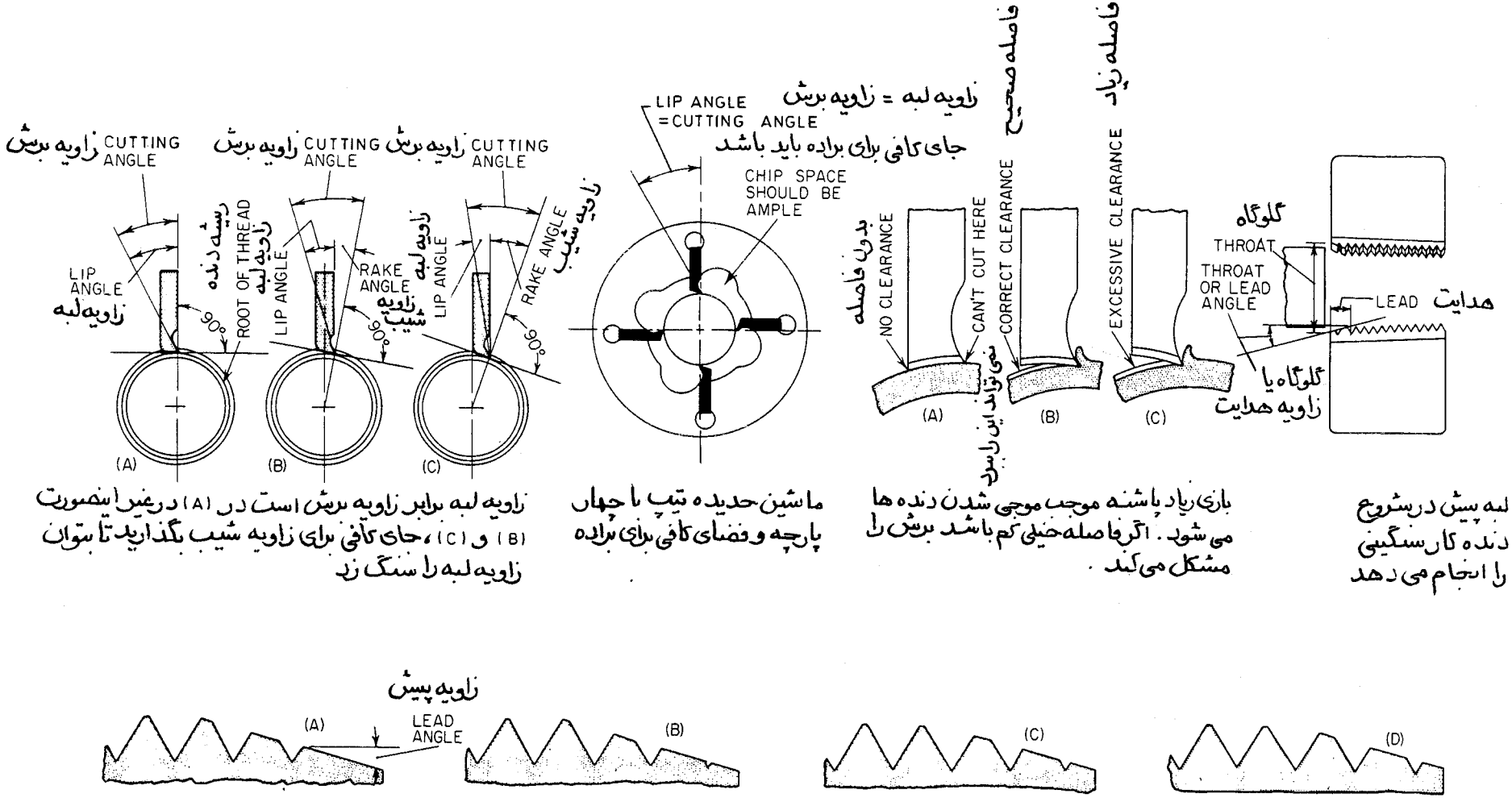


Fig. 7-2 Lip, rake, and cutting angles for thread chasers شکل ۲-۷ زوایای لبه، شیب و برش برای حدیده

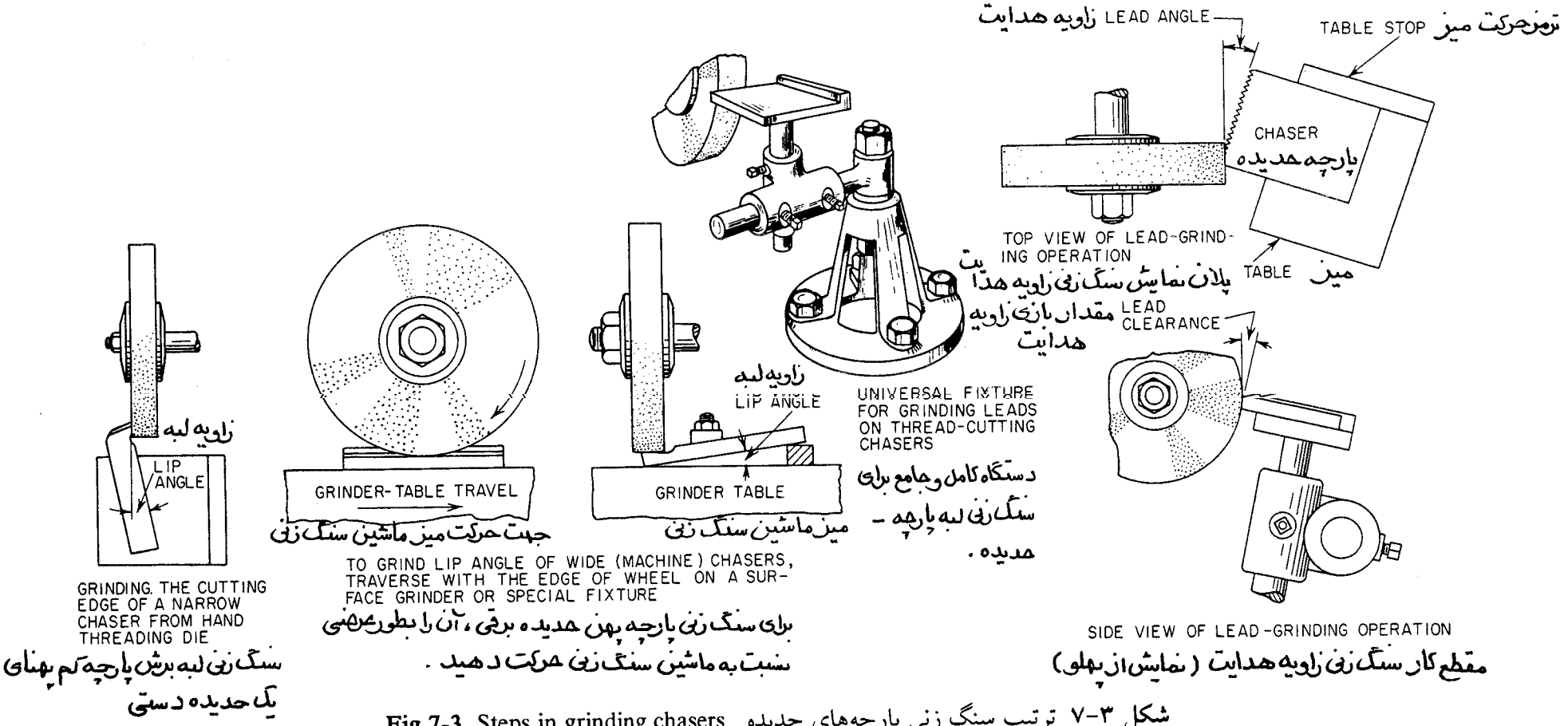
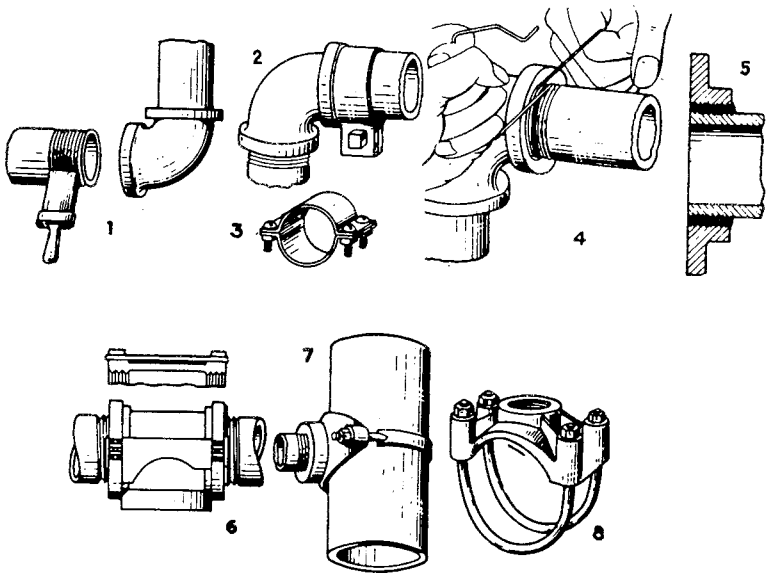


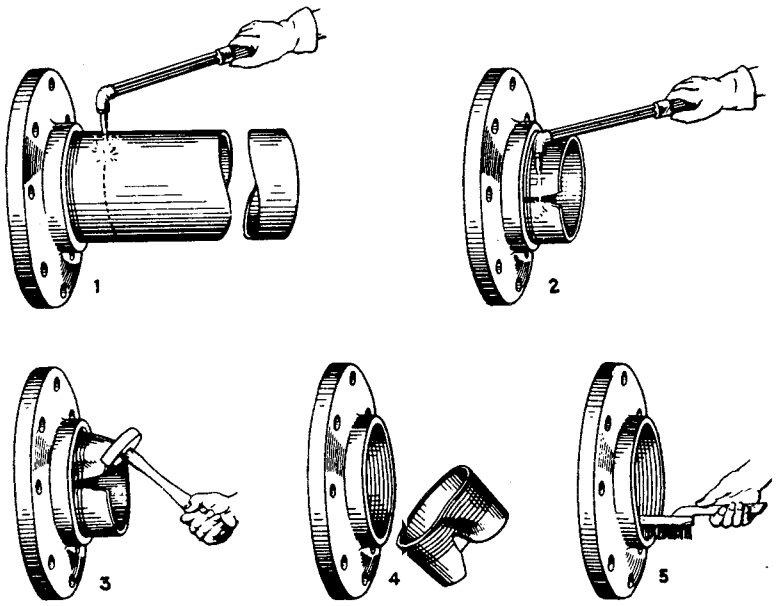
Fig.7-3 Steps in grinding chasers شکل ۳-۷ ترتیب سنگ زنی پارچه‌های حدیده

شکل ۳-۷ روش تیزکردن زاویه لبه یک پارچه باریک را که در حدیده دستی استفاده میشود نشان میدهد. این روش (استفاده از لبه چرخ) برای پارچه‌های پهن و مسطح حدیده‌های برقی مناسب نیست. آنها را میتوان باسنگ مسطح یا ابزارهای مشابه آن تیز کرد. سنگ زنی مناسب لبه‌ها (leads) به ابزار مخصوص (نشان داده شده در شکل) نیاز دارد که با آن بتوان با چرخش صفحه در محور افقی یا عمودی زوایای کامل بدست آورد. قبل ازسنگ زنی سر پارچه‌ها، آنان را به ترتیب ۱، ۲، ۳، ۴ استقرار دهید. زاویه دستگاه را بازرسی کنید تا مطمئن شوید که چرخ بصورت مربع روی سطح فلز قرار گرفته باشد. سپس پارچه‌ها را به ترتیب بچرخانید و به مقدار مساوی سنگ بزنید. اگر بعد از سنگ زنی، یکی از پارچه‌ها سنگ کافی نخورده است، دوباره از شماره ۱ شروع کرده وهمه را سنگ اضافی برابر بزنید. این برش (برابر) باید حتما" رعایت شود تا بار برش بطور یکنواخت در هر چهارتا تقسیم شود.

شکل ۴-۷ نکات مهم تعمیر انواع اتصال دنده‌ای را نشان میدهد. شکل ۵-۷ روش جداسازی فلنج را که بعلت زنگ زدگی دنده‌ها گیر کرده است نشان میدهد. اندازه طول گیر (engagement) که معمولا" در یک اتصال دنده‌ای محکم و آببند لازم است نیز در شکل ۶-۷ داده شده است .



شکل ۴-۷ تعمیر اتصالات دنده‌ای. از ترکیبات مخصوص چسب آهن بعنوان خمیر میتوان برای آببندی ترك لوله و اتصالات آن استفاده نمود . لایه نازك خمیر آببندی یک دنده تازه ساخته شده را بخوبی آببند میکند.(۱) برای بدست آوردن بهترین نتیجه ، اتصالات قبلی باید دوباره بوسیله خمیر بازسازی شوند، در غیر اینصورت چسب را میتوان زیر گیره لوله در طول اتصال نشت . (۲) درز بندی کرد. (۳) روش دیگر تعمیر دنده ، پیچاندن سیم نرم (۴) در محل نشت خمیر اندود است . قبل از آن اجازه دهید خمیر سفت شود. در حالت اضطراری دنده لوله را میتوان در داخل یک فلنج یک سایز بزرگتر با خمیر آببندی کرد. (۵) خمیر را درجا کوبید ، ترك خوردگی فیتینگ را چسب زده و بوسیله صفحه فلزی بپوشانید. (۶) در حالت اضطراری برای گرفتن انشعاب از لوله میتوان از کمربند مخصوص آب (۷) یا بخار (۸) استفاده کرد. لوله با مته سوراخ میشود و کمربند روی آن بسته میشود. کمربندها ممکن است بوسیله واشرهای نرم یا خمیر آببندی شود.

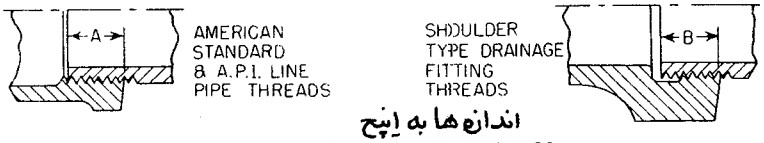


شکل ۵-۷ خارج کردن فلنجهای دنده‌ای وقتی‌که‌دنده‌ها فرسوده‌باشند. (۱) لوله را درنزدیکی‌فلنج ببرید. (۲)شکاف V شکل درتکه‌لوله بوجودآوردید. (۳)لوله را باچکش متلاشی کنید. (۴) لوله بدون آسیب زدن به دنده فلنج جدا میشود. (۵) دنده‌ها را بطور کامل تمیز کنید.

Fig.7-5 Salvaging flanges when the threads are forzen. (1) Sever pipe near flange. (2) Cut V notch in pipe stub. (3) Collapse pipe with hammer. (4) Pipe falls out, leaving flange threads unharmed. (5) Clean threads thoroughly.

مخصوص لوله‌کشی فاضلاب دنده فتینگ نوع شانه‌دار

استاندارد امریکایی API برای دنده کردن لوله



اندازه‌ها به اینچ

DIMENSIONS, IN INCHES

Dimensions given do not allow for variations in tapping or threading.

Size	⅛	¼	⅜	½	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	5	6	8	10	12	14
A	¼	⅜	⅜	½	9/16	11/16	11/16	11/16	¾	15/16	1	1 1/16	1⅛	1¼	1 5/16	1 7/16	1⅝	1¾	
*B**						9/16	⅝	⅝	⅝	⅞	1 5/16	1	1 1/16	1 3/16	1¼	1⅜	1 9/16	1 11/16	1⅞

* Using American Standard Taper male thread with Crane shoulder-type drainage fittings. The external thread, however, should not be threaded small to gage and not more than one turn large.

اندازه‌های داده شده تغییرات جا زدن یا دنده را در بر نمی‌گیرد.

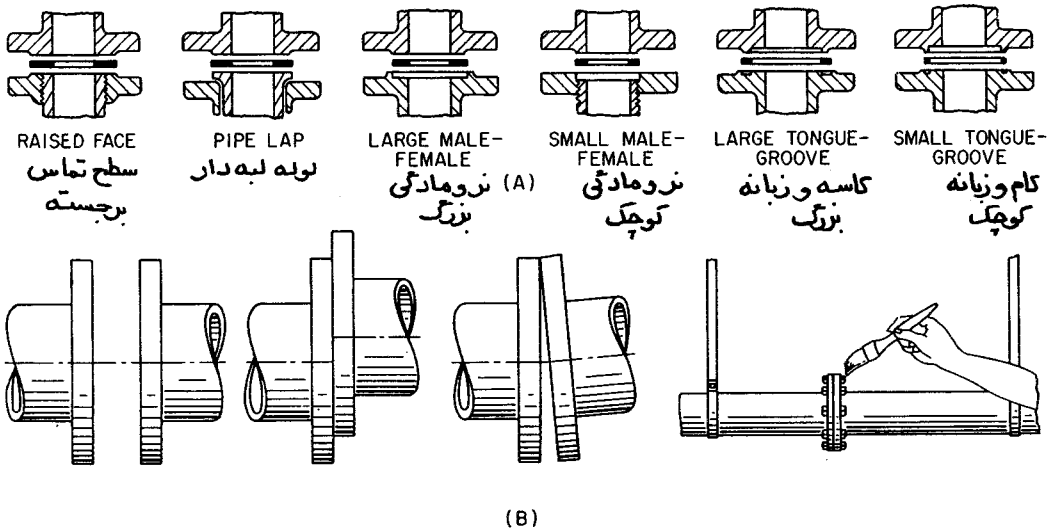
شکل ۶-۷ اندازه معمول طول‌گیر (engagement) دنده‌های نر و ماده جهت ساخت یک اتصال آببند. (شرکت کرین)

Fig. 7-6 Normal engagement between male and female threads to make tight joints. *(Crane Company.)*

* استفاده از دنده نری مخروطی با فیتینگ مخصوص لوله‌کشی فاضلاب (drainage fitting) نوع شانه‌دار شرکت کرین. اما دنده خارجی نباید به اندازه‌ای کوچک باشد که نتوان آن را با فاصله‌سنج اندازه گرفت و نه اینکه یک گام بزرگتر باشد.

فلنجها - از این وسیله برای اتصال محکم و بازشو لوله‌ها در زمان تغییرات یا تعمیرات استفاده میشود. گرچه فلنجها کار تعمیرات و تغییرات لوله‌کشی را آسان میکنند، اما اگر درست انتخاب نشوند و پیچ و مهره و واشر آنها مناسب نباشد و به دقت هم نصب نشوند ممکن است خود مشکلات عدیده‌ای بوجود آورند. بعد از انتخاب نوع سطح تماس (شکل A ۷-۷)، مقررات ANSI " لوله‌های تحت فشار " اندازه و جنس آن را بدست میدهد. پیچ معمول برای سیستم لوله‌کشی با فشار پایین با سر مربع شکل و مهره آن شش گوش است و دنده آن تابع " سری دنده‌های استاندارد آمریکا " میباشد. در فشار بیش از ۱۶۰ پوند بر اینچ مربع و دمای بیش از ۴۵۰ درجه فارنهایت معمولا" پیچهای بی سر (stud) از آلیاژ فولاد با مهره‌های شش گوش در دو طرف مورد استفاده قرارمیگیرد. این مهره‌ها معمولا" از فولاد کربن‌دار یا حداقل دارای آلیاژی ضعیف تر از آلیاژ پیچها هستند. بهر حال بعلت تفاوت جنس دو فلز پیچ و مهره ، استحکام زیاد لازم نیست و این خود احتمال " گیر کردن" دنده‌ها را کاهش میدهد. برای پیچ‌های بی سر فلنجهای فشارقوی معمولا" ازسری دنده هشت گامی(8 - pitch) استفاده میشود، زیرا اینها در اندازه ۱ اینچ و بزرگتر ۸ دنده در هر اینچ دارند. تعداد سوراخ فلنجها مضربی از چهار است ، یعنی ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و غیره . سوراخهای فلنج شیرها و فیتینگها که باید با هم جفت شوند طوری است که میتوان با گشادنشینی (straddle) آنها را هم مرکز کرد.

از فلنجهای با سطوح تماس مختلف نشان داده شده در (شکل A ۷-۷) بعضی از مهندسان نوع فلنج با سطح تماس برجسته (raised face) با واشر حلقه‌ای را ترجیح میدهند زیرا برای تعویض واشر این نوع اتصالات (برخلاف اتصالات نر وماده و شیاردار) نیازی به جداسازی اتصال به کمک فنر نیست . از فلنج شیاردار (grooved) با واشرهای ضخیم و نرم در لوله‌کشی با دمای پایین و فشار بالای اتصالات هیدرولیکی استفاده میشود. در اتصالات نر و ماده یا کام و زبانه (tongue - and - groove) واشرها باید نازکتر باشندتا بر اثر فشرده شدن از گشاد شدن سریع ("mushrooming") جلوگیری بعمل آید.



شکل ۷-۷ (A) فلنجهای فولادی ریختگی استاندارد. (B) فلنجها را جفت کنید تا مشکلی بوجود نیاید. جفت کردن دقیق قبل از بستن مهره‌ها از تنش زیاد پیچها در شیرها ، فیتینگها و فلنج لوله‌ها جلوگیری میکند. استفاده از روان ساز روی دنده موجب کاهش اصطکاك شده و باز کردن اتصالات را در زمان تعمیرات آسانتر میسازد.

واشرها - موادی که در ساخت واشر آببندی بکار میرود دامنه گسترده‌ای دارد که لاستیک نرم برای آب سرد تا حلقه باریک فلزی برای بخار پرفشار را در بر میگیرد. جدول ۱-۷ موارد استفاده و محدودیتهای دما را نشان میدهد. واشرهای دستی بریده شده برای فلنجهای با سطح تماس برجسته باید سطوح فلنج را در فاصله بین پیچها و دهانه لوله کاملا" پر کند. اگر اتصال مورد نظر بطور دائم باز و بسته میشود. بهتر است یک سمت واشر را گرافیت بمالید تا نچسبد. پس از بستن یک اتصال فلنجی با واشر نرم و رسیدن لوله به دمای نامی پیچها را دوباره آچارکشی کنید.

واشرهای نازك نسبت به واشرهای ضخیم کمتر پاره میشوند. اگر سطح فلنجها با یکدیگر تماس نیابند، پر کردن فاصله آنها با واشر ضخیم و نرم شاید خطرناك باشد. بهتر است از یک پر کن (filler) فلزی که دو طرف آن واشر گذاشته‌اید استفاده کنید. قسمت برجسته (raised) فلنج بعد از مدتی دندانه‌دار میشود. این دندانه‌ها مانند پیچ خوردگی واشرها و استفاده از واشرهای نازك باعث کاهش سطح تماس و بالا رفتن فشار در نقاط تماس میشوند. اغلب علت نشت اتصالات فلنجی ، کشش نامناسب پیچها و فشار ناکافی واشرها است. طبق نظر "Crocker" نویسنده کتاب "PIPING HANDBOOK" فشار اولیه برای واشر لاستیکی باید حداقل ۴۰۰۰ ، برای واشرهای آزبست ۱۲۰۰۰ و برای واشرهای فلزی بین ۳۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع باشد.

فشار کششی حدود ۷۰۰۰ پوند بر اینچ مربع برای بستن پیچها کافی است ولی پیچهای با آلیاژ فولادی که در اتصالات فشار قوی استفاده میشود معمولا" با کشش ۳۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع سفت میشود تا واشر خوب جفت شود و ناصافیهای سطح تماس را پر کند و اتصال آببندی را بوجود بیاورد. برای بدست آوردن نسبت حرکت آچار و فشار لازم برای پیچهای با دنده‌های خوب روغنکاری شده و با گام معین ، آزمایشهایی انجام شده و نتایج بصورت جدول درآمده است . از این جداول کمتر استفاده میشود زیرا تنوع اتصالات بسیار زیاد است خصوصا" وقتی قرار است از پتک برای حرکت آچار استفاده شود. بعنوان یک راه حل عملی و برای تمام لوله‌کشیهای فشار پایین و متوسط ، لوله‌کش میتواند تا آنجائیکه "حس" میکند و تجربه به او اجازه میدهد اتصال را سفت کند. اگر این راه حل نتواند در بعضی از کاربردها ، مثلا" خطوط بخار ۱۴۰۰ پوند بر اینچ مربع ، استفاده شود، در اینصورت تنها راه معین کردن کشش پیچها ، اندازه‌گیری میکرومتری ازدیاد طول آنها است . در اینصورت از پیچهای پایه‌دار (pad) باید استفاده شود و دقت شود که قبل و بعد از اندازه‌گیری دمای پیچ ثابت مانده باشد.

ازدیاد طول اندازه‌گیری شده باید با فاصله سفت شدن مهره (grip distance) مقایسه شود نه با طول کامل پیچ .

برای فولاد با هر گونه آلیاژ، افزایش طول 0.001 اینچ بر هر اینچ طول .

معادل ۳۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع است . این فشار و ازدیاد طول تا حد الاستیک به نسبت داده شده تغییر میکند. مثلا" برای یک پیچ به طول ۳ اینچ ، افزایش کل باید 0.002 اینچ باشد تا بتواند کشش ۲۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع را تحمل کند.

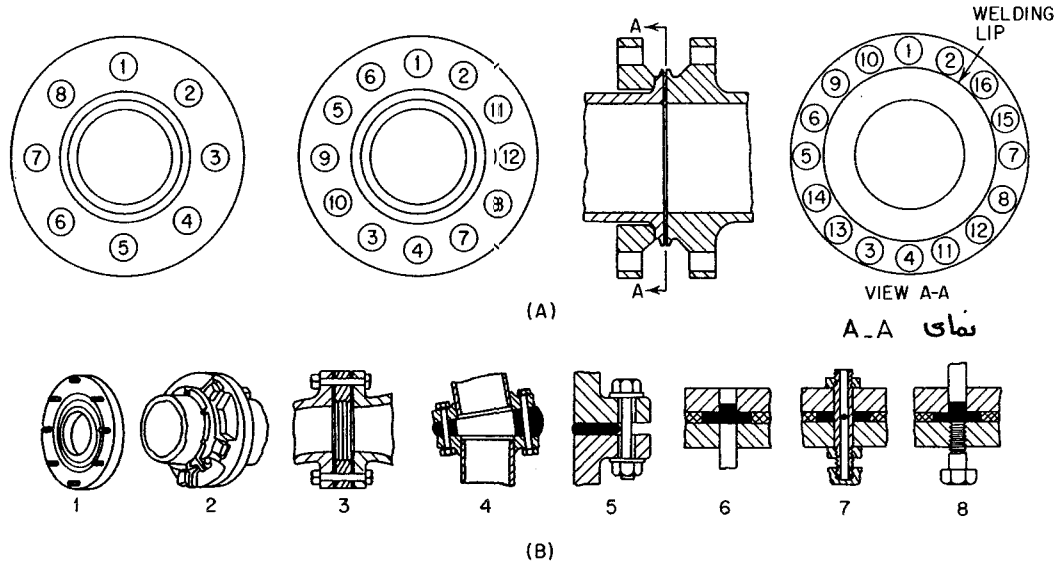
جدول ۱-۷ انتخاب جنس واشر

جنس واشر	سیال	حداکثر دمای کار، درجه فارنهایت
لاستیک قرمز	بخار، هوا ، آب	۲۵۰
ترکیبات آزبست	بخار، آب ، روغن	۷۵۰
نخ و کاغذ	روغن	۲۰۰
لاستیک مصنوعی	روغن	۲۰۰
مس ، دندانه‌دار یا ساده	بخار یا آب	۶۰۰
فولاد، دندانه‌دار یا ساده	بخار یا آب	۱۰۰۰
فولاد زنگ ناپذیر۱۲ الی ۱۴ درصد کروم، دندانه‌دار	بخار یا آب	۱۰۰۰
آهن تفته هیدروژنی	بخار یا آب	۱۰۰۰
آلیاژ مونل، دندانه‌دار یا ساده	بخار یا آب	۱۰۰۰
آهن شمش ، واشر مخصوص آببندی اتصالات حلقه‌ای	بخار، آب ، روغن	۱۰۰۰

نشتی - نشت اتصالات فلنجی همانند نشت سایر نقاط لوله‌کشی به سرعت گسترش می‌یابد ، بنابراین بهتر است نشتی را بمحض رویت برطرف کنید. اغلب هم‌محور نبودن لوله‌ها علت نشت فلنجها است . اگر لوله‌ها بخوبی جفت شوند نیازی به جا انداختن فلنجها به کمک فنر نیست (شکل ۷-۷ B) . تمام لوله‌کشها بر سر این موضوع توافق دارند که سفت کردن مهره‌های فلنج باید ترتیب خاصی داشته باشد. دو روش در (شکل ۷-۸ A) نشان داده شده است . یکی روش " دایره‌وار" و دیگری " زیگزاگ" است .

روش زیگزاگ را به این ترتیب میتوان بهتر کرد که یک مهره را سفت کنید و بعد مهره مقابل آن را سفت کنید. پس از آن با گردش ۹۰ درجه مهره بعدی را سفت کنید و این کار را به همین ترتیب تکرار کنید.

هر دو روش کارآیی رضایت بخشی دارند. شکل (۷-۸ B) چند نکته نگهداری اتصالات فلنجی را نشان میدهد.



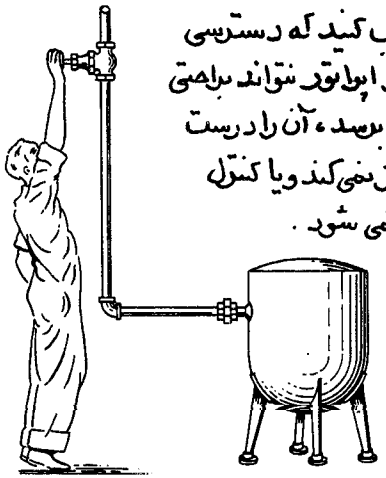
شکل ۸-۷ (الف) دو روش سفت کردن پیچها. در هر دو مورد مهره‌ها را اول با دست سفت کنید. برای روش سمت چپ ، مهره را به ترتیب ۱ ، ۲ ، ۳ ، . . . کمی سفت کنید. در دور بعدی بهمین ترتیب مقدار بیشتری سفت کنید تا اینکه تمام پیچها بطور یکنواخت سفت شوند و فیلر فاصله دور تا دور فلنجها را یکسان نشان دهد. اکثرا" روش زیگزاگ (سمت راست) را ترجیح میدهند. سفت کردن پیچها برای اتصال جوشی آببند: اول پیچهای موقتی دورتادور بگذارید و با چکش سفت کنید. شماره ۱ و ۲ را بردارید، جوش را در آنجا درزبندی کنید، پیچهای موقت را با پیچهای آلیاژی عوض کرده و با چکش سفت کنید. این عمل را در نقاط ۳، ۴، ۵، ۶ وغیره که بطور زیگزاگ نشان داده شده تکرار کنید. همین کار را با تعداد متفاوت پیچها بطور زیگزاگ انجام دهید. (ب) سود جستن از چسب آهن در تعمیرات و سوارکردن اتصالات فلنجی . واشر دندانه‌ای آهنی که دو طرف آن آغشته به چسب آهن باشد با وجود سطح ناصاف فلنجها اتصال محکم و آببندی را میسازد. (۱) برای پوشاندن نشت دنده فلنج ، لبه مسطح گیره نواری را به فلنج بچسبانید (۲) و شیار را پر از چسب کنید تا سفت شود . اگر فلنجها را نمیتوان هم‌محور و میزان کرد، تکه فلزی را بچرخانید (۳و۴) و هر دو طرف آن را توسط چسب آهن یا واشر آغشته به خمیر درزبندی کنید. برای ساخت یک اتصال آببند با فلنجهای ریختگی که سطح زمخت دارند (۵) فلنجها را بوسیله طناب نرم با فاصله از هم جدا کنید و سپس فاصله را با خمیر پر کنید. نشت نقطه‌ای فلنج یا واشر را میتوان با استفاده از سوراخ پیچ مجاور و ریختن چسب در آن گرفت (۶) پیچ را باز کنید، یک طرف سوراخ را درپوش کنید و طرف دیگر را بوسیله خمیر پر کرده و با چکش و میله بکوبید. یا خمیر را بوسیله پمپ گریسکاری از ناف لوله که مهره قفلی دارد تزریق کنید (۷) اگر پیچها در فلنج دنده‌دار وارد میشوند، پیچ را برگردانید (۸) تا بدین ترتیب برای خمیر یک پشتگیر درست شود.

شیرها - اگر در حمل و نقل ، انبار کردن و نصب، شیر دقت نشود و آسیب ببیند از همان آغاز بهره‌برداری مشکل ساز خواهد شد. شیری که از کارخانه حمل میشود باید دارای پوشش کامل ، بسته‌بندی چوبی و درپوشهای انتهایی باشد. بسته‌بندی شیر را تا زمان استفاده باز نکنید. اگر شیر روی زمین و محیط هوای آزاد قرار گیرد، شن و ماسه به داخل قطعات متحرك آن نفوذ میکند. سهل انگاری در جابجائی شیر به آسانی به آن آسیب میرساند ، بنا براین شیر را در جایی قرار دهید که از زمین خوردگی آن جلوگیری شود و چیز دیگری هم روی آن نیفتد.

قبل از نصب ، پوشش شیر را بردارید و بطور کامل آن را تمیز کنید. اگر میخواهید به دیسک و نشیمن شیر آسیب نرسد، لوله‌ها را هم بخوبی تمیز کنید. شیرها و لوله‌ها را بوسیله هوای فشرده یا فشار آب تمیز کنید یا بوسیله برس گرد و خاك و براده آهن باقیمانده از کارهای نصب (مانند دنده کردن ، جوشکاری، وضعیت انبار کردن و غیره) را پاك کنید.

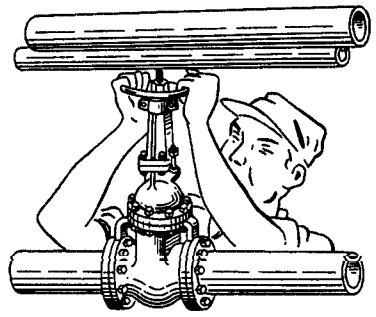
اگر شیرها درست نصب شوند و محل استقرار آنها مناسب باشد از آسیب دیدگی آنها جلوگیری میشود. باستثنای شیرهای کشویی با دیسک دو تکه (double-disk) و گوه‌ء دوتکه (split-wedge)، بسیاری از

شیرها را میتوان در هر زاویه‌ای نصب کرد، گرچه بهتر است سعی شود که همیشه ساقه آنها رو به بالا باشد. نصب رو به پایین ساقه (stem) موجب میشود که سرپوش (bonnet) زیر خط جریان قرار بگیرد که در اینصورت یک کیسه (pocket) تشکیل میشود و جرم لوله و سایر مواد معلق در آن جمع میگردد و باعث فرسودگی زودرس دنده‌های داخلی ساقه میشود. همچنین نصب شیر در این وضعیت در خطوطی که در معرض یخ زدگی است موجب میشود که رطوبت جمع شده یخ زده و شکستگی رخ دهد. حتی در مواقعی که ساقه شیر رو به بالا نصب میشود، برای تخلیه بدنه آن یک درپوش تخلیه در نظر بگیرید. شکلهای ۹-۷ و ۱۰-۷ نکاتی در مورد نصب شیر نشان میدهد.

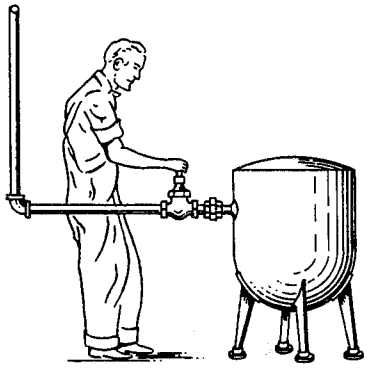


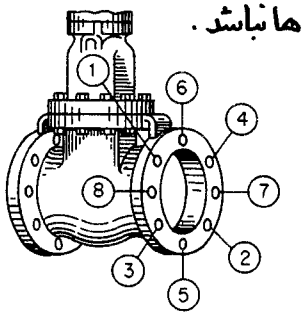
شیرها را در جایی نصب کنید که دسترسی به آن آسان باشد اگر اپراتور نتواند براحتی و حفظ ایمنی به شیر برسد، آن را درست نمی بندد. یا تا آخر باز نمی کند و یا کنترل جریان بخوبی انجام نمی شود.

آن شیرهایی که بطور مکرر باز و بسته می شوند در جایی باشند که دسترسی مشکل است و جابجایی آن هم میسر نیست، سعی کنید با ساقه بلند یا زنجیر دستی دسترسی به آن را آسان کنید تا نیازی به نردبان و یا بالا رفتن از لوله ها نباشد.



جای کافی برای حرکت ساقه بالارونده بگذارید چون در غیر این صورت شیر بطور کامل باز نمی شود و در نتیجه افت فشار زیاد، لرزش دیسک و فرسودگی نشیمن حاصل می شود، جای کافی همچنین اجازه می دهد که ساقه و سرپوش برای سرویس و نگهداری مونتاژ شوند.





سطح ها را طبق روش تقاطعی نشان داده شده سفت کنید. این باعث تقسیم باریکنواخت روی سطح فلنج شده و تنش وارده به فلنج و سایر قطعات شیر را کاهش میدهد.

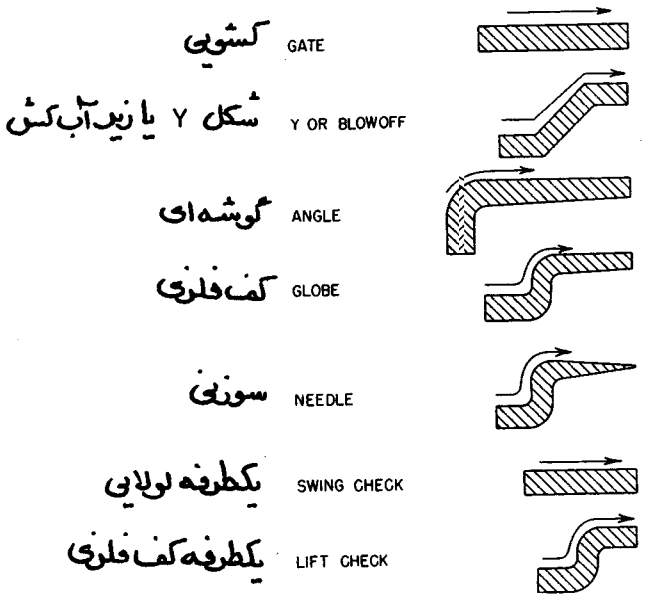
Fig. 7-9 Long valve life begins with proper installation شکل ۹-۷ عمر طولانی شیر با نصب درست آن آغاز میگردد

Fig. 7-10 Suggestions for pipe fitters. شکل ۱۰-۷ توصیه‌هایی برای نصب کننده‌ها

جهت جریان - جهت حرکت جریان در شیرهای کف فلزی بستگی به طبیعت کار دارد و برای یافتن جهت درست معمولا" باید به این سئوال پاسخ داده شود که اگر احیانا" ساقه و دیسک از هم جدا شوند بهتر است که شیر ببندد یا در حالت باز باقی بماند؟" طبق مقررات ASME در مورد شیرهایی که در خطوط تغذیه آب دیگها استفاده میشوند فشار باید زیر دیسک باشد تا چنانچه دیسک شل شود مثل شیر یکطرفه موجب توقف جریان آب نشود. اگر شیر دستگاهی را کنترل میکند که احتمال دور برداشتن موتور میرود، فشار باید بالای دیسک باشد تا در صورت شل شدن آن مثل یک شیر یکطرفه عمل نموده و جریان را متوقف سازد. شیرهای تخلیه که فشار زیر دیسک آنها باشد اگر سفت بسته نشوند لرزش پیدا کرده و نشت میکنند، اگر شیری بطور کامل بسته نمیشود و مدام کمی باز میماند، تغییرجهت آن و گذاشتن فشار روی دیسک ، مشکل را برطرف کرده و شیر را محکم خواهد بست .

اگر بخواهیم خلاصه کنیم : شیر را طوری نصب کنید که فشار بالای دیسک باشد، مگر اینکه شرایط کار عکس آن را دیکته کند. فشار بالای دیسک اثرات انقباض ساقه شیر بعلت تغییرات دما را خنثی نموده و باعث محکم شدن آن میگردد . شیرهای ۱۲ اینچ و بزرگتر سطح تماس زیادی با فشار جریان خط لوله دارند و چنانچه در خطوط تخلیه نامتعادلی ، مثلا" از فشار بالا به فشار پایین نصب شده باشند، باز و بسته کردن آنها به سختی انجام میشود و هر چه سطح دیسک بزرگتر باشد این کار مشکلتر میشود. این پدیده در شیرهای کف فلزی محسوس تر از شیرهای کشویی است زیرا حرکت دیسک در اولی مقابل جریان است در حالیکه در دومی خط جریان را قطع میکند(شکل ۱۱-۷).

برای کاهش اختلاف فشار دو سر شیر ، تمام شیرهای کشویی ۱۲ اینچ و بزرگتر و شیرهای کف فلزی ۶ اینچ و بزرگتر را به یک شیر کنار گذر کف فلزی (throtting-globe bypass valve) مجهز کنید.



شکل ۱۱-۷ نمودار جهت جریان در شیرها .Fig. 7-11 Valve flow chart

در خطوطی که حامل فاضلاب یا سایر مواد معلق است، در صورت امکان شیرها را روی لوله قائم نصب نکنید زیرا ذرات جامد رسوب میکنند و باعث کیپ شدن یک شیر بسته میگردند. این حالت مخصوصا" در عملکرد شیرهای یکطرفه بیشتر است. هر گاه شیری نصب میکنید امکان دسترسی به آن را نیز فراهم سازید. برای آن که از باز و بسته بودن شیر مطمئن شوید شرایط آن را فراهم آورید. کسی که روی نردبان ایستاده است و میخواهد به شیری بالای سر خود فرمان دهد نیروی زیادی نمیتواند اعمال کند. در چنین حالتی، شیر را در حالت افقی نصب کنید و بوسیله زنجیر، بهره‌برداری آن را از کف اتاق میسر سازید. شیرهایی که در ارتفاع نصب میشوند و برای باز و بسته کردن به دو نفر نیاز دارند باید قائم نصب شوند تا برای افراد امکان ایستادن روی لوله باشد. اگر امکانپذیر است یک سکو درست کنید و ساقه شیر را از کف طبقه فوقانی عبور دهید و برای آن محرك برقی یا فلکه دستی تهیه کنید.

مواظب باشید که شیر طوری نصب نشود که فقط انگشتان متصدی به آن برسد زیرا در اینصورت کوششی برای یافتن نردبان نمیکند و با کش دادن خود فلکه شیر را میگیرد و میبندد و طبیعی است که شیر خوب بسته نمیشود و به تدریج نشت میکند. همیشه جای کافی برای حرکت ساقه بالا رونده و در آوردن کلاهک ساقه فراهم سازید: آسانتر است که شیر در جای خود روی لوله باقی بماند و فقط قطعات داخلی آن که نیاز به تمیز شدن و تعمیر دارند پایین آورده شود، بنابراین اولین دستور بهره‌برداری و نگهداری شیرها فراهم کردن شرایط دسترسی آسان و راحت به آنهاست. شیرهای یکطرفه نیازهای ویژه خود را دارند که جهت نصب حائز اهمیت است. شیر یکطرفه لولایی (swing-check) را طوری نصب کنید که لولای آن افقی باشد و نیروی ثقل باعث بسته شدن آن شود. شیر یکطرفه کف فلزی (lift-check) باید طوری نصب شود که دیسک آن بطور قائم بلند شود.

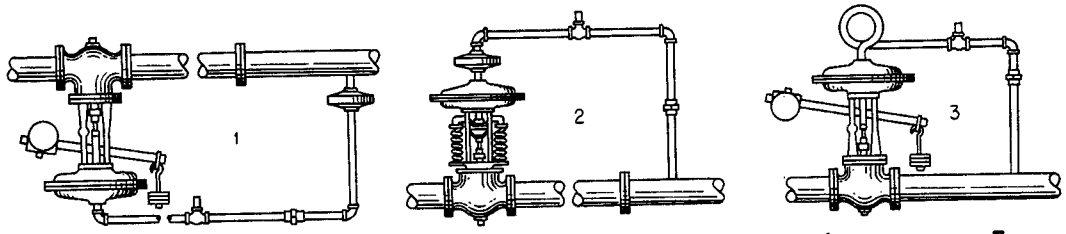
دیافراگم و قطعات داخلی از جمله مشکلات شیرهای کنترل نوع دیافراگمی است. نصب معکوس آنها در خطوط نفت و مواد شیمیائی باعث نشت دیافراگم از طریق واشر ساقه شیر خواهد شد. گرمای خطوط بخار مجاور آن باعث خراب شدن زودرس لاستیک دیافراگم میشود. با استفاده از زانویی یا آکومولاتور آب، از دیافراگم این شیرها در خطوط بخار حفاظت کنید. هر گاه شیرکنترل فرمان خود را از خط فشار کنترل شده

بخار میگیرد، خطوط پیلوت (pilot) را به پایین دست شیر کنترل متصل کنید و روی آن یک شیر کف فلزی قفلی (lock - shield) بگذارید. سعی کنید که نقطه اتصال پیلوت روی زانو یا خم لوله نباشد زیرا در این نقاط فشار بشدت متغیر است . اتصال پیلوت را حداقل ۱۰ فوت پایین دست شیر و به یک لوله مستقیم وصل کنید.

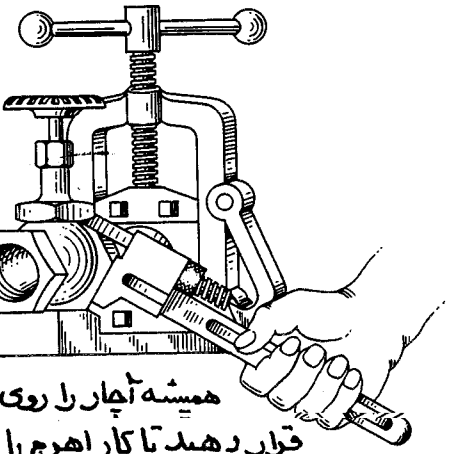
شیر کف فلزی باعث میشود که حرکت متلاطم بخار در خط پیلوت به جریان آرام و نوسانات کم بدل شود و قفلی بودن آن این خاصیت را دارد که افراد غیر مسئول نمی‌توانند به آن دست یابند.

جهت جریان شیرهای کنترل باید طبق آنچه روی بدنه آنها نقش شده است باشد(شکل ۱۲-۷). قطر شیر کنترلی که بدرستی انتخاب شده باشد الزاما" برابر با قطر لوله نیست. برای این تبدیل سایز ، فلنج و بوشن جای کمتری اشغال میکند ولی تبدیلهای مخروطی (bell) یا وانتوری (venturi) شرایط جریان بهتری ایجاد میکنند. قبل از شیر یک صافی نصب کنید تا مواد خارجی را گرفته و نشیمن شیر را حفاظت کند. نصب شیر بصورت افقی صدای ناشی از عملکرد شیر را کاهش میدهد. سعی کنید از نصب زانو و خم در نزدیک شیر اجتناب کنید. از آنجا که شیرهای کنترل نیاز به سرکشی و نگهداری مرتب دارند ، یک خط کنارگذر (bypass) با شیر کف فلزی برای این منظور نصب کنید.

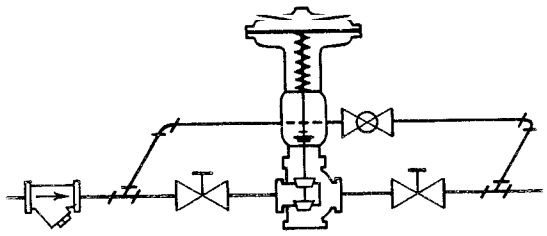
راههایی برای نصب شیر انتخاب کنید که نگهداری را آسانتر نماید. اگر لوله عایق میشود سعی کنید عایق لوله‌ها نزدیک کلاهک (bonnet) شیرها تمام شود. برای عایق کلاهک شیرها، از عایق نوع قابل برداشت استفاده کنید زیرا اگر عایق لوله و شیر یک تکه باشد اپراتور ممکن است حوصله برداشتن آن را نداشته باشد و سرکشی و سرویس بدنه شیر به تاخیر افتد. بعد از اینکه لوله‌ها به دمای نامی خود رسیدند، تمام پیچهای بدنه را دوباره آچار کشی کرده و واشرها را تنظیم کنید.



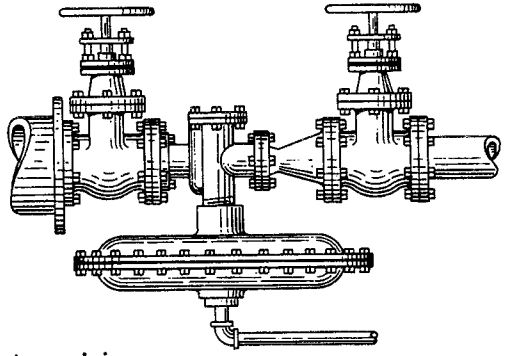
خط پیلوت را حداقل ۱۰ فوت پائین دست شیر و به یک لوله مستقیم وصل کنید (۱) هرگز پیلوت را به زانویی یا خم لوله متصل نکنید. اگر محفظه خنک کن در دسترس نیست (۲)، یک لوپ اجرا کنید. (۳) که از رسیدن بخار به دیافراگم جلوگیری شود.

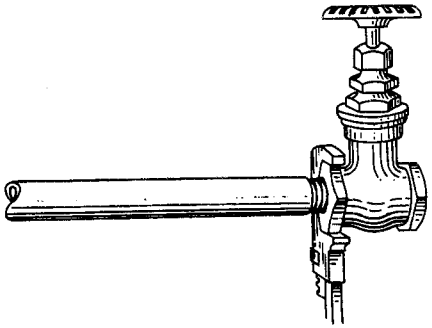


همیشه آچار را روی لوله انتهای شیر قرار دهید تا کار اهرم را آسان کرده و بدنه شیر تحت فشار قرار نگیرد. زیرا این فشار بدنه شیر را می پیچاند و نشیمن را از خط تراز خود خارج می سازد.



صافی از شیر حفاظت میکند. خط کنار گذر اجازه می دهد. شیر برای سرویس و نگهداری باز شود.





سایز شیر را با مشخصات جریان بدست آورید، نه با سایز لوله، تبدیل های وانتوری شرایط جریان خوبی فراهم می سازند، تبدیل های فلنجی از نظر جا گیری مناسب اند.

شکل ۱۲-۷ نصب صحیح شیر کنترل. Fig. 7-12 Good regulator hookups.

نگهداری شیرها - سرکشی مکرر و منظم به شیرها، نشت زودرس و یا سایر عوامل مخرب مانند خوردگی، کاهش مقطع و رسوب گرفتن شیرها را نشان داده و با برطرف کردن آنها از هزینه‌های نگهداری کاسته میشود. اگر این قبیل اشکالات زود دیده شوند، خیلی آسان و با هزینه کم برطرف میشوند ولی اگر بدون توجه رها شوند، هزینه دوباره‌سازی شیرها بسیار گران تمام خواهد شد. یک برنامه مدون نگهداری و راهبری شیرها شامل بهره‌برداری فنی ، بازدید ادواری ، روغنکاری تمام قسمتهای متحرك ، تعویض واشرها و تراش دیسک و نشیمن هنگام نشت میباشد. قطعات شیر مانند دنده ساقه ، واشرهای محوری و فاصله بین گوه‌ها باید عاری از رسوب و سایر مواد خارجی بوده و طبق دستورات سازنده روغنکاری شوند. با توجه به سطح تماس شیرهای سماوری (plug cocks) ، روغنکاری آنها باید طبق برنامه باشد تا از اصطکاك ناشی از لغزش دو فلز به روی هم (galling) و گریپاژ (seizing) جلوگیری شود.

آببند (Packing) - برای عملکرد درست شیر و بالا بردن عمر مفید ساقه آن لازم است از قسمت آببند (packing) و واشرهای آن بخوبی نگهداری شده و پیچ و مهره آنها بدرستی تنظیم گردد. واشرهای نو، آغشته به گرافیت ، حرکت ساقه را روان میسازند، ولی پس از مدتی که گرافیت از بین میرود اصطکاك بین ساقه و واشر ازدیاد می‌یابد. اگر مهره قسمت آببند تا آنجا سفت شود که حرکت ساقه را مختل سازد ، این نشان میدهد که الیاف واشر خشک و سخت شده‌اند یا اینکه برای ادامه کار مناسب نیستند . در هر صورت باید بلافاصله آنها را عوض کرد تا موجب کاهش عمر دنده ساقه نشوند. فشرده شدن بیش از حد الیاف آببند، نسبت به بسته بودن کامل شیر تردید ایجاد میکند و در نتیجه متصدی امر معمولا" شیر را بیش از نیاز سفت میکند. این نیروی اضافی که غالبا" با آچار هم وارد میشود، به دنده ساقه آسیب میرساند.

قسمت آببند که در معرض جریان بخار بوده و پس از آن سرد شده است ، پس از برقراری مجدد جریان مقدار کمی نشت دارد . انبساط و انقباض کلاهک ، ساقه، الیاف آببند ، درپوش (gland) و مهره‌های واشر نیز میتوانند این وضعیت را بوجود آورند. در این حالت نیازی به تنظیم دوباره نیست ، زیرا نشت پس از گرم شدن شیر بخودی خود برطرف میگردد. نگهداری واشر شیرهای کنترل حائز اهمیت بیشتری است زیرا اصطکاك زیاد باعث حرکت غیرعادی شیر میگردد. اگر ساقه و واشرها روغن خور دارند آنها را مرتبا" روغنکاری کنید. از واشری استفاده کنید که به درستی جا بیفتد، حلقه‌های از قبل شکل داده شده از آن جمله‌اند. وقتی واشر را مارپیچ دور ساقه شیر می‌بندید، آنرا به طرف لبه بیرونی کاسه نمد هل بدهید و سعی نکنید که واشر را محکم دور ساقه بپیچید. بعد از گذاشتن حداکثر مجاز حلقه‌های واشر، کلاهک آببند (gland) را طوری قرار داده و با آچار حرکت دهید که واشرها سر جای خود بیفتد ، بعد به آهستگی به کلاهک آببند ضربه بزنید و مهره را با دست سفت کنید. اگر ساقه شیر سالم باشد و واشر کافی از نوع مناسب داشته باشد و بوسیله دست سفت شده باشد، معمولا" شیر میتواند فشارهای متداول را تحمل کند. در فشارهای بالاتر نیاز به سفت کردن کلاهک (gland) است تا از نفوذ سیال زیر واشر جلوگیری شود.

بسیاری از شیرها به یک پس نشیمن (back seat) مجهز هستند که وقتی شیر باز است واشرها را تحت فشار به کلاهک (gland) میچسباند و اجازه میدهد که وقتی شیر در حالت باز و زیر فشار سیال قرار دارد واشر ساقه آن عوض شود. قبل از تعویض واشر شیری که تحت فشار است ، اطمینان حاصل کنید که شیر مورد نظر این مشخصه را دارد. یکی از کارهای نگهداری شیر، پیاده کردن و دوباره سوار کردن آن است و چنانچه اطلاعات لازم در این خصوص را داشته باشید از خسارات بعدی جلوگیری میشود. قبل از برداشتن کلاهک (bonnet) ، شیر را به حالت باز بگذارید تا ضمن برداشتن کلاهک فشارهای خمشی به ساقه شیر وارد نشود. بهمین ترتیب قبل از سوار کردن کلاهک ، ساقه را در حالت "باز" قرار دهید. اتصال گوه و کلاهک در شیرهای کشویی با گیره U شکل (U-clamp bodies) در حالت کاملا" بسته انجام شده است. نشیمن شیرهای کشویی با کلاهک مهره‌دار نیز بهمین ترتیب بطور فنری از گوه خود جدا شده‌اند.

کشش پیچها - پیچ کلاهک شیرهایی که در تاسیسات با دما و فشار بالا کار میکنند معمولا" تا حد مشخصی

سفت میشوند. قبل از باز کردن مهره‌ها، پیچ را تمیز کرده و طول آن را با میکرومتر اندازه بگیرید. طول اندازه گرفته شده هر پیچ را جداگانه یادداشت بکنید که پس از سوار کردن مجدد و رسیدن به دمای نامی طول انتهای پیچها بهمان اندازه باشد. همیشه پیچ بدنه (body) را بطور یکنواخت سفت کنید که کلاهک بدرستی روی بدنه بنشیند. هدف گروه نگهداری همیشه این است که دریچه نشیمن شیر نشتی نداشته باشند. روش کار بستگی به ساخت شیر، وضعیت دریچه و نشیمن آن و ابزار موجود دارد. روشهای مدرن تعمیر و بازسازی سطوح فلزی (مانند لحیم ، زردجوش ، جوشکاری) این اجازه را میدهد که شیرهایی را که دریچه و نشیمن آنها بسیار فرسوده و زنگ زده باشد از لوله‌کشی جدا نمود. این روشهای مدرن اجازه میدهد که بدون آسیب رساندن به فلز اصلی ، شیر را تعمیر کنیم و بدین ترتیب عمر مفید آن را افزایش دهیم.

نشیمن برنزی بازسازی شده بوسیله لحیم سخت یا ساقه برنزی و نشیمنگاههای فولاد آلیاژی برای کار زیر ۷۵۰ درجه فارنهایت را میتوان بوسیله زردجوش (brazing) تعمیر نمود، گرچه مقاومت فلز مادر را ندارند ولی عملکرد خوبی دارند. بازسازی قطعات داخلی شیر (trim) با استفاده از آلیاژهای مشابه بزودی مشکل ساز میشود مگر اینکه اطلاعات کافی درباره خصوصیات و سختی فلز مادر در دسترس باشد. قبل از بازسازی دیسک و نشیمن (seat) شیرهای کنترل که در تاسیسات با دما و فشار بالا کار میکنند، با سازنده تماس بگیرید زیرا هرگونه تغییری در فرم محیطی (contour) دیسک یا نشیمن میتواند مشکلات زیادی بوجود آورد. اگر لوازم بازسازی قطعات داخلی فراهم نباشد شیر باید برای تعویض قطعات به کارخانه سازنده فرستاده شود. دیسک و نشیمن را باهم بخرید و هر دو را عوض کنید تا به حداقل سنگ زنی (grinding) نیاز باشد. تمام قطعات مفید شیر معیوب را جدا کرده و انبار کنید تا در موقع لزوم بتوانید بعنوان لوازم یدکی برای شیرهای دیگر از آن استفاده کنید.

دیسک و نشیمنگاه را میتوان تراشید. شاید ساده‌ترین مراحل کار برای شیر کف فلزی با کلاهک مهره‌دار (union-bonnet) راه حلی باشد که در شکل ۱۳-۷ نشان داده شده است . لازم است که دیسک و ساقه بوسیله خار به هم متصل شود و از کلاهک بعنوان هادی استفاده گردد تا دیسک روی نشیمنگاه بنشیند. از کلاهکهای دنده‌ای بعنوان هادی نمیتوان استفاده نمود، برای این کار از کیتهای (kit) سنگ زنی یا مته باید استفاده کرد. اگر دریل (drill press) در دسترس دارید ساقه شیر را از کلاهک جدا کنید و آن را در دریل قرار دهید. بدنه شیر را در گیره و در محل مناسب برای دریل قرار دهید. بعد لبه بالایی بدنه و کلاهک را تراز کنید بطوری که با سطح نشیمن شیر موازی باشد. دیسک و ساقه را با خار به هم جفت کنید . خمیر سمباده را روی نشیمن بمالید و با راه انداختن دریل کار سنگ زنی را آغاز کنید. دریل باید با سرعت کم به چرخد و فشار وارده به نشیمن و محل سمباده‌زنی کم باشد.

شکل ۱۳-۷ سنگ زنی مجددنشیمن شیرهای کف فلزی .Fig.7-13 Regrinding globe-valve seats

شیرهای یکطرفه - دیسک شیرهای یکطرفه را میتوان روی نشیمن چرخاند. برای این کار سوراخی روی دیسک تعبیه شده است که پیچ گوشتی از آن عبور کرده و چرخش را ممکن میسازد. هرگاه دیسک و نشیمن از فولاد زنگ ناپذیر روی هم میچرخند، خمیر سمباده را با روغن و سرب مخلوط کنید تا سطوح را روغنکاری کند در غیر اینصورت چون این نوع فلز کند میچرخد باعث خرابی سطوح خواهد شد.

استفاده از خمیر سمباده با دانه‌های ریز احتمال اصطکاك را کاهش میدهد. عمل سنگ زنی (grind) را به آهستگی انجام دهید، در عین حال سطوح را مرتب تمیز کنید. دیسک و نشیمنگاه استلایتی (stellite) بهمین

ترتیب سنگ زنی میشوند، اما در بعضی مواقع مسکن است لازم باشد از دانه "سیلیکون کارباید" استفاده شود.

در سنگ زدن شیرهای کنترل دو نشیمنگاهی (double-seat) با فشار متعادل (balanced - pressure) دقت فراوانی باید کرد و هر دو نشیمن را با هم سنگ زد. ببینید که کدام دیسک اول به نشیمنگاه میرسد، خمیر را روی آن بمالید و به دومی خیلی کم خمیر بزنید. سنگ زدن را ادامه دهید تا هر دو یکجا و با هم روی نشیمنگاه بنشینند. قبل از سنگ زدن لازم است ساقه و سرپوش را با بخار به دمای کار برسانید تا به وضعیت عادی بهره‌برداری نزدیک شود.

تراشکاری (Machining) - بوسیله تراشکاری میتوان شیرهای کف فلزی را که فرسوده شده‌اند، یا محلهای خورده شده (eroded) داشته باشند بازسازی نمود. نشیمنگاهها در ماشین تراش یا بوسیله سمباده ریز سوار بر مته تراشکاری میشود. از همین صفحه سوارشده بر شافت قابل انعطاف برای تراشکاری شیرهای کوچک استفاده میشود. تراشکاری و سنگ زنی مداوم ضخامت نشیمنگاه را تا حد خطرناکی کاهش میدهد. در مورد شیرهای کف فلزی با نشیمن یکپارچه با بدنه (integral - seat) که بعلت کوچک بودن استفاده از ابزار لحیم کاری و زردجوش مشکل باشد، بازشوی نشیمنگاه را میتوان برقو(ream) زده و با دنده کردن محل میتوان حلقه‌های تجدید شدنی (renewable) جا زد. این حلقه‌ها را میتوان با مصالحی که در کارگاه در دسترس است ساخت . گرچه ایده‌آل این است که نشیمنگاه را با فلز مشابه جایگزین نمود، ولی در حالت اضطراری میتوان از فلز متفاوت استفاده کرد. از فولاد زنگ ناپذیر با سختی یکسان برای دیسک نشیمنگاه استفاده نکنید مگر اینکه سیال روغن باشد.

حلقه‌های نشیمن (Seat Rings) - اگر حلقه‌های نشیمن شانه‌دار (shoulder-design) را بیش از حد سنگ زنی (refacing) کنیم ، ضخامت شانه آنقدر کاهش می‌یابد که بواسطه فشار از پایین باعث مقعر (concave) شدن لبه خارجی یا سطح نشیمن میگردد. چاره این است که یا حلقه را عوض کنید یا اینکه ضخامت آن را بوسیله جوش روکش (overlay) اضافه کنید.

نشت از دنده حلقه نشیمن را باید فوری تعمیر کرد، این کار بوسیله جوشکاری و دوباره دنده کردن، یا برقو زدن و دنده کردن میسر است که در این حالت حلقه باید یک سایز بزرگتر باشد. اگر این راه حلها نتواند آسیب دیدگی را مرتفع سازد، حلقه‌ها را محکم به بدنه شیر جوش دهید.

نگهداری دیسکهای مرکب شیرهای کف فلزی نیاز به دقت نظر دارد، بدین معنی که وقتی یک طرف آن سائیده (erode) شود میتوانید بوسیله تراشکاری رویه (face) جدیدی برای آن بسازید یا اینکه دیسک را برگردانید و از سطح طرف مقابل آن استفاده کنید. با استفاده از چرم ، کمربندهای لاستیکی یا سرب صیقلی شده (smooth) میتوانید موقتا" تا خرید دیسک مناسب استفاده کنید.

روکاری (Refacing) - روکاری دیسک و نشیمن شیرهای کشویی معمولا" نیاز به ماشین تراش یا سنگ زنی بوسیله مته دارد. گرچه سطوح دیسکهایی که زیاد فرسوده نیستند را میتوان بوسیله چرخ سمباده (sanding wheel) یا سنگ زنی دستی روکاری نمود و نشیمن آنها را بوسیله مته دستی سنگ زد. شیرهایی کشویی که نشیمنگاه موازی دارند براحتی تراشیده میشوند ولی برای نگهداشتن بدنه شیرهای کشویی گوه‌ای در دستگاه، گیره متداولی وجود ندارد. استفاده از سنگ زنی با مته راحت تر است . دیسکهای موازی براحتی برای روکاری در گیره ماشین تراش بسته میشوند. برای تراشیدن دیسکهای گوه‌ای استفاده از تیغه مخروطی (taper block) که روی صفحه دیسک بسته شود عملی است . از مته برای سنگ زنی گوه‌ها و همچنین نشیمنگاهها میتوان استفاده نمود. از گیره‌های مخصوص راهنما (jig) که برای نگهداشتن گوه فرز شده باشند و بتوانند آنان را بطور ایمن و تراز نگهدارند و از چرخیدن آنها جلوگیری کنند میتوان استفاده نمود، ولی برای هر اندازه شیر یک راهنما (jig) لازم است. یک صفحه مسطح مخروطی (tapered) که با گیره (clamp) روی ماشین تراش یا مته بسته شود میتواند برای سایزهای زیادی از شیرها مناسب باشد. سطوح دیسکهای

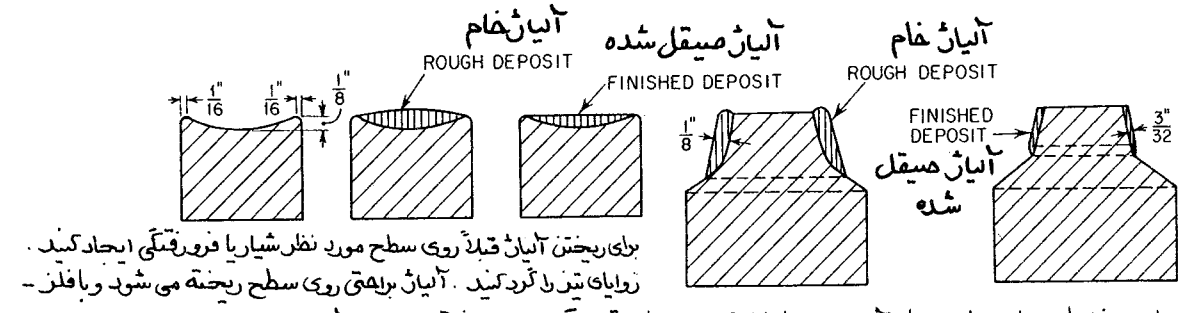
گوه‌ای را با قرار دادن رویه آنها در مقابل ماشینهای سنگ زن می‌توان تراشید. گوه را با فشار یکنواخت در مرکز صفحه‌نگهدارید، درغیراینصورت سنگ زنی غیریکنواخت شکل مخروطی‌آن را ناقص میکند. درصورتیکه میخواهید فقط خط خوردگی نازك روی سطوح از بین ببرید، استفاده از سمباده مسطح با دست میسراست.

لوازم بازسازی نشیمن (Reseating Kits) - در بیشتر روشهایی که تاکنون توضیح داده شد شیر باید از خط لوله باز شده و پایین آورده شود. لوازمی برای بازسازی نشیمن وجود دارد که بدون پایین آوردن بدنه شیر میتوان حلقه‌های نشیمن را روکاری (refacing) نمود. بدین ترتیب از باز کردن اتصالات لوله‌ها جلوگیری میشود، احتمال نشتی را کم میکند و در زمان تعمیر صرفه‌جویی بعمل می‌آورد.

شیرهایی که در محیط خورنده قرار دارند خیلی زود دور دیسک و نشیمنگاه آنها رسوب سخت صدفی (barnacles) جمع میشود. اگر این رسوبات زیاد بماند در زمان کوتاه روی لبه نشیمنگاه را میگیرد و باعث میشود که شیر خوب بسته نشود. سندبلاست (sandblast) کردن شیر و رنگ آمیزی و پاشش قشر نازکی روکش فلزی (coating) در اطراف نشیمنگاه از پیشرفت این رسوبات جلوگیری میکند، تعمیر منظم عمر شیر را زیاد میکند.

سخت کردن سطحی (Hard-Facing) - از این روش میتوان قطعات شیرهای فولادی را در مقابل سائیدگی حاصل از خراش دهی (abrasive wear) و نازك شدن (wiredrawing) حفاظت کرد. آلیاژ کوبالت (cobalt) ، کروم (chromium)، تنگستن (tungsten) که بنام استلایت نامیده میشود، سختی (hardness) خود را در گرمای تا حد سرخ شدن (red heat) حفظ میکنند، بهمین دلیل از این آلیاژ در سطوحی که اصطکاك زیاد دارند و یا در معرض دمای بالا هستند استفاده میشود. قبل از ریختن آلیاژ روی سطوح مورد نظر، روی سطح را شیار(groove) به عمق $^{3}/_{32}$ تا $^{1}/_{8}$ اینچ (شکل ۱۴-۷) ایجاد کنید و در دو طرف آن پیشانی (ridge) بسازید. تمام زوایای تیز را گرد (round)کنید، زیرا زوایای تیز به آسانی ذوب میشوند و ممکن است با آلیاژ مادر (base alloy) ترکیب شوند. این " رقیق سازی " باعث کم شدن مقاومت فلز در برابر سائیدگی (wear resistance) شده و اکثرا" حباب (blowhole) بوجود می‌آورند. اگر نشیمنگاه یا سایر قطعات برای شیار کردن خیلی نازك باشند، آنها را بوسیله ماشین تراش مسطح نموده و زوایا را گرد کنید. بعد از ایجاد شیار سطوح را تمیز کرده و رسوب و کثافت و گریس را پاك کنید.

اگر قطعه کوچک است ، مثلا" به قطر کمتر از ۳ اینچ ، و شعله جوش برای گرم نگهداشتن آن در زمان جوشکاری خیلی بزرگ است ، نیازی به پیش گرم کردن کوره‌ای ندارید، گرم کردن اولیه با مشعل دستی (torch) کافی خواهد بود. قطعات بزرگ را باید بوسیله چند مشعل دستی یا کوره موقت پیش گرم کنید. دما را به تدریج به ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه فارنهایت برسانید(یا تا آنجائیکه فولاد ریخته شود) ، این یک حالت قرمز شدن کم سو است که فقط در تاریکخانه قابل رویت میباشد.

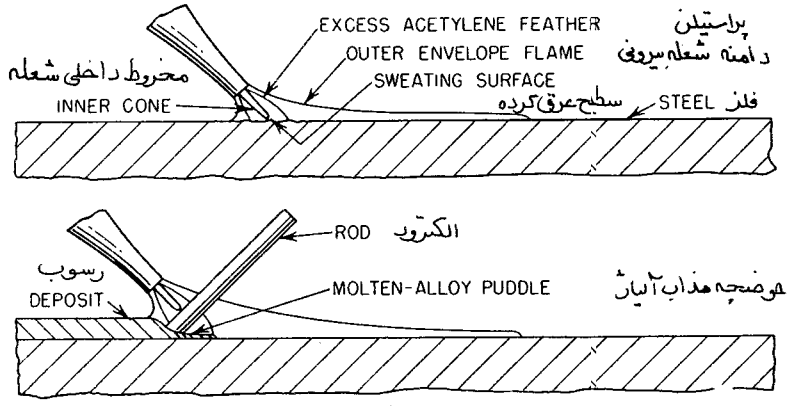


شکل ۱۴-۷ آماده سازی صحیح به معنی سخت کردن سطحی خوب است

Fig. 7-14 Correct preparation means good hard-facing.

حفظ گرما (Maintain Heat) - در صورت امکان ، ریختن آلیاژ روی قطعه شیر را در کوره انجام دهید. اگر ممکن نیست ، سعی کنید دمای قطعه از ۶۰۰ درجه فارنهایت کمتر نشود. موقع ریختن ممکن است با وسایلی قطعه را بچرخانید یا آن که یک نفر دیگر به شما کمک کند و قطعه را بچرخاند. سخت کردن سطحی به شعله استیلن نیاز دارد (شکل ۱۵-۷)، شعله استیلن را تنظیم کنید (طول شعله سه برابر طول لوله انتهائی مشعل باشد). این شعله با ذوب کردن لایه بسیار نازك فولاد با ظاهری شبیه مایع یا شیشه مذاب ، آنرا به دمایی میرساند که بنام دمای " عرق کردن فلز" شهرت دارد. این عرق کردن بوسیله شعله بسیار گرم استیلن قابل دسترسی است و برای سخت کردن سطحی فولاد لازم است .

زاویه مشعل دستی (Torch Angle) - مشعل دستی را در زاویه ۳۰ الی ۶۰ درجه بطرف سطح مورد نظر بگیرید که نوك مخروط داخلی مشعل حدود $^1/_8$ اینچ از سطح فولاد فاصله داشته باشد. این فاصله را حفظ کنید تا آنجائیکه فولاد ناگهان برق بزند. دامنه سطح عرق کردن با نوك جوشکاری متغیر است ، ولی بایک نوع مشعل متوسط ، فولاد در مجاورت شعله حدود $^1/_4$ اینچ عرق میکند. کمی مشعل را عقب بکشید، و الکترود جوشکاری (welding rod) را بین هسته داخلی شعله قرار دهید، نوك الکترود باید کمی از یک طرف با شعله و از طرف دیگر با سطح عرق کرده فولاد تماس مختصری داشته باشند. الکترود ذوب شده تشکیل یک حوضچه مذاب (puddle) روی فولاد میدهد . اگر قطره‌های اولیه کف تشکیل شود یا قل قل کنند و یا اینکه بخوبی پخش نشود، معلوم است که فولاد بسیار سرد است و باید به دمای توصیه شده برسد.



شکل ۱۵-۷ نحوه عرق کردن سطح به کمک مشعل دستی
Fig. 7-15 Sweating work surface with a torch

بعضی فولادها وقتی به گرمای عرق کردن میرسند. کف میکنند. وقتی این اتفاق می‌افتد از ریختن آلیاژ خودداری کنید تا کف ناپدید شود. اگر ریختن آلیاژ با کف کردن همزمان باشد، مشعل دستی را بسمت نقطه کف کرده بگیرید تا برطرف شود. ریختن آلیاژ با وجود کف باعث حباب شده و کار نتیجه خوبی نخواهد داشت . برای پخش کردن مواد روی سطح ، الکترود را از شعله دور کرده و شعله را مستقیما" روی حوضچه مذاب (puddle) بگیرید. الکترود را برگردانید و تا آنجائیکه لازم است ذوب کنید ، حالا شعله را طوری نگهدارید که قسمتی از لبه حوضچه مذاب و قسمتی از سطح فولاد را در برگیرد. همینطور که فولاد به گرمای عرق کردن نزدیک میشود، حوضچه مذاب آلیاژ سخت کننده سطح پخش میشود. بمحض اینکه شروع به پخش شدن نمود دوباره الکترود را به شعله نزدیک کنید که فلز بیشتری ذوب شود. اگر هر نوع گرد وخاك

و یا رسوبی روی فولاد یا در حوضحه مذاب دیده شود، به کمک شعله و یا انتهای الکترود آنرا از روی سطح بردارید.

با کمی تجربه مقدار آلیاژ برای بدست آوردن ضخامت مناسب بدست می‌آید. بهتر است که این کار در یک مرحله صورت گیرد تا اینکه برای اضافه کردن یک لایه دیگر تمام مراحل دوباره تکرار شود. در زمان اجرای کار، شعله را حرکت دهید که یک لایه نازك از سطح فلز ریخته شده ذوب شود، این برای آن است که نقاط مختلف یکنواخت شوند. این کار را قبل از آنکه زوایای تیز حوضچه مذاب سخت شوند انجام دهید. بعد از اضافه نمودن آلیاژ، با استفاده از شعله بقایای سطح را هموار سازید. در این پاس دوم ، دقت کنید که فقط سطح سخت شده را ذوب کنید نه سطح فلز مادر را . این کار از ذوب شدن فلز اصلی و مخلوط شدن آن با سطح سختی که با رسوب آلیاژ تشکیل میشود، جلوگیری میکند.

جلوگیری از ترك خوردگی (Prevent Cracks) - وقتی که رسوب آلیاژ (deposit) به اندازه و ضخامت دلخواه رسید، شعله را به آهستگی دور کنید تا از تشکیل حباب و ترك خوردگی جلوگیری شود. اگر این اتفاق بیفتد، دوباره آلیاژ را ذوب کنید و ذرات رسوب و حباب را از حوضچه مذاب خارج کنید. اگر سوراخهای حباب هنوز باقیمانده باشند، آلیاژ را سنگ بزنید تا به سطح فولاد برسید، با شعله دوباره گرم کنید و فلز اضافی بریزید. مطمئن شوید که هیچگونه سرباره (slag)، لکه (dirt) یا جرم (scale) در رسوب آلیاژ (deposit)وجود ندارد که باعث ایجاد روزنه سوزنی (pinhole) شود.

برای اینکه یک رسوب آلیاژ بدون ترك خوردگی و تنشهای داخلی (internal stress) تشکیل شود باید مواد به آهستگی سرد شوند. قطعاتی مانند گوه و حلقه نشیمن بزرگ شیرهای کشویی که تمایل به ترك خوردگی دارند باید به کوره جوشکاری که هنوز گرم است برگردانده شوند. آنها را به آهستگی به گرمای سرخ (red heat) برسانید و سپس اجازه دهید در کوره سرد شوند. اگر کوره در دسترس نیست ، قطعه را داخل پودر آهک ، خاکستر یا سایر مواد عایق قرار دهید بطوریکه حداقل ضخامت آن ۲ اینچ باشد و تمام قطعه را بپوشاند.

بعضی از آلیاژهای فولاد که برای ساخت قطعات داخلی (trim) شیر استفاده میشوند به عملیات گرمایی نیاز دارند تا مقاومت ضد خوردگی خود را حفظ کنند. وقتی این کار لازم باشد، از دستورات کارخانه سازنده استفاده کنید. فقط یادتان باشد که از جریان آب و هوا هرگز برای سرد کردن استفاده نکنید، چون باعث ایجاد تنش (strain) و ترك خوردگی در سطح سخت شده میشود. اگر سرد کردن ناگهانی (quenching) حتما" لازم شود ، از روغن استفاده کنید. بعد از سرد شدن قطعه، فلز اضافی باید برداشته شود. این عمل بوسیله سنگ زنی یا تراشکاری و با ابزار تنگستن کاربید میسر است .

تله‌های بخار(Traps) - برای بهره‌برداری و راهبری خوب و کم هزینه تله‌های بخار، لازم است درست نصب شوند. بعنوان مثال ، اگر دسترسی به آن مشکل باشد بزودی تله فراموش شده و از یادها خواهد رفت. اما اگر برعکس دسترسی برای سرکشی به تله راحت باشد، بازدید ادواری صورت خواهد گرفت. اگر تله درمعرض دمای پایین است آن را در برابر یخ زدن ، محافظت کنید. با پیش بینی تخلیه آب زمانی (impulse) یا ترموستاتیکی روی لوله ورودی یا تله ، اطمینان حاصل کنید که زمانیکه فشار خط لوله بخار قطع میشود و کندانسیت به دمای پایین میرسد تله کاملا" از آب تخلیه میشود.

محل نصب تله بر عملیات بهره‌برداری اثر میگذارد. هر وقت از نظر جاگیری امکان دارد ، تله را زیر دستگاهها نصب کنید که کندانسیت بواسطه نیروی ثقل جریان یابد. از ایجاد زانوهای U شکل خودداری کنید زیرا باعث گیر کردن بخار (steam-binding) میگردد. لخته‌ای از آب که درست پس از خروج از مصرف کننده به سمت تله بخار میرود در زانوئی و خم (pocket) باقی میماند تا بخاری که از پشت سر می‌آید کندانس شود و آنرا به داخل تله براند. هر گاه لازم باشد تله بالای دستگاه نصب شود، یک شیر یکطرفه یا یک زانوی U شکل و یا یک آب هوابند (water seal) در لوله خروجی نصب کنید. شیر یکطرفه از جریان

معکوس (back flow) جلوگیری کرده و از ورود هوا زمانیکه دستگاه خاموش است ممانعت میکند. آب هوا بند ، گرچه مثل یک مانع است ، ولی بعنوان یک چاهک (sump) عمل کرده و کندانسیت را در خود جمع میکند و آنرا بصورت لخته‌ای (slug) وارد تله میکند. بدون این آب هوابند امکان دارد قسمت پایین کویل پر از کندانسیت شود. اگر چند تله بخار با لوله‌های مستقل خروجی به یک کلکتور عمومی کندانسیت وصل شده باشند، وجود یک شیر یکطرفه در خروجی هر یک از آنها از جریان معکوس به تله بخار دستگاهی که خاموش است (idle) جلوگیری میکند. حتی وقتیکه کندانسیت قائم بطرف تله جریان دارد، جریان سریع آن خط را خفه (choke) میکند و از حرکت بخار تله شده جلوگیری میکند. برای اینکه بخار حرکت کند و یا قبل از ورود آب کندانس شود به زمان نیاز است . گرچه زانوهای مزاحم در خطوط بخار فقط عمل جدا کردن کندانسیت در تله بخار را به تاخیر می‌اندازد، مشکل اساسی در خطوط کندانسیت این است که هوا ایجاد میشود مگر اینکه تله بخار دستگاهی که تخلیه میشود هواکش داشته باشد . این خط فقط در صورتی کاربرد دارد که تله زیر دستگاه نصب شده باشد.

اگر جرم (scale) و رسوب (sediment) وارد تله بخار بشود مانع بسته شدن کامل نشیمن آن شده و جریان دائمی (blow-through) اتفاق می‌افتد. تمیز کردن لوله قبل از نصب کافی نیست زیرا تغییرات دما و جریان باعث کنده شدن سایر ذرات (particles) لوله مسیر کندانسیت میشود. یک صافی قبل از تله نصب کنید و اگر این کار امکانپذیر نیست با استفاده از تکه لوله یک لوله قائم جداکننده مواد زائد (dirt leg) قبل از تله بسازید که مثل یک پاکت جاذب (catch pocket) عمل کند (شکل ۱۶-۷). اتصالات منظم و یکدست (uniform) اجزای لوله‌کشی در باز کردن تله‌هابرای تعمیر و بازدید کمک میکند. نصب یک شیر آزمایش (test valve) و سه راه در خروجی هر تله اجازه چک کردن عمل کرد آنرا میدهد. از لوله کنارگذر (bypass) برای تله بخار میتوان برای تخلیه کندانس در زمان تعمیر تله استفاده کرد. خیلی از تله‌ها، قطعات گوناگون مانند سوپاپ ، سطلک (bucket) ، شناور(float) ، قطعه آکوردئونی (bellows) ، و در صورت نیاز اهرمهای داخلی دارند که بین سوپاپ و ابزار عمل کننده قرار میگیرند. نگهداری تله‌ها شامل موارد زیر است :

تمیز کردن تله و خارج کردن اجسام خارجی از آن که سبب عمل نکردن شیر و اهرم‌بندی میگردند، بازسازی نشیمنگاه سوپاپ در صورت نیاز ، بازسازی حرکت اهرمها و نوسازی واشرهای بدنه . روانسازی قطعات داخلی که در محیط خیس هستند و خیلی زود فرسوده میشوند مشکل است ، اگر فرسودگی و کند حرکت کردن ادامه داشته باشد به مرحله‌ای میرسد که دیگر سوپاپ در نشیمنگاه خود نمی‌نشیند.

فرسودگی بعضی از شیرها بتدریج باعث گشادی نشیمنگاه سوپاپ و ازدیاد سطح آن میشود بطوریکه دیسک روی آن نمی‌نشیند و متوقف میشود چون اختلاف فشار دو طرف سوپاپ را به هم میزند. این سطح اگر خیلی زیاد شود نیروی ابزار عمل کننده (operator) برای بلند کردن شیر را کاهش میدهد. در اینصورت نشیمن سوپاپ باید بازسازی (refacing) بشود تا سطح اصلی خود را باز یابد. هر گاه تله عمل نمیکند و علت آن روشن نیست ، آنرا بوسیله شیر تست و با باز کردن لوله خروجی از تله آزمایش نمایید. خروج بخار زنده (live steam) نشانگر نشت سوپاپ تله است که ممکن است بواسطه از دست رفتن آببندی اولیه نشیمن باشد. ناتوانی تله بخار برای خارج کردن کندانسیت ممکن است بعلت نشت شیر کنار گذر، گرفتگی لوله ورودی به تله با رسوب و جرم گرفتگی ، کوچک بودن خط برگشت ، یا خروجی مسدود شده باشد. شکل ۱۷-۷ چند مورد را که در نگهداری تله بخار پیش می‌آید نشان میدهد.

نشت سوپاپ مشکل عمده تله را نشان میدهد. گشاد شدن نشیمنگاه تنها علت آن نیست بلکه ذرات خارجی هم ممکن است از بسته شدن آن جلوگیری کنند. مشکلات دیگر عبارتند از زنگ زدن و گیر کردن مکانیزم آن ، گیر کردن حرکت اهرمها(linkage) ، نشت واشر و اتصالات ، نشت شناور و کج شدن میله آن . فرسودگی میله اهرم و خار آن (pins) در یک تله را کار دائم (continuons) باعث میشود که تله بصورت

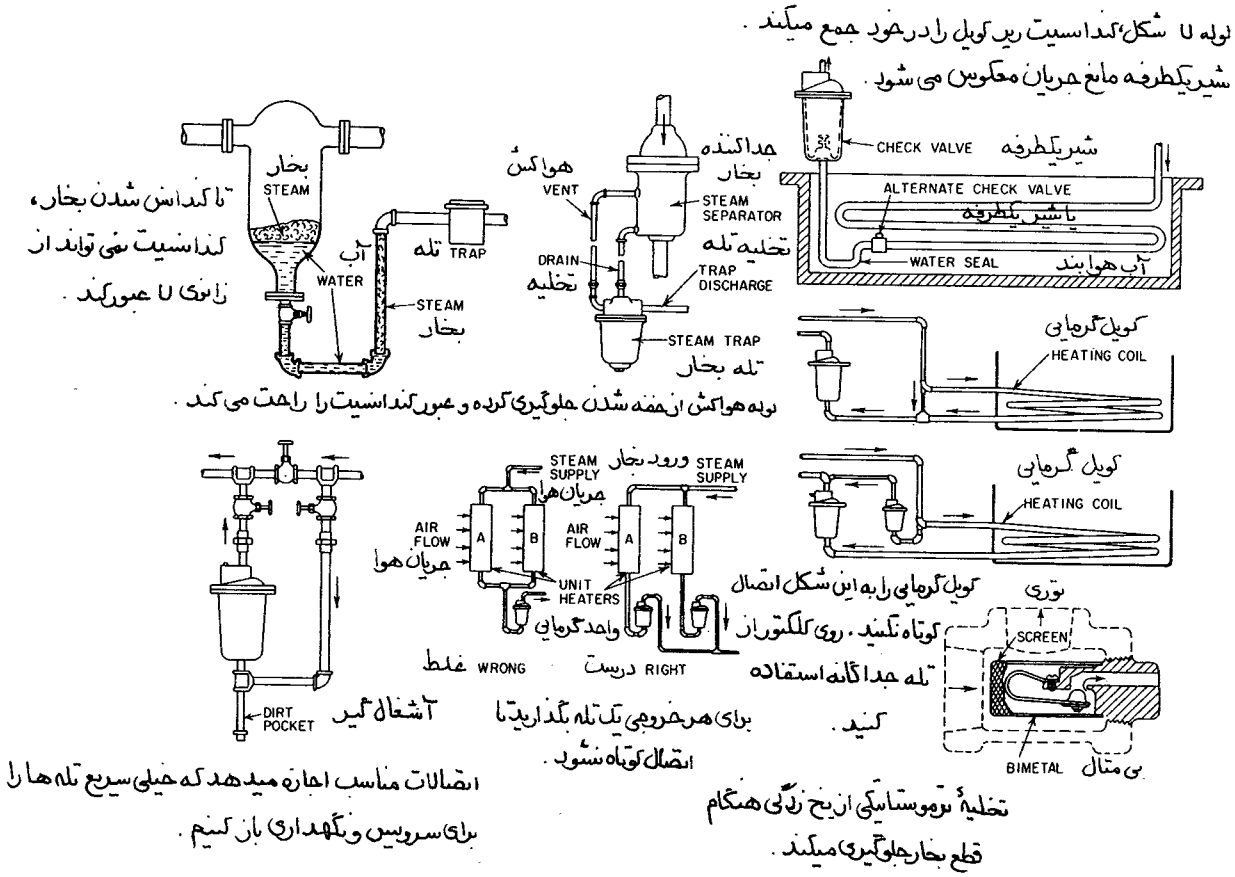
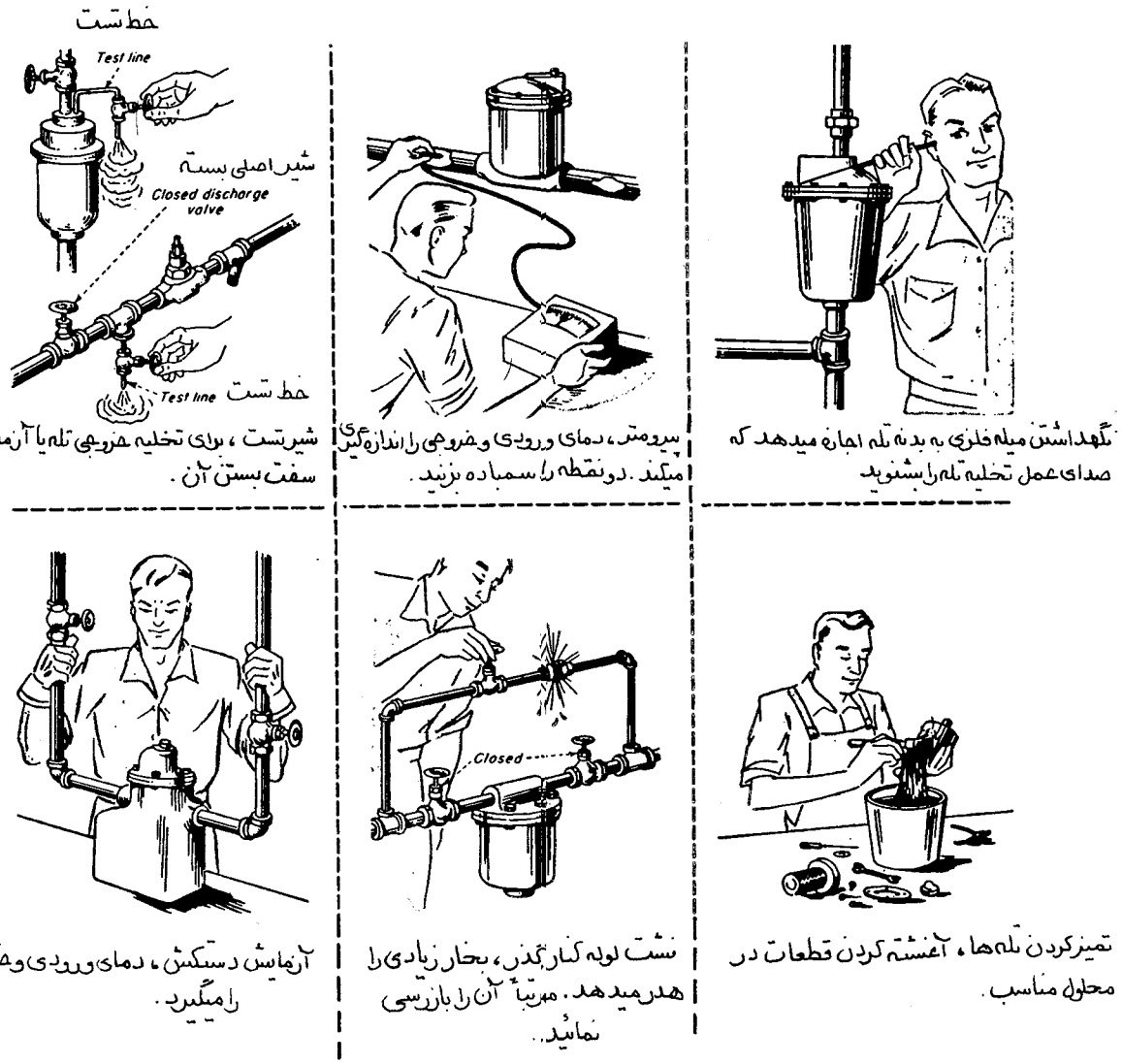


Fig. 7-16 Pointers for trap installation. شکل ۱۶-۷ توصیه‌هایی برای نصب تله بخار

مقطعی کار کند. برای اکثر این اشکالات ، در صورت مشخص شدن نوع آن ، تعمیر مکانیکی کفایت میکند. هر گاه سوپاپ درست نمی‌نشیند ولی بنظر میرسد درست کار میکند اهرم بندی و طول ساقه را چک کنید. سنگ زنی مکرر ممکن است ساقه را کوتاه کرده باشد. طول ساقه را در دمای نامی کار تنظیم کنید.

راههای فراوانی برای آزمایش تله وجود دارد. اختلاف دمای ناچیز لوله ورودی و خروجی تله نشانگر این است که تله خوب کار میکند ، اگر هیچ اختلافی نباشد یعنی تله نشت میکند و اختلاف زیاد نشانگر رد نشدن کندانسیت است . تله‌های مقطعی (intermittent) در هر بار باز شدن یک صدای تیک دارد. صدای کار تله‌های با کار دائم را میتوان بوسیله میله یا "Stethoscope" گوش داد. هر گاه تنها دلایل ظاهری لوله خروجی دلیل کافی نباشد، راندن کندانسیت به یک مخزن پر از آب آزمایش مثبتی میتواند باشد. آب مخزن را وزن کنید و دمای آن را یادداشت کنید بعد از وارد شدن خروجی تله به آن آب را دوباره وزن کرده و دمای آن را بنویسید. گرمای داده شده از خروجی تله برای رسیدن آب مخزن به دمای نهایی مساوی گرمای گرفته شده آب است که به همان دما رسیده است . نمودار شکل ۱۸-۷ محاسبات را آسان میسازد و دیگر نیاز به جدولهای بخار نیست . جدول ۲-۷ اطلاعات ردیابی اشکالات تله را میدهد.



نگهداشتن میله فلزی به بدنه تله اجازه میدهد که صدای عمل تخلیه تله را بشنوید

پیرومتر، دمای ورودی و خروجی را اندازه گیری میکند. دو نقطه را سمباده بزنید.

شیر تست، برای تخلیه خروجی تله یا آزمایش سفت بستن آن.

تمیز کردن تله‌ها، آغشته کردن قطعات در محلول مناسب.

نشت لوله کنار گذر، بخار زیادی را هدر میدهد. مرتباً آن را بازرسی نمائید.

آزمایش دستکش، دمای ورودی و خروجی را میگیرد.

شکل ۱۷-۷ آزمایش نگهداری تله‌ها .Fig. 7-17 Trap maintenance tests

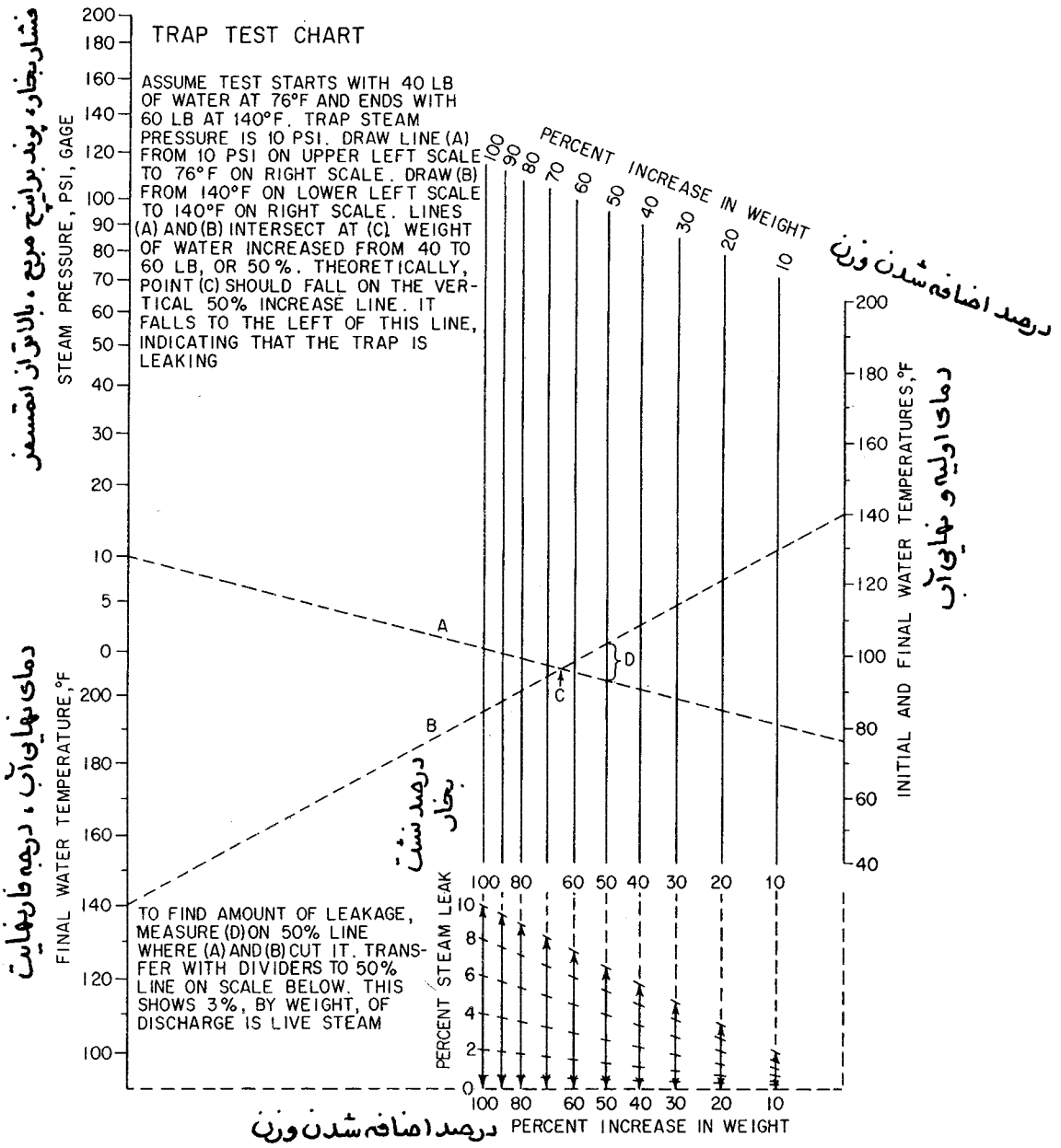


Fig. 7-18 Trap test chart. شکل ۱۸-۷ نمودار آزمایش تله بخار

نمودار آزمایش تله بخار

فرض کنید که آزمایش با ۴۰ پوند آب ۷۶ درجه فارنهایت شروع و به ۶۰ پوند آب ۱۴۰ درجه فارنهایت خاتمه می‌یابد. فشار بخار تله ۱۰ پوند بر اینچ مربع است . یک خط (A) از نقطه ۱۰ پوند روی محور بالا سمت چپ به نقطه ۷۶ درجه فارنهایت روی محور سمت راست بکشید. یک خط دیگر (B) از ۱۴۰ درجه فارنهایت روی محور پایین سمت چپ به نقطه ۱۴۰ درجه فارنهایت روی محور سمت راست بکشید. این دو خط در نقطه (c) تلاقی میکنند. وزن آب از ۴۰ پوند به ۶۰ پوند یعنی ۵۰ درصد افزایش داشته است . از نظر تئوری نقطه(c) باید روی خط قائم ۵۰ درصد قرار گیرد ولی اگر در سمت چپ خط قرار میگیرد نشانگر نشت کردن تله است.

برای یافتن مقدار نشت ، اندازه (D) را روی خط ۵۰ درصد آنجائی که خطوط (B) و(A) آنرا قطع میکنند بگیرید. این اندازه را روی خط ۵۰ درصد محور پایین منتقل کنید. این مقیاس نشان میدهد که ۳ درصد وزن خروجی تله بخار زنده است .

جدول ۲-۷ نمودار رفع عیب تله بخار

اشکال	علت و روش رفع آن
تله تخلیه نمیکند	۱- فشار بخار زیاد است . کنترل فشار کار نمیکند، فشارسنج دیگ بخار کم نشان میدهد. فشار بخار بدون تنظیم تله‌زیاد شده‌است. در مورد علت آخری با سازنده مشورت کنید. او میتواند قطعات دیگری برای فشار کار بالا بدهد یا بگوید تله را چطور تنظیم کنید. ۲- صافی ، شیر یا فیتینگ قبل از تله گرفتگی پیدا کرده ، تمیز کنید. ۳- قطعات داخلی تله رسوب یا جرم گرفته - تله را باز و تمیز کنید. صافی در ورودی آن را نصب کنید. ۴- شیر خط کنارگذر باز است یا نشت میکند، ببندید یا تعمیر کنید. ۵- قطعات داخلی تله آسیب دیده یا شکسته شده تله را باز و تعمیر کنید.
تله نمی‌بندد	۱- تله برای بار کندانسیت کوچک است . مقدار کندانسیت را حساب کرده و تله با اندازه درست بگذارید. ۲- مکانیزم بستن سوپاپ ایراد دارد، تعمیر کنید. ۳- مقدار کندانسیت زیاد است : (الف) کف کردن دیگ ، نشت کویلهای بخار و امثال آن ، یا (ب) بار زیاد کندانسیت صنعتی ، علت ازدیاد حجم کندانسیت را یافته و برطرف کنید یا تله بزرگتر نصب کنید. تذکر: تله‌های نوع با کاردائم (continuous) این علائم را نشان نمیدهند، بجای آن خط کندانسیت تله پرشده و آب عقب میزند.
بخار از تله رد میشود	۱- شیر کنارگذر باز است یا نشت دارد، آنرا ببندید یا تعمیر کنید. ۲- تله خالی مانده‌است ، ممکن است فشار بخار ناگهانی یا مقطعی کم شده باشد. ۳- جرم و کثافت در تله است ، باز وتمیز کنید. ۴- تله از نوع (inverted bucket trap) خیلی بزرگ است

ادامه جدول ۲-۷ نمودار رفع عیب تله بخار

اشکال	علت و روش رفع آن
ظرفیت تله بخار ناگهان کاهش می‌یابد	آببندی را از دست میدهد، از اوریفیس کوچکتر استفاده کنید یا تله را عوض نمایید. ۱- فشاربخار ورودی کم است ، فشار را تا حد میزان نامی تله بالا ببرید، از تله بزرگتر استفاده کنید. قطعات متعلق به فشار را عوض یا تنظیم کنید. ۲- فشاربرگشت (back pressure) زیاد است، خط برگشت ممکن است گرفته باشد. تله، بخار را به خط برگشت میفرستد، شیر کنارگذر را بازکنید یا هواکش خط برگشت را درپوش بزنید.
کندانسیت از سیستم تخلیه نمیشود	۳- فشاربرگشت کم است ، آن را بالا ببرید. ۱- در سیستم هوا جمع شده است، هواکش (ونت) مناسب نصب کنید یا از تله با ظرفیت بالاتر تخلیه هوا استفاده کنید. ۲- فشار بخار کم است ، فشار بخار را باندازه مناسب بالا ببرید. ۳- مسیر کندانسیت اتصال کوتاه (short-circuit) شده است ، برای هر دستگاه تله جداگانه بگذارید.
گرمای بخار کافی نیست	۱- قسمت (element) ترموستاتیکی تله بخار رادیاتور معیوب است ، بازکنید و تست نمائید، قطعات آسیب دیده را تعمیر کنید. ۲- دیگ ازآب پرشده، سطح‌آب را دردیگ کاهش دهید. اگردیگ کف کرده، شعله‌را چک کنید و ضمن تخلیه‌کردن (blowdown) دیگ درفاصله هرپانزده دقیقه‌یک بارآب تازه واردآن کنید. ۳- نشیمنگاه سوپاپ تله خراش برداشته یا حالت گردی خود را از دست داده، آنرا سنگ زنی کنید یا بدنه تله را عوض کنید. ۴- پمپ خلاء دائم کار میکند، ممکن است رادیاتور ترك برداشته ، خط برگشت اصلی جدا شده، فیتینگ ترك خورده، اتصال مهره ماسوره‌ای شل شده‌است یا واشر شافت پمپ نشتی دارد. ۵- ضربه قوچ در سیستم زیاد شده ، اندازه تله‌های تخلیه (drip-trap) را چک کنید. اگر

ادامه جدول ۲-۷ نمودار رفع عیب تله بخار

اشکال	علت و روش رفع آن
تله در زمستان یخ میزند	تله کوچک باشد نمیتواند تمام حجم کندانسیت را در زمان گرم شدن اولیه (warm-up) رد کند، در نتیجه ضربه قوچ اتفاق می‌افتد، تله بزرگتر بگذارید اگر خطوط تخلیه (drip) تمیز و بدون جرم هستند. اندازه‌تله‌رابرای حالت گرم‌کردن اولیه بگذارید نه‌برای حالت عادی که‌همه چیزگرم‌شده. ۶- سیستم تخلیه میشود(run down)، تاسیسات بخار قدیمی بعضی مواقع مشکل ساز میشوند برای اینکه اکثر قطعات تله‌ها معیوب میشوند. بهترین روش تعمیر و تعویض قطعات ترموستاتیکی تمام رادیاتورهااست. این روش ارزانی است .
جریان معکوس (back flow) در خط برگشت	۱- خط خروجی که در واقع آب در آن جریان دارد افقی و طولانی است ، خط تخلیه را کوتاه کنید و به سمت مخالف تله شیب دهید. ۲- تله ولوله‌ها عایق نشده‌اند، تله‌ای که در بیرون ساختمان است و لوله‌کشی مربوطه را عایق کنید. ۱- تله زیرخط برگشت قرار دارد فیتینگ مناسب ندارد، ازشیریکطرفه یاآب گازبند (water seal) یاهر دو استفاده کنید، بستگی به آن دارد که سازنده چه توصیه‌ای بکند. ۲- تله بخار پرفشار کندانسیت را به خط برگشت کم فشار تخلیه میکند و ممکن است فلاشینگ (flashing) باعث ایجاد جریان معکوس بشود. لوله‌کشی را عوض کنید که فشار از میزان نامی تله بیشتر نشود. ۳- سرراه ورود کندانسیت ازخط اصلی بخاربه‌تله ترموستاتیکی که کندانسیت آن را تخلیه (drip) میکند لوله قائم خنک کننده (cooling leg) نصب نشده، ممکن است کندانسیت خیلی داغ باشد و از باز شدن تله ممانعت کند. در اینمورد از لوله قائم خنک کننده قائم به طول ۴ تا ۶ فوت جلوی تله ترموستاتیکی استفاده کنید. در این لوله خنک کن صافی بگذارید که ذرات جامد وارد تله نشوند.

تکیه‌گاه لوله‌ها - قسمتهای مختلف یک سیستم لوله‌کشی ایده‌آل باید شبیه قطعات الوار روی یک استخر آرام شناور باشد. یعنی اینکه هر قسمت آن تکیه‌گاه خود را دارد (self-supporting) و فشاری به دیگر قسمتها وارد نمیکند. هر جزء سیستم موقعیت و وضعیت نسبی خود را نسبت به اجزای دیگر علیرغم انبساط و انقباض حرارتی حفظ میکند. در لوله‌کشی واقعی برای نزدیک شدن به این سیستم تئوریک ایده‌آل با انتخاب ماهرانه نقاطی برای نصب مهار (anchor) این نقاط را ثابت میکنند و اجازه میدهد تا بقیه قسمتهای لوله‌کشی با استفاده از قطعات انبساط (expansion joint) ، تکیه‌گاهها و هادیها (guides) حرکت آزادانه انجام دهد. پرسنل نگهداری ، هر چند لازم نیست در محاسبات و طراحی لوله‌کشی متخصص باشد، لازم است که خود را با وظیفه هر بخش از سیستم که تحت نظر دارد آشنا کرده و مطمئن شود که آیا آن قطعه وظیفه محوله را بخوبی انجام میدهد یا خیر .

در آغاز سیستم را درحالت سرد و یا یک دمای ثابت در نظر بگیرید. مهارها (anchors) سیستم لوله‌کشی را بی‌خطر به استراکچر سنگین فلزی یا هر شالوده (footing) مطمئن دیگر قفل کرده باشند . بین هر دو تا مهار باید یک قطعه انبساط یا زانوی انبساط باشد که حرکت ناشی از تغییر دما را جذب کند. فاصله تکیه‌گاههای ساده (supports) باید به اندازه‌ای باشد که از شکم دادن غیر قابل قبول لوله در فاصله دو تکیه‌گاه جلوگیری کند. تمام خطوط بخار و هوا باید برای تخلیه کندانسیت شیب داشته باشند و مواظب باشید که فرورفتگی و شکم دادن لوله باعث نشود که نقطه وسط دهانه زیر تکیه‌گاه قرار گیرد زیرا در اینصورت کندانسیت در این نقاط جمع میشود و ضربه قوچ مشکلات دیگری پدید می‌آورد.

تمام آویزها و سایر تکیه‌گاهها را بازدید کنید که هر کدام از آنها سهم خود را از بار تحمل کنند. چک کنید که لوله‌ها بدرستی روی غلطک (rollers) و سایر هادیها(guides) قرار گرفته و حرکت میکنند. مراقبت کنید که تکیه‌گاهها و اجزای آنها برای گرفتن بار باندازه کافی قوی و محکم هستند و وزن را تحمل میکنند و در عین حال اجازه حرکت آزاد لوله را به سمت نقطه انبساط میدهند. برای جلوگیری از بروز اشکال ، شرایط گفته شده باید در هر دو حالت سرد و گرم برقرار باشد. بدین ترتیب مشکلترین کار یک طراح و نیز یک نگهدارنده آن است که سیستمی را یکباره تنظیم کند که به دو حالت حداقل و حداکثر دما پاسخگو باشد. برای اینکار لازم است مسئول نگهداری با اصول انبساط حرارتی آشنا باشد که در زیر به نکات اصلی آن اشاره میشود:

وقتی یک قطعه فولاد که از هر دو سر آزاد است بطور یکنواخت حرارت داده شود، هیچ نیرویی چه داخلی یا خارجی بوجود نمی‌آید. قطعه فولاد در تمام جهات بطور آهسته و متناسب با دماانبساط می‌یابد. بنا بر این اگر یک سیستم لوله‌کشی بطور کامل آزاد باشد جز آنکه وزن آن سوار تکیه‌گاههای " شناور " است ، گرم کردن به دمای بالاتر هیچ نیرویی ایجاد نمیکند و همچنین تغییراتی در تقارن سیستم بوجود نمی‌آید. تمام ابعاد باندازه کمی ازدیاد طول می‌یابند، درست مثل اینکه از سیستم اصلی عکس بزرگ شده گرفته باشیم . ضریب انبساط فولاد و آهن در هر رده‌ء آن حدود ۰/۰۰۰۰۰۷ در درجه فارنهایت است . این بدان معنی است که انبساط ۷ قسمت در میلیون در درجه فارنهایت است . بعنوان مثال اگر دمای فولادی ۴۰۰ درجه فارنهایت بالا رود طول آن باندازه ۴۰۰x۷=۲۸۰۰ قسمت در میلیون یا حدود ۰/۲۸ اینچ در ۱۰۰ اینچ اضافه میشود. ضریب انبساط در عمل کمی متفاوت است و چنانچه نیاز به اندازه دقیق باشد باید از جدول ۳-۷ استفاده شود.

جدول ۳-۷ انبساط حرارتی لوله‌های بخار

لوله مسی	لوله نرم آهن	لوله فولادی	لوله چدنی	دمادرجه‌فارنهایت
۰	۰	۰	۰	-۲۰
۰/۲۰۴	۰/۱۵۲	۰/۱۴۵	۰/۱۲۷	۰
۱/۳۳۸	۰/۹۳۹	۰/۸۹۸	۰/۷۸۷	۱۰۰
۲/۵۰۰	۱/۷۷۸	۱/۶۹۱	۱/۴۹۵	۲۰۰
۳/۶۶۵	۲/۶۳۰	۲/۵۱۹	۲/۲۳۳	۳۰۰
۴/۸۷۰	۳/۵۲۱	۳/۳۷۵	۳/۰۰۸	۴۰۰
۶/۱۱۰	۴/۴۷۷	۴/۲۹۶	۳/۸۴۷	۵۰۰
۷/۳۸۸	۵/۴۵۵	۵/۲۴۷	۴/۷۲۵	۶۰۰
۸/۶۷۶	۶/۴۸۱	۶/۲۳۹	۵/۶۲۹	۷۰۰
۹/۹۹۲	۷/۵۰۸	۷/۲۵۰	۶/۵۸۷	۸۰۰
۱۱/۳۶۰	۸/۶۳۹	۸/۳۱۳	۷/۵۷۹	۹۰۰
۱۲/۷۴۱	۹/۷۷۶	۹/۴۳۱	۸/۶۱۷	۱۰۰۰

با قطعات انبساط از نوع آکوردئونی (corrugated) یا لغزنده خوب روغنکاری شده ، نیرویی که توسط مهارها (anchors) باید تحمل شود بسیار زیاد است . اما این نیرو در زانوهای انبساط که معمولا" در سیستمهای فشارقوی استفاده میشود خیلی بیشتر است . محاسبات ریاضی این زانوها وظیفه طراح است ، ولی پرسنل نگهداری میتوانند از طراح یاد بگیرند که چه نیرویی به ازاء هر اینچ فشردگی لوله به زانو وارد میشود وقتی که لوله شروع به انبساط میکند.

انبساط - وقتی لوله گرم میشود، بطور مستقیم و به مقدار متناسب با دما و فاصله از مهار شروع به حرکت میکند.

حتی در یک سیستم لوله‌کشی که استادانه طراحی و نصب شده مشکلات زیادی میتواند بوجود آید. اگر یک خط طولانی لوله بدون قطعه انبساط منتهی به یک لوله قائم (riser) شود، نیروی انبساط لوله قائم را از شاقول خارج میکند مگر اینکه انتهای بالایی لوله نیز طوری مهار شده باشد که بتواند به همان سمت حرکت کند. اگر وزن لوله قائم در حالت سرد بین چند آویز بطور مساوی تقسیم شده باشد، گرم کردن لوله باعث انبساط آن و غیر باردار کردن آویزهای بالایی میشود و تمام بار را به آویز پایین منتقل مینماید. مشکلات مشابه بسیاری مشاهده میشود که با استفاده از تجربه و تمرین و رعایت نکات مکانیکی میتوان آنها را برطرف کرد.

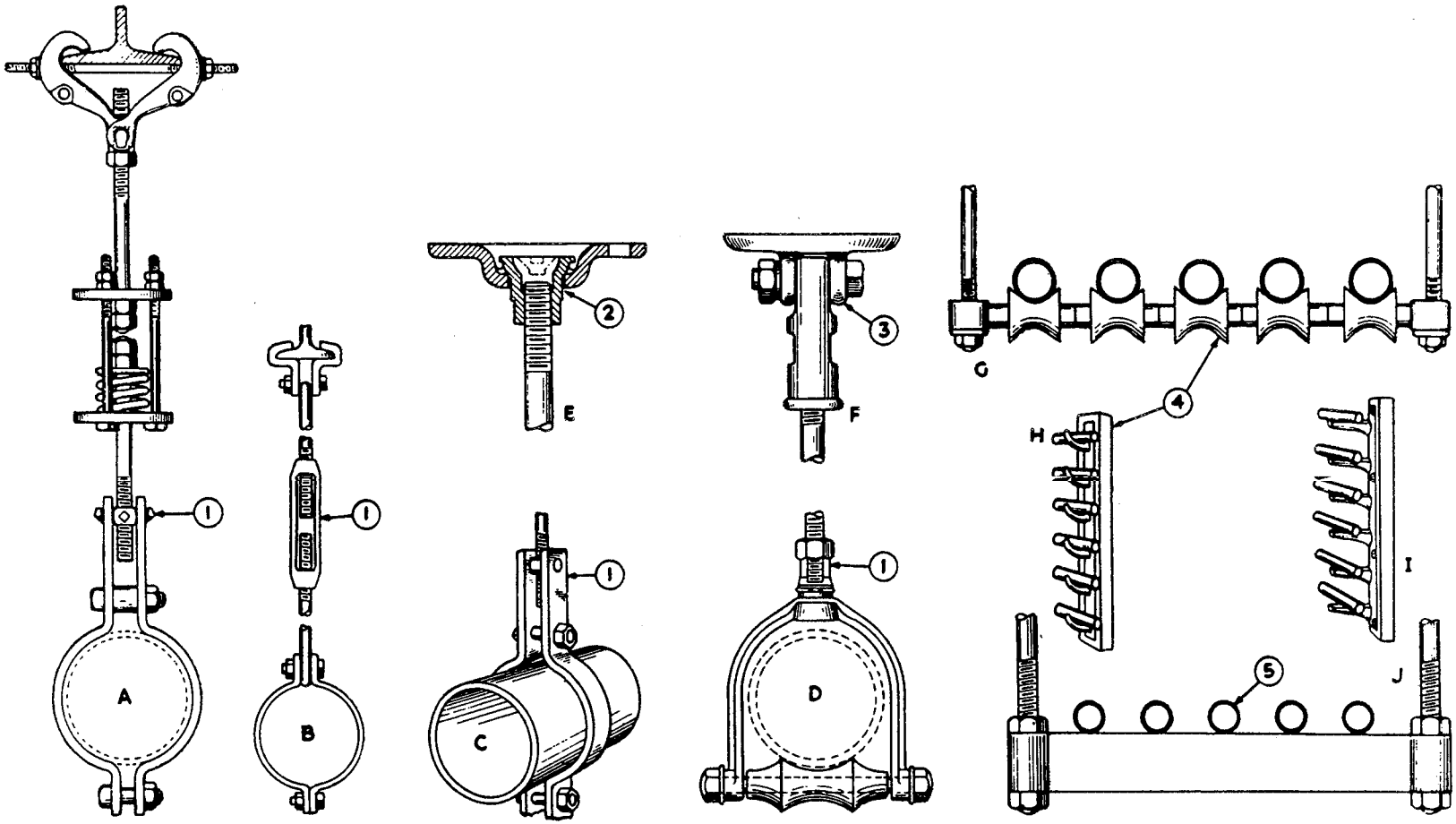
رعایت چند نکته زیر در عمل مفید است :

تکیه‌گاه لوله افقی که از مهار خیلی فاصله دارد (شکل ۱۹-۷) باید اجازه دهد لوله به راحتی در جهت انبساط حرکت لغزشی یا غلطکی و یا چرخشی انجام دهد. اگر تغییرات دما باعث بلند شدن و افتادن لوله (چه افقی چه عمودی) گردد، این قسمت از لوله‌کشی باید بوسیله تکیه‌گاههای فنری حفاظت شود. برای حرکت زیاد در جهت قائم فنرها باید " نرم " باشند. این فنرها اجازه حرکت بالا و پایین را، با تغییرات ناچیز در سطح تکیه‌گاه ، به لوله میدهد.

نگهداری یک سیستم لوله‌کشی معمولا" با چند عامل مشکل ساز مانند نشت ، ضربه قوچ ، حرکت آونگی و ارتعاش و مقابله با آنها آغاز میشود. نشتی ممکن است به علت طراحی و ساخت غیر اصولی اتصال، نیروهای انبساط و یا تکیه‌گاه ناکافی بوجود آید. لوله‌ها باید قبل و بعد از شیرهای بزرگ تکیه‌گاه داشته باشند. چنانچه اتصالات درست اجرا شده‌اند ولی نشتی برطرف نمیشود، نقاط ثابت ، تکیه‌گاهها و قطعات انبساط

مجاور را چک کنید که نشتی از این نیروهای خارجی نباشد. از دیگر دلایل نشت لوله، حرکت آونگی لوله و ضربه قوچ است . ضربه قوچ ممکن است بعلت پمپهای پیستونی و یا بسته شدن سریع شیرها باشد. یک دلیل دیگر که در اثر ضعف نگهداری پدید می‌آید، تخلیه نکردن کندانسیت در نقاط پایین لوله‌کشی و پشت شیرهای کف فلزی و امثال آن است . چک کنید که نقاط پایین لوله‌کشی بالا آورده شود و دیگر نقاطی که آب جمع میشود تخلیه شده باشند. شکم دادگی لوله به راحتی با تنظیم آویزها برطرف میشود.

بعد از برطرف کردن این عیوب قابل رویت، نوبت نگهداری پیشگیری‌است (preventive maintenance) که در واقع بازدید ادواری است . در این بازدیدها مطمئن شوید که مهارها محکم هستند و هیچ علائم شکستگی و لغزش ندارند. مطمئن شوید که دیوارهای حمال این مهارها ترك خوردگی نداشته باشند، اطمینان حاصل کنید که قطعات انبساط نشتی و یا گیر ندارند، تکیه‌گاهها با لوله‌ها در یک خط میباشد و عمل لغزندگی بدرستی انجام شود. مطمئن شوید که تکیه‌گاههای غلطکی (rolls) بدرستی میچرخند و سهم خود را از بار درحالت سرد یا گرم میگیرند، و در آخر اینکه پیچها و بستهای قورباغه‌ای (turnbuckles) و سایر اجزای تحت فشار هیچ علائم گسیختگی ندارند.



شکل ۱۹-۷ نمونه‌هایی از تکیه‌گاه لوله: آویزها A،B،C،D معمولا" تنظیم قائم را اجازه میدهند (۱) برای حفظ میزان بودن لوله‌ها و تقسیم یکنواخت بار به تمام تکیه‌گاهها. آویز پاشنه‌ای (E،F) ممکن است حرکت تمام و کامل را اجازه دهد. (۲) یا ممکن است حرکت یکطرفه را اجازه دهد مثل آنچه در (۳) نشان داده شده . چند تکیه‌گاه (G،H،I،J) برای چند لوله کوچک ممکن است برای حرکت افقی شیار دار ساخته شود (۴) یا ممکن است سطح مسطح داشته باشد (۵) که بمقدار کمی حرکت به سمت اطراف را اجازه میدهد.

عایق لوله‌ها - عایق لوله‌ها باید همیشه در وضعیت خوبی باشد زیرا هزینه بازدید ادواری و تعمیرات آنها با صرفه‌جویی که در مصرف سوخت میشود مستهلک میگردد. نکات زیر در خصوص نگهداری عایق لوله‌ها و شیرها و فیتینگها خصوصا" در مورد سیال آب گرم و بخار میباشد:

یک عایقکاری خوب و فنی دارای مشخصات زیر است : (۱) انتخاب جنس عایق با راندمان بالا و ضخامت عایق با توجیه اقتصادی ، (۲) انتخاب مصالح عایق که در حمل و نقل آسیب نبیند (۳)لایه داخلی عایق بتواند دمای لوله را تحمل کند. (۴) عایق به لوله محکم بسته شده باشد (۵) اتصال قطعات عایق بخوبی و بدون درز باشد و در صورتیکه دو لایه است بخوبی پخش شود و همه سطوح را بپوشاند (۶) عایق بخوبی روکش و درصورت لزوم رنگ شود (۷) درتاسیسات خارج از ساختمان یا زیرزمین پوشش عایق ضدآب باشد.

جنس عایق - موادی که اغلب برای عایق لوله‌کشی استفاده میشود شامل سیلیکات کلسیم ، ورقه‌های رویهم قرار گرفته آزبستی و شکلهای مختلف پشم معدنی (قالبی و نمدی) شامل پشم شیشه و یا سایر مواد مشابه میباشد، پوشش کلسیم بصورت قالبی یا بلوك است . از عایق کلسیم و آزبست میتوان تا ۶۰۰ درجه فارنهایت استفاده نمود. عایق پشم معدنی تا دمای ۱۰۰۰ درجه فارنهایت را تحمل میکنند.

برای لوله‌هایی که دمای آنها بالای حد تحمل کلسیم و آزبست است از پوشش دولایه استفاده میکنند. برای حفاظت آن در برابر دمای بالا لایه بیرونی را از جنس کلسیم یا آزبست ، میگیرند و لایه داخلی را از ترکیب سیلیس دیاتومی کلسیمی و یا از الیاف آزبست و مواد سیمانی استفاده میکنند. این پوشش عایق دمای بالای ۱۰۰۰ درجه فارنهایت را تحمل میکند. عایق از جنس مواد معدنی و آزبست ورقه‌ای هر دو برای نقاطی که ارتعاش و شوك دارند توصیه میشود. جدول ۴-۷ ضخامت متداول عایق آزبست ورقه‌ای و پوشش کلسیم را برای شرایط مختلف میدهد. توجه کنید که ضخامت عایق با قطر لوله و دما افزایش می‌یابد.

جدول ۴-۷ ضخامت عایق لوله‌ها
TABLE 7-4 RECOMMENDED THICKNESSES OF PIPE COVERING

(Plus inner layer of HT for high temperature) باضافه لایه داخلی برای دمای بالا

Pipe size, in. اندازه لوله اینچ	Temperature of hot surface, °F دمای سطح داغ، درجه فارنهایت															
	170	270	370	470	570	670		770		870		970		1070	
	Temperature difference, °F اختلاف دما، درجه فارنهایت															
	100	200	300	400	500	600		700		800		900		1000	
	Calcium کلسیم					HT	Cal	HT	Cal	HT	Cal	HT	Cal	HT	Cal
1	S	S	1½	2	2	2	...	2	...	2	...	2½	...	2½	
2	S	S	1½	2	2	1½	1½	1½	2	2	2	2½	2	2½	2½
3	S	S	1½	2	2	1½	1½	1½	2	2	2	2½	2	2½	2½
4	S	S	1½	2	2	1½	1½	1½	2	2	2	2½	2	2½	2½
5	S	S	2	DS	DS	1½	2	1½	2	2	2	2½	2	2½	2½
6	S	S	2	DS	DS	1½	2	1½	2	2	2	2½	2	2½	2½
8	S	S	2	DS	DS	1½	2	2	2	2	2½	2½	2½	3	2
10	S	S	2	DS	DS	1½	2	2	2	2	2½	2½	2½	3	2
12	S	S	2	DS	DS	1½	2	2	2	2	2½	2½	2½	3	2
14	S	S	2	DS	DS	1½	2	2	2	2	2½	2½	2½	3	2
16	S	S	2	DS	DS	1½	2	2	2	2	2½	2½	2½	3	2
18	S	S	2	DS	DS	1½	2	2	2	2	2½	2½	2½	3	2
20	S	S	2	DS	DS	1½	2	2	2	2	2½	2½	2½	3	2
Flat.....	1½	1½	2	2½	3	1½	2	2	2	2	2½	2½	2½	3	2

NOTE: HT = high-temperature covering, S = standard thick, DS = double standard.

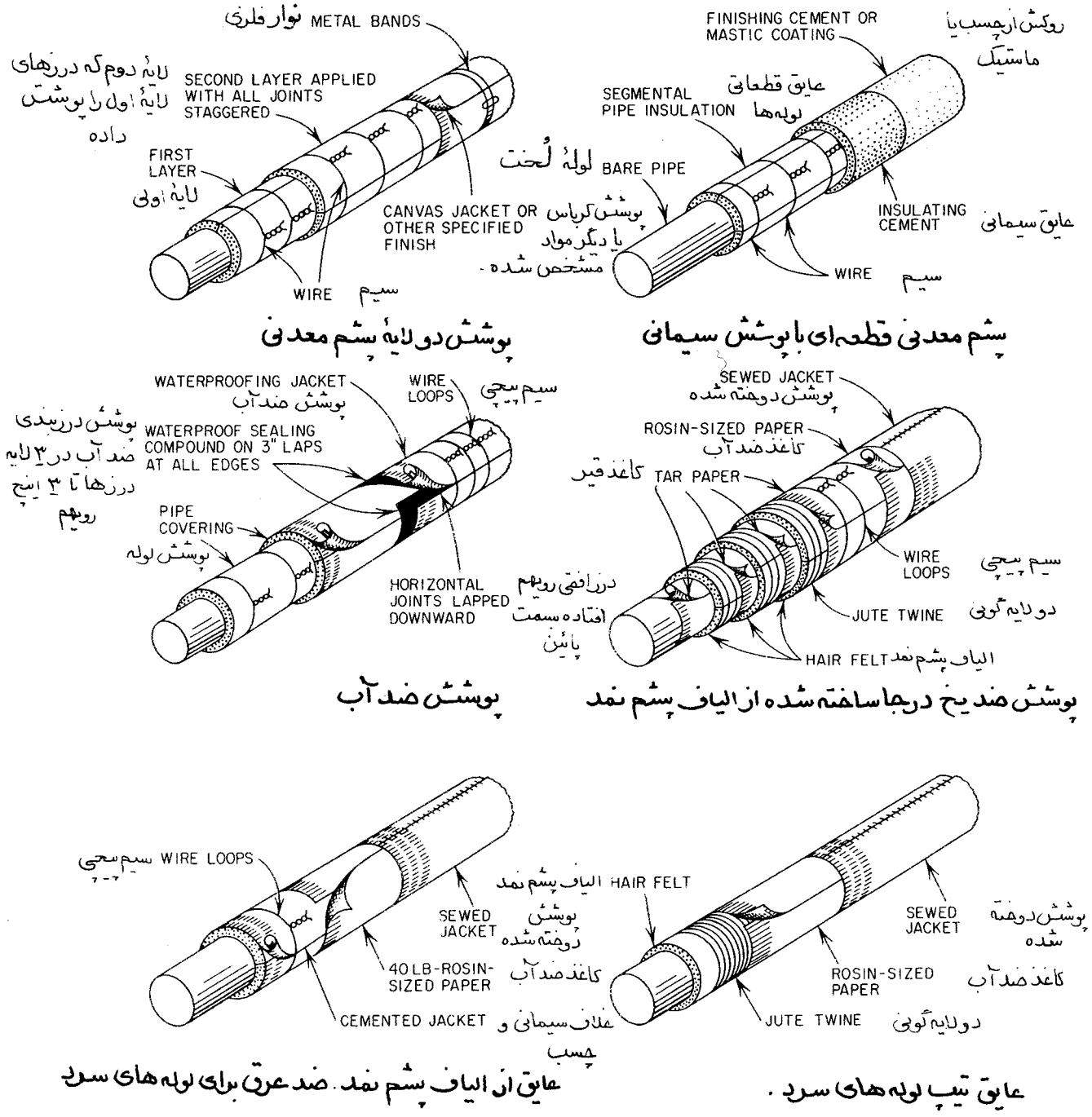
HT = دمای بالا
S = ضخامت استاندارد
DS = دوبرابر استاندارد

Laminated Asbestos آزبست چند لایی

Temperature of heated surface, °F دمای سطح داغ شده درجه فارنهایت	Pipe size اندازه لوله		
	Under 2 in. کوچکتر از ۲ اینچ	2 to 4 in. بین ۲ و ٤ اینچ	4½ in. and up ٤½ اینچ و بزرگتر
Up to 300	1 in.	1½ in.	1½ in.
301 to 400	1½ in.	1½ in.	2 in.
401 to 500	2 in.	2 in.	2½ in.
501 to 600	2 in.	2½ in.	3 in.

شکل ۲۰-۷ روش استاندارد عایقکاری لوله و فیتینگها را نشان میدهد. استفاده از این روشها برای هر لوله‌کشی ساده است. کلسیم و سایر پوششهای قالبی را میتوان به سادگی اره کرد و با کارد گوشه‌های مناسب را ، که به سطوح فلنجها میرسد درآورد. پوشش زانوها، فیتینگها و سایر سطوح غیر منظم بوسیله سیم‌پیچی کردن دو انتهای بلوك کلسیم و پرکردن فضای باقیمانده بوسیله ملات کلسیم مقدور است چون این ملات دقیقا" ترکیبات قطعات کلسیم را دارد، تمام عایق به صورت یکپارچه و یکنواخت دیده خواهد شد.

عایق برای لوله سرد دامنه گسترده‌ای دارد که از غلافهای ضد عرق لوله گرفته تا عایق ساخته شده پیشرفته برای لوله‌های مبرد را در بر میگیرد. مصالحی که استفاده میشود شامل الیاف پشم نمد (hair felt)، چوب پنبه و نمد پشم معدنی میباشد. یکی از مشخصه‌های عایق دمای پایین خوب آببند بودن آن است که از نفوذ رطوبت که عایق را خراب میکند جلوگیری مینماید. بطور منظم از این عایقها بازدید کنید که بخوبی آببندی باشند و آب و یخ دور آنها جمع نشده باشد. اجرای عایق لوله‌کشی مبرد شبیه آنچه که در بیشتر سیستمهای گرمایی ضروری است ، نیاز به تخصص و مهارت دارد.



شکل ۲۰-۷ چند روش تیپ برای عایقکاری لوله‌ها

Fig. 7-20 Methods for applying some typical pipe insulations.

نگهداری - روش نگهداری عایق لوله‌های گرم شامل تعمیر سطوح آسیب دیده ، رنگ آمیزی مجدد و حفظ ضد آب بودن ، محکم کردن نوارها و سیمها و تعمیر کرباسهای پاره شده میباشد. در بازدیدها به شل شدن

و جمع شدن عایق توجه کنید و اثر رطوبت ، دود و ارتعاش را مورد توجه قرار دهید. مواظب باشید که دمای بخار بیش از حد ایمنی مواد استفاده شده نباشد. به دقت به نشت آب و بخار که ممکن است زیر عایق جمع شود توجه کنید.

دربازدیدها معمولا" به فلنج لخت برمی‌خورید که یا از اول لخت بوده‌اند یا بعد از تعمیر واشر عایقکاری نشده‌اند. یک فلنج لخت بزرگ میتواند یک تن ذغال سنگ را در سال هدر دهد، بنابراین تمام فلنجها باید پوشیده شوند و ترجیحا" پوشش آنها قابل تعویض باشد.

فلنجها - حفظ پوشش عایق فلنجها از جمله کارهای مشکل در نگهداری است . حتی پوششهای قابل باز کردن نیز گاهی اوقات به علت وضع اضطراری و لزوم باز کردن سریع فلنج میشکنند و پاره میشوند. تعویض عایق یک کار پر دردسر است ، و چون کار تاسیسات بدون آن میتواند ادامه یابد معمولا" به دست فراموشی سپرده میشود. تعویض و حفاظت از عایق فلنجها باید جزء کارهای اصلی تیم نگهداری باشد. سیلیکات سدیم غلیظ (شیشه مایع) یک چسب قوی و مناسب برای درزبندی محل پارگی در عایق آزبست ورقه‌ای و کرباسها میباشد. اگر یک بلوك کلسیم شکسته شود، تعمیر با بستن یک قطعه بر روی محل آسیب دیده و سیم‌پیچی آن میتواند صورت پذیرد و محلهای درز بوسیله ملاتی که ترکیبات همان بلوك را دارد پر شود . شکل ۲۱-۷ بعضی از نکات روشهای نگهداری عایق را نشان میدهد.

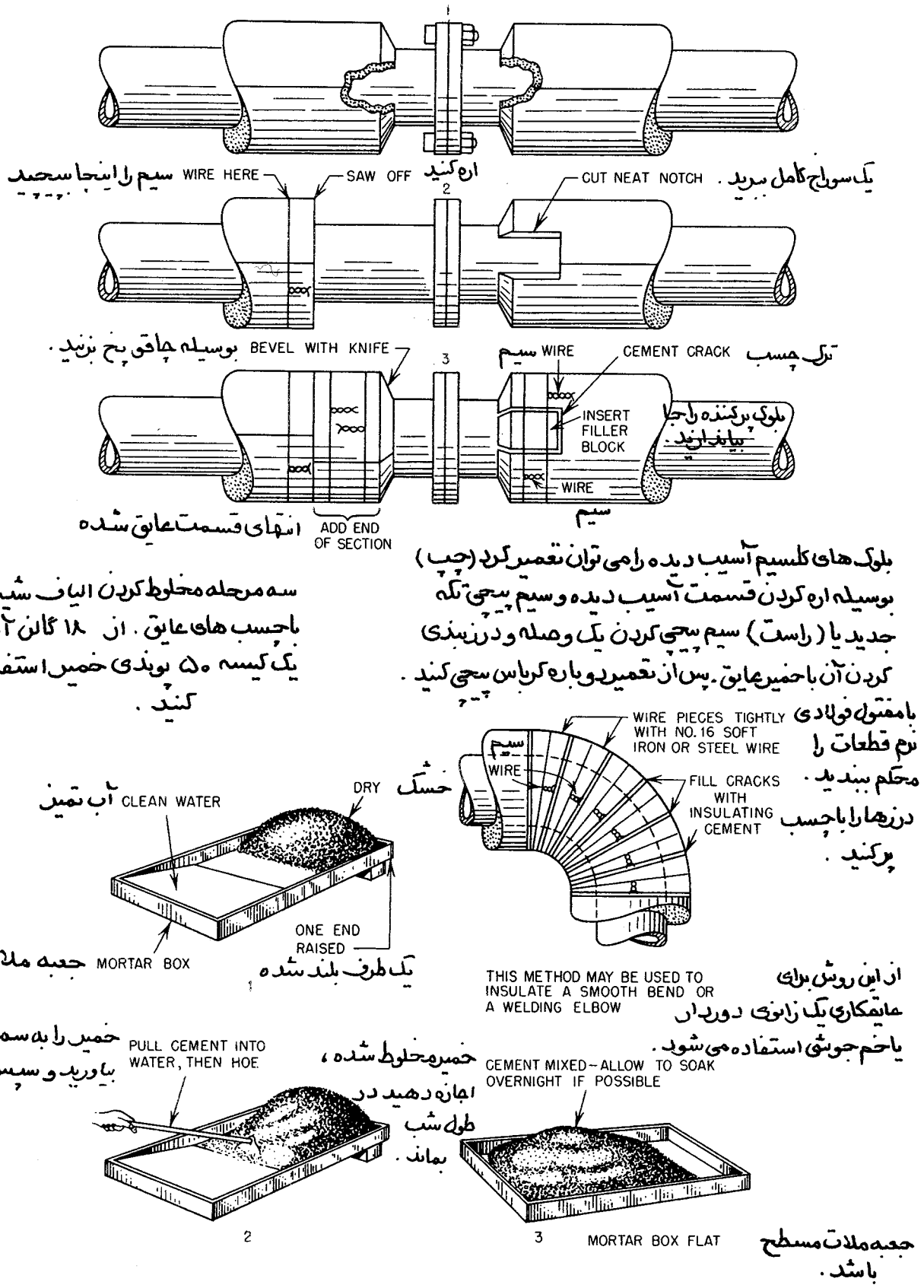


Fig. 7-21 Pointers on insulation maintenance. شکل ۲۱-۷ روشهای نگهداری عایق

روش نگهداری جوشکاری - نگهداری لوله‌کشی را از دو نظر باید مورد توجه قرار داد. اول اینکه اجزای لوله‌کشی چگونه انتخاب و نصب شود که نگهداری را به حداقل برساند و دوم اینکه در صورت لزوم چگونه نگهداری شوند. در مورد اتصالات جوشی نکته دوم در عمل حذف میگردد. اگر اتصال بدرستی انتخاب و نصب شود ، در طول عمر خود به نگهداری نیاز نخواهد داشت . بطور کلی ، استفاده حداکثر از اتصال جوشی به معنای نگهداری کمتر است باستثنای اتصالاتی که می‌بایست گاه به گاه باز شوند. در این نوع اتصالات از فلنج باید استفاده گردد. اکثر مهندسین با فیتینگهای جوشی از قبیل سه‌راه ، زانو و فلنجهای گلویی آشنا هستند و مخصوصا" ارزش فیتینگهای گلویی را می‌شناسند. در اینجا در مورد روش جوشکاری بحث نخواهد شد زیرا در کتابها و جزوات دیگر این موضوع بخوبی شرح داده شده است . در استانداردها و کدها روشهای جوشکاری و آزمایش آن و نیز خصوصیات جوشکار مشخص شده است . مشخصات فنی اتصالات جوشی در جزوه " لوله‌کشی تحت فشار " (pressure piping) موسسه "ANSI" استاندارد شده است .

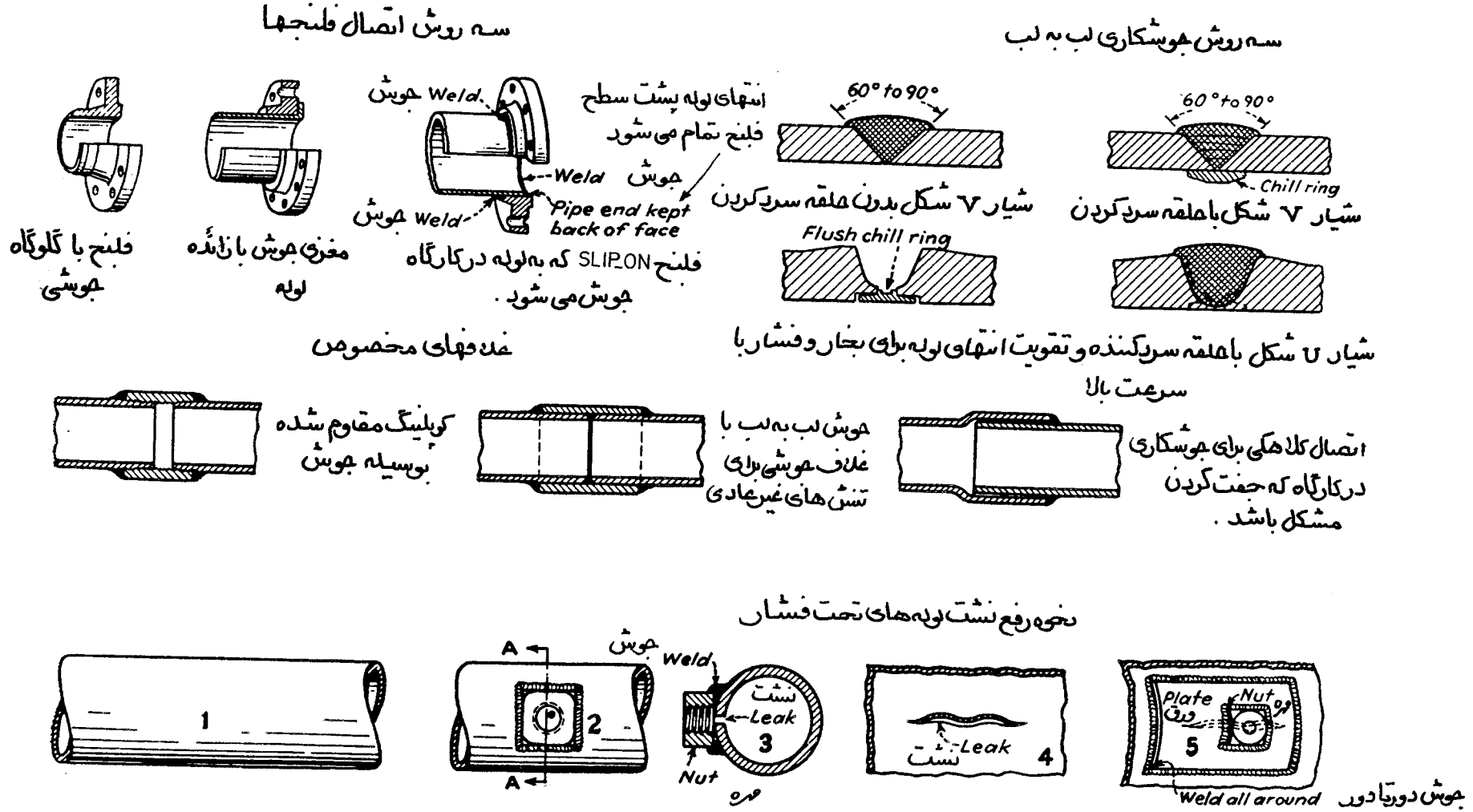
روشهای قدیمی و اولیه جوشکاری شامل غلاف ، پر کردن با جوش و جوشکاری تقویتی ، نشاندهنده عدم اطمینان نسبت به اتصال جوشی بود. روشهای جدید ، جوش لب به لب را که بوسیله جوشکار قابل و مجرب و طبق استاندارد ساخته وآزمایش میشوند ترجیح میدهد . نتیجه این روش جوشکاری چنان رضایت بخش بوده که امروز در کارهای با دما و فشار بالا جوشکاری روش متداول شده است . در این نوع لوله‌کشی از فلنج فقط بعنوان اتصالات بازشو استفاده شده است .

اتصالات (Joints) - در تاسیسات با دمای پایین اتصال جوشی این مشکل را دارد که شیرهای چدنی را نمیتوان جوش داد. بنابراین یا باید از شیرهای گران قیمت فولادی استفاده شود یا اینکه شیرهای چدنی با اتصالات فلنجی بکار برده شود. در لوله‌ها با ضخامت جدار $\frac{3}{4}$ اینچ ، طرفین اتصال جوشی لب به لب استاندارد $37\frac{1}{2}$ درجه پخ زده میشود و $\frac{1}{16}$ اینچ قسمت مسطح دارد. برای لوله‌های ضخیم‌تر، پخ شکل U دارد تا از جوشکاری بیش از حد جلوگیری بعمل آید. حلقه‌های سرد (chill rings) نفوذ کامل جوش را تضمین میکند بدون آنکه خطر ایجاد قندیل یخ (icicles) در لوله پیش آید. سردریز مسطح (flush chill) فقط در لوله‌کشی بخار با سرعت بالا کاربرد دارد(شکل ۲۲-۷).

فلنجها به سه روش در سیستمهای جوشکاری طبق شکل ۲۲-۷ میتوانند استفاده شوند. اتصال نوع رویهم (lap joint) با دنباله کوتاه (stub end) که قسمتی از لوله تا داخل فلنج و سطح تمامی آن ادامه می‌یابد و به فلنج جوش داده میشود، یکی از متداولترین اتصالات رویهم را بوجود می‌آورد. همانطور که نشان داده شده است، بوسیله جوش دادن گوشه‌ای فلنج تو گذاشته شده (slip-on flange) به لوله یک اتصال سریع را میتوان تعبیه نمود. چنانچه فلنج دنده‌ای کار گذاشته میشود از جوشکاری میتوان برای آببند کردن دنده‌ها استفاده نمود.

در کارهای فشار قوی بهتر است که از جوش لایه‌ای به ضخامت $\frac{1}{8}$ اینچ استفاده شود. هر لایه پس از جوشکاری باید تمیز و بازدید شود. در اینصورت ایرادها قبل از دفن دیده شوند. بعلاوه ، گرمای هر لایه باعث یکنواخت شدن دانه‌های ساختار لایه زیرین خواهد شد.

جوشکاری فولاد کربن مولیبدن (carbon-moly) بدون پیش گرم کن غیرایمن است، و بهمین دلیل هیترهای الکتریکی مقاومتی برای گرم کردن لوله از ۳۰۰ تا ۶۰۰ درجه فارنهایت ساخته شده‌اند که لوله را در مراحل جوش گرم نگهدارند. از هیترهای مشابه برای تنش زدایی (stress-relieve) در جوشکاری در دمای ۱۲۰۰ درجه فارنهایت استفاده میگردد.



شکل ۲۲-۷ استفاده از جوشکاری در نگهداری لوله‌کشی. جوش با قوس الکتریکی ، روش سریع برطرف کردن نشت لوله تحت فشار است . برای بستن سوراخ ریز نشتی (۱) یک مهره معمولی سرمربعی را در محل نشت جوش کنید. (۲و۳) این کار اجازه میدهد که آب یا سیال دیگر از سوراخ مهره خارج شود و عمل جوشکاری با موفقیت انجام شود. برای قطع نشت، یک پیچ با خمیر آببندی در مهره پیچ کنید. لوله ترك خورده (۴) را میتوان با روش مشابه تعمیر نمود. این نوع نشت معمولا" خیلی بزرگتر از آن است که بتوان با مهره مسدود کرد. بنابراین از یک تکه ورق بعنوان وصله استفاده میشود، یک سوراخ کوچک در صفحه ایجاد کنیدو ورق را هم شکل لوله کنید، سپس یک مهره روی سوراخ جوش کنید وصفحه را به لوله جوش کنید (۵) بعد یک پیچ و یا پلاگ با خمیرآببندی روی مهره پیچ کنید.

لوله‌کشی مقاوم در برابر زنگ - در سالهای اخیر مصالح غیرفلزی مانند پلاستیک، شیشه و غیره بعنوان لوله‌های ضدزنگ ساخته شده‌اند. مواد ضدزنگ قدیمی ، ترانزیت (transite)، فولاد زنگ ناپذیر، چدن و لوله‌های با روکش بودند. روکش لوله (coating) ممکن است پلاستیک ، قیری ، لاستیک و غیره باشد. مراحل نگهداری لوله‌های مخصوص مانند نگهداری لوله‌های آهنی و فولادی است مگر آنچه که بر اثر ویژگیهای جنسهای متفاوت این لوله‌ها پیش آید. برای آگاهی از روشهای ویژه نگهداری این لوله‌ها با سازنده مشورت کنید. در این مورد جدول ۵-۷ برای آشنایی با عوامل خوردگی مفید است .

جدول شماره ۵-۷ پرسشنامه خوردگی

۱- نام یا ترکیبات سیالی که می‌باید جابجا شود چیست ؟
۲- درجه غلظت ، وزن مخصوص ، PH و دیگر خصوصیات آن چقدر است ؟
۳- دما و فشار کار لوله‌کشی چقدر است ؟
۴- اگر سیال آب نیست و به شکل گاز یا ترکیبات آلی است ، آیا امکان وجود آب یا بخار آب در یک نقطه لوله‌کشی وجود دارد؟ اگر هست توضیح دهید.
۵- اگر سیال آب است ، آیا امکان وجود املاح دیگر (مانند مواد خورنده، روغن و غیره) در یک نقطه از لوله‌کشی وجود دارد؟ اگر هست توضیح دهید.
۶- امکان نشت هوا به داخل لوله وجود دارد؟
۷- حرکت سیال در سیستم دائمی است یا مقطعی ؟
۸- اگر مقطعی است ، آیا سیستم بطور کامل تخلیه و خشک میشود؟
۹- آیا سیستم لوله‌کشی گاه به گاه و با فاصله منظم شستشو میشود، با چه موادی ؟
۱۰- آیا کمی خوردگی از نظر آلودگی و بی رنگ کردن تولیدات مهم است ؟
۱۱- اگر چنین است ، چه فلز مشخصی مورد ایراد است ؟
۱۲- لوله‌ها و مخازن و غیره از چه موادی ساخته و یا تشکیل شده‌اند؟
۱۳- آیا با این مواد مشکل خاصی دیده شده است ؟
۱۴- شیرها و فیتینگها از چه موادی ساخته شده‌اند.
۱۵- در کل ، عمر مقایسه‌ای مواد استفاده شده چقدر است ؟
۱۶- چه واشری بهترین نتیجه را داده است ؟

جنس لوله‌ها - برای دیدن مواد ساخت انواع لوله‌ها به مقررات ANSI در جزوه لوله‌کشی تحت فشار (pressure piping) نگاه کنید. طراحی لوله‌کشی باید طبق مقررات باشد. رعایت این مقررات منطقی است، حتی اگر قوانین محلی آن را اجباری نکرده باشد. طراحی درست با پیش بینی‌های لازم برای نگهداری و بهره‌برداری کلید اصلی بهره‌برداری و نگهداری بدون دردسر و با کمترین مراقبت است .

بازدید ادواری از سیستم لوله‌کشی و متعلقات آن، هر نقصی را قبل از اینکه به یک مشکل اساسی تبدیل شود، نمایان میسازد.

پیچ ومهره برای بستن فلنجها - جدول ۶-۷ اطلاعات لازم را که براساس پژوهش کمپانی کرین (crane) در کارهای مختلف میباشد بدست میدهد. تجربه نشان داده است که این تنشها (stresses) برای فلنجهای فولادی با استاندارد آمریکائی کافی میباشد. توصیه میشود که تنش اولیه پیچ حدود ۴۵۰۰۰ پوند براینچ مربع باشد.

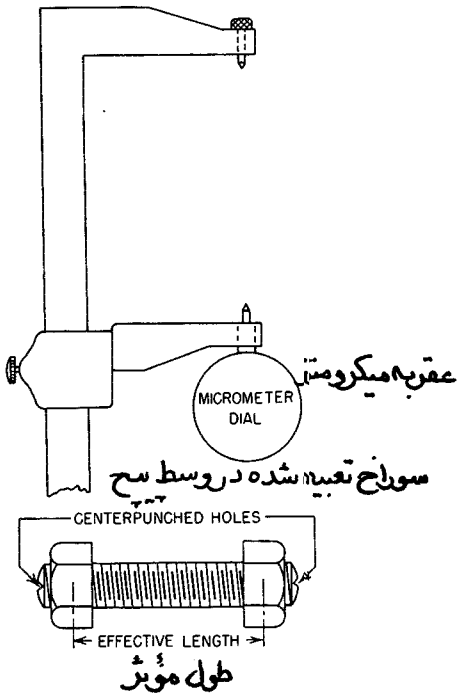
جدول ۶-۷ مشخصات پیچ فلنج

ازدیاد طول اینچ درهراینچ طول موثر •	گشتاورتقریبی برای ایجاد تنش فوت - پوند++	میانگین تنش وارده (دستی) پوند براینچ مربع +	اندازه پیچ دو سر دنده آلیاژ فولاد *
۰/۰۰۱۷۳	۱۷۵	۵۲۰۰۰	۳/۴
۰/۰۰۱۶۰	۲۵۵	۴۸۰۰۰	۷/۸
۰/۰۰۱۵۰	۳۷۰	۴۵۰۰۰	۱
۰/۰۰۱۴۲	۵۰۰	۴۲۵۰۰	۱ ۱/۸
۰/۰۰۱۳۳	۶۶۵	۴۰۰۰۰	۱ ۱/۴
۰/۰۰۱۲۷	۸۶۰	۳۸۰۰۰	۱ ۳/۸
۰/۰۰۱۲۲	۹۷۵	۳۶۵۰۰	۱ ۱/۲
۰/۰۰۱۱۷	۱۲۸۵	۳۵۰۰۰	۱ ۵/۸
۰/۰۰۱۱۳	۱۷۰۰	۳۴۰۰۰	۱ ۳/۴
۰/۰۰۱۱۰	۲۲۰۰	۳۳۰۰۰	۱ ۷/۸
۰/۰۰۱۰۷	۲۳۵۰	۳۲۰۰۰	۲

* سری دنده زمخت ۱ اینچ و کوچکتر، سری دنده ۸ گامی ، ۱/۸ اینچ و بزرگتر
+ میانگین تنش وارده توسط پرسنل نگهداری ، با استفاده از اهرم و آچار
++ براساس دنده خوب روغنکاری شده

• براساس مدول الاستیسیته-/ ۰۰۰ر۰۰۰ر۳۰ طول موثر یک پیچ برابر است با فاصله مرکز تا مرکز مهره‌ها

شکل ۲۳-۷ میکرومتر اندازه‌گیر افزایش پیچ دو سر دنده را نشان میدهد.



شکل ۲۳-۷ میکرومتر برای اندازه‌گیری ازدیاد طول
Fig. 7-23 Micrometer for measuring bolt elongation.

توصیه شده است که اتصالات فلنجی در تاسیساتی که دمای کار آنها بالای ۵۰۰ درجه فارنهایت است بعد از اولین توقف ، آچارکشی شوند. در دمای بالا که احتمال خزش (creep) وجود دارد، توصیه شده است که پیچها هر ۲۰۰ ساعت کار، بدون در نظر گرفتن اینکه خط در حال کار بوده است یا خیر، آچارکشی شوند. تنش پیچها را در بازدیدهای ادواری خود چک کنید.

بعنوان یک دستور کلی، لازم است فقط افزایش طول دو یا سه پیچ که بصورت قطری روبروی هم هستند اندازه‌گیری شده و میانگین آن بعنوان افزایش طول بقیه فرض شود. اگر اندازه‌گیری زمانی انجام میشود که خط و اتصال فلنجی در حال کار باشد، یک پیچ باید چک شده و قبل از اینکه دیگری را باز کنیم آنرا سفت نمائیم. اندازه‌گیری باید بلافاصله بعد از باز کردن و قبل از کاهش دمای پیچ انجام شود، از دستورات زیر برای اندازه‌گیری افزایش طول پیچ استفاده کنید: (۱) طول پیچ را در اتصال فلنجی سوار شده معین کنید. (۲) با باز کردن مهره بار کششی پیچ را آزاد کنید و دوباره طولش را اندازه بگیرید. (۳) رقم دومی را از اولی کم کنید. (۴) این رقم را تقسیم بر طول موثر پیچ کنید (طول موثر مساوی است با فاصله مرکز مهره‌ها). اگر افزایش طول باقیمانده کمتر از ۷۰ درصد ارقام جدول ۶-۷ باشد، پیچها باید سفت شوند تا افزایش طول نهایی به اعداد جدول نزدیک شود.

سرعت سیال - جدول ۷-۷ آمار و ارقام خلاصه شده از دو سازمان متخصص هیدرولیک نشان میدهد که در آن سرعت مناسب در لوله‌ها و کانالهای روباز توصیه شده است . این اطلاعات برای انتخاب و تغییر سرعت بعنوان کاهش هزینه نگهداری و فرسودگی لوله‌ها مفید است .

جدول ۷-۷ سرعت جریان آب برای کاهش هزینه نگهداری لوله‌کشی

حالتی که میخواهید از آن اجتناب کنید	نوع جریان	جنس لوله یا کانال	حدسرعت - فوت درثانیه
رسوب ماسه‌خاکی وگل ولای	قائم	انواع لوله و کانال	حداقل ۲۴
	بطرف بالا		حداقل ۱۳
	رو به بالا ۴۵ درجه		حداقل ۵
	رو به بالا ۹ درجه		حداقل ۴
	رو به بالا ۳ درجه		حداقل ۳/۳
	افقی		حداقل ۲/۶
	رو به پایین ۳ درجه}		تقریبا" صفر
	رو به پایین ۹ درجه}		
تشکیل زنگار	انواع مختلف	تمام مواد لوله که قابل خوردگی باشند	حداقل ۲۶
نازك شدن ضخامت جدار لوله	انواع مختلف	لوله بتنی حامل آب تمیز	حداکثر ۲۰
		لوله بتنی حامل آب مملو از شن	حداکثر ۱۰
		لوله فولادی و چدنی	حداکثر ۵۰
		لوله آب چوبی	حداکثر ۴۰
نازك شدن دیواره کانلها	انواع مختلف	دانه شنی ریز	حداکثر ۰/۶
		دانه شنی درشت	حداکثر ۱/۲
		سنگواره کوچک	حداکثر ۲/۴
		سنگ درشت	حداکثر ۴
		صخره‌ای	حداکثر ۲۵
		کانال بتنی حامل آب شن‌دار	حداکثر ۱۰
		کانال بتنی حامل آب تمیز	حداکثر ۲۰
		شن و گل ماسه‌ای، ۴۰درصد خاك رس	حداکثر ۱/۸
		خاك و گل ماسه‌ای، ۶۵درصد خاك رس	حداکثر ۳
		خاك رس و گل ماسه‌ای، ۸۵درصد خاك رس	حداکثر ۴/۸
		خاك ۹۵ درصد رس	حداکثر ۶/۲
		خاك رس	حداکثر ۷/۳
تشکیل یخ درکانال یا مسیر	انواع مختلف	انواع مختلف کانال	حداقل ۵

این سرعتها حالت خاص خود را دارند:

حالت جریان آب در کانال	حد سرعت ، فوت در ثانیه
تشکیل پوشش یخ روی کانال‌آب	حداکثر ۳
عدم تشکیل ماسه خاکی	حداکثر ۱

حداقل سرعت برای جلوگیری از یخ زدگی لوله

$$V = \frac{A\,(0.8T_w - Ta + 16)}{18000\,D^2\,(Tw - 32)}$$

که در آن

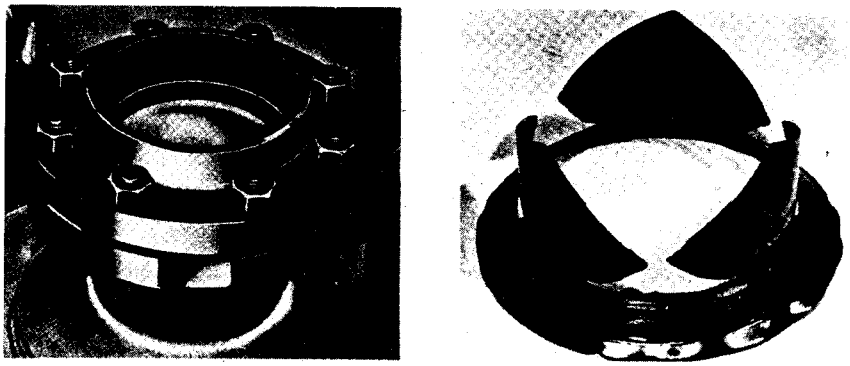
حداقل سرعت ، فوت در ثانیه	V =
دمای آب ، درجه فارنهایت	T_w =
دمای محیط ، درجه فارنهایت	Ta =
سطح نمایان لوله ، فوت مربع	A =
قطر داخلی لوله، فوت	D =

ردیابی نشتی (leak detection)- هرگاه یافتن نشتی با چشم میسر نشود، ایزوتوپهای رادیواکتیو برای ردیابی محل سوراخ لوله استفاده میشوند. ایزوتوپ به سیال تزریق میشود و نشت آن بوسیله شمارشگرهای گیگر (geiger) ردیابی میشود. اگر نشت وجود داشته باشد ، مقدار رادیو اکتیویته آن تغییر می‌یابد. چون در این روش پرسنل تا حدودی در معرض پرتوهای رادیواکتیو قرار میگیرند و به تجهیزات و تخصص خاص نیاز دارد، معمولا" از شرکتهای مجرب در این زمینه برای انجام کار دعوت بعمل آید.

اسیدشویی - لوله‌ها، شیرها ، مبدلهای گرمایی و غیره امروزه اسیدشویی میشوند. اسید معمولا" تحت شرایط خاص غلظت ، سرعت ، دما و زمان به این دستگاهها پمپ میشود. بعد از خالی کردن اسید معمولا" یک خنثی کننده تزریق شده و سپس با آب شستشو داده میشوند. این کار نیز نیاز به تجهیزات و تخصص دارد. چون از وسایل قابل حمل میتوان استفاده نمود، اسیدشویی معمولا" در زمان تعطیلی سیستم قابل اجراست.

علامتگذاری لوله‌ها - مشخص کردن لوله‌ها با نوارهای رنگی طبق استاندارد ANSI بسیار مفید است . این کار اجازه میدهد که به سرعت هویت لوله معین شده و از اشتباهات جلوگیری کند.

شیرهای اطمینان و ایمنی (Relief Devices)- شیرهای اطمینان و ایمنی باید همیشه و در همه حال آماده بکار باشندتا از کار اطمینان بخش سیستم و جلوگیری از هدر رفتن سیالهای گران قیمت جلوگیری شود. آزمایش منظم آنها باید جزء برنامه نگهداری باشد. سرپوش ایمنی (شکل ۲۴ A-۷)، باید بعد از عمل کردن شیر اطمینان تعویض شود(شکل ۲۴ B-۷).



(A) (B)

شکل ۲۴-۷ (A) سرپوش ایمنی روی مخزن هوای فشرده (B) سرپوش ایمنی متلاشی شده

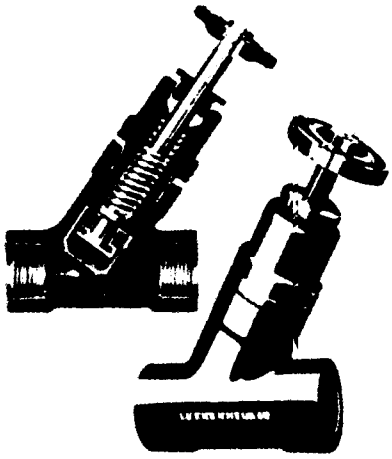
Fig. 7-24 (A) Safety heads on compressed-air bottles. (B) Ruptured safety head. (Black,Sivalls. Bryson,Inc.)

لوله‌کشی پلاستیکی - در خیلی از موارد لوله‌های پلاستیکی جای لوله‌های فلزی را گرفته است . این لوله‌ها در مقابل عوامل خورنده داخلی (internal)، خارجی (external) و الکترولیز مقاومت نشان میدهند. نصب آنها ساده است ، روی دیواره آنها رسوب تشکیل (caking) نمیشود و بوسیله خوردگی نقطه‌ای (tuberculation) سوراخ نمیشوند.

چون لوله‌های پلاستیکی خوردگی ایجاد نمی‌کنند برای سیستمهای فوق تمیز ایده‌آل هستند. ولی لوله‌های پلاستیکی محدودیت فشار و دما دارند. حداکثر دمای مجاز کار در حد ۲۰۰ درجه فارنهایت است که البته بستگی به نوع مواد لوله دارد بعضی از لوله‌های تقویت شده با الیاف پشم شیشه دمای تا ۲۵۰ درجه فارنهایت و لوله تقویت شده با آزبست تا دمای ۴۰۰ درجه فارنهایت را تحمل میکنند. لوله‌های پلاستیکی جدید هر روزه به بازار عرضه میشوند و برخی از آنها تا ۵۰۰ درجه فارنهایت دمای مجاز دارند. بهرحال بطور کلی میتوان گفت که لوله‌های پلاستیکی برای زیر ۲۰۰ درجه فارنهایت ساخته شده‌اند.

فشار کار مجاز لوله‌های پلاستیکی با افزایش دما کاهش می‌یابد. اکثر تولیدکنندگان توصیه میکنند که فشار کار نباید از ۲۰ درصد فشار گسیختگی (bursting pressure) تجاوز کند. فشارگسیختگی از ۱۵۰۰ پوند براینچ مربع در ۷۰ درجه فارنهایت برای لوله‌های به قطرکوچک ، و تا ۱۰۰ پوند براینچ مربع در همان دما برای لوله‌های به قطر ۶ اینچ متغیر است . لوله پلاستیکی از لوله فولادی گالوانیزه گرانتر است ولی مزایای زیاد آن این هزینه را میپوشاند.

شیرها، زانوها، سه‌راهی‌ها و فلنجها و سایر فتینگها هم از پلاستیک ساخته میشوند. شکل ۲۵-۷ یک شیر پلاستیکی قالب ریزی شده را نشان میدهد. این قطعات هم همان مزایای لوله‌های پلاستیکی و همان محدودیت فشار و دما را دارند.



شکل ۲۵-۷ شیر کف فلزی نوع Y ساخته شده از پی وی سی برای استفاده در لوله‌کشی پلاستیکی

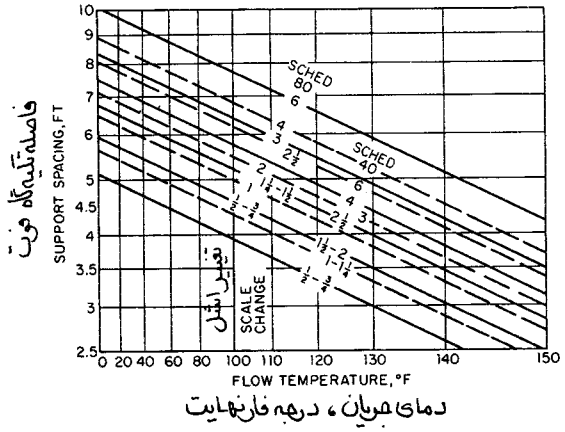
Fig. 7-25 Polyvinyl chloride molded plastic Y-type globe valve for use in plastic piping systems. *(The Luckenheimer Company.)*

نگهداری لوله‌های پلاستیکی - لوله‌های پلاستیکی تقریبا" به نگهداری کمی نیاز دارند . چون سطح خارجی لوله ضد خوردگی است ، نیاز به رنگ‌آمیزی برای حفاظت ندارد ولی ممکن است برای زیبایی ظاهر رنگ‌آمیزی شوند. از لوله‌های پلاستیکی برای نشت ، کمانی شدن و دوپهن شدن سطح مقطع بازدید کنید. هرکدام از این عیوب نمایانگر افزایش دما یا فشار کار است . نشتی را بوسیله محلول چسب توصیه شده بوسیله سازنده برطرف کنید. قبل از بکارگیری چسب حتما" لوله را تخلیه و خشک نمایید. بدقت در روی تمام سطوح تعمیر شده برس بکشید. چسب باندازه کافی استفاده کنید که مطمئن شوید نقطه نشت گرفته شده است .

برای خشک شدن چسب لوله حداقل ۱۰ ساعت لازم است تا بتوان آنرا دوباره به فشار و دمای کار رساند. اگر امکان دارد زمان خشک شدن چسب را تا ۴۸ ساعت ادامه دهید. نشتی ناشی از کمانی شدن یا دوپهن شدن سطح مقطع را نمیتوان بدون تعویض قطعه مورد نظر برطرف نمود مگر اینکه آسیب دیدگی ناچیز باشد. شکم دادگی و کمانی شدن ناشی از کم بودن تکیه‌گاه است . شکل ۲۶-۷ فاصله تکیه‌گاه را برای لوله پی.وی.سی توصیه شده توسط یک سازنده نشان میدهد. توجه کنید که فواصل بستگی به دمای سیال ، ضخامت لوله و قطر آن دارد. هرگاه شکم دادگی باعث نشت شود، فاصله تکیه‌گاه، دمای کار و دمای محیط را چک کنید. چنانچه فواصل گفته شده در شکل ۲۶-۷ رعایت نشده ، تکیه‌گاه اضافه نمایید. گاه از یک تکه پیوسته برای تکیه‌گاه لوله‌های کوتاه بجای تکیه‌گاه فاصله‌دار استفاده میشود. تکیه‌گاهها باید حرکت آزادانه لوله در امتداد طول آن را بدون آسیب رساندن به سطوح خارجی اجازه دهند. بنابراین ، تکیه‌گاه نباید لوله را محکم در برگیرد.

هرگاه شکم دادگی در اثر سرعت زیاد جریان یا دمای محیط باشد ، جریان یا دما را کاهش دهید. دمای بیش از حد میتواند باعث شکم دادگی شود حتی اگر فواصل تکیه‌گاهها مناسب باشد.

خارج از شکل مدور شدن و دوپهن شدن سطح مقطع در اثر دمای زیاد است . دمای سیال یا هوای محیط را قبل از نصب مجدد قطعه کاهش دهید.



شکل ۲۶-۷ فاصله تکیه‌گاه توصیه شده برای لوله پی وی سی بدون عایق. نمودار برای لوله پلاستیکی با سیال با وزن مخصوص حداکثر ۱/۳۵ است . برای لوله‌های عایق‌دار، فاصله را ۳۰ درصد کاهش دهید.

در آنجا که لوله‌های پلاستیکی نسبت به ضربه حساسیت دارند، در محلهائیکه ترافیک سنگین است آنان را در مقابل برخورد با اشیاء حفاظت کنید. از نرده یا دیوار کوتاه برای حفاظت لوله‌های پلاستیکی در مقابل حرکت جراثقال و ماشین آلات متحرك حفاظت کنید. لوله‌های پلاستیکی که در محوطه باز قرار دارند معمولا" دفن میشوند تا از رفت و آمد ماشینها و اشعه ماوراء بنفش خورشید در امان باشند. اشعه مستقیم آفتاب عمر بعضی از لوله‌های پلاستیکی را کاهش میدهد.

Contents

Section 1. Organization and Management of the Maintenance Function

1. Introduction to the Theory and Practice of Maintenance
2. Operating Policies by Which Maintenance Should Be Guided
3. Operating Practices to Reduce Maintenance Work
4. Reports from Maintenance
5. Area and Centralized Maintenance Control
6. Considerations in Using Outside Contractors
7. Incentive Payment for Maintenance Workers
8. Human Factors in Maintenance

Section 2. Establishing the Costs and Controls of Maintenance

1. Work Measurement
2. Work Authorization and Control
3. Rating and Evaluating Maintenance Workers
4. Work Simplification in Maintenance Costs
5. Estimating Repair and Maintenance Costs
6. Cost Control for Effective Operation
7. Small Plant Maintenance Control
8. Maintenance Stores and Inventory Control
9. Maintenance Storerooms

section 3. Applying the Computer to Maintenance Management and Control

1. An Introduction to the Computer in Maintenance
2. Automating Maintenance Information by Computer
3. Computerized Planning and Scheduling
4. A Directory of Computer Terminology

Section 4. Maintenance of Plant Facilities

1. Maintenance of Built - up Roofs
2. Concrete Industrial Floor Surfaces: Design, Installation, Repair, and Maintenance
3. Painting and Protective Coatings
4. Maintenance and Cleaning of Brick Masonry Structures
5. Maintenance of Elevators and Special Lifts

Section 5. Sanitantion and Housekeeping

1. Organizing the Sanitation - Housekeeping Personnel
2. Maintaining Plant Sanitation and Housekeeping
3. Industrial Housekeeping
4. Cleaning Industrial Plant Offices
5. Clean Rooms: Construction and Maintenance

Section 6. Maintenance of Mechanical Equipment

1. Plain Bearings
2. Rolling Bearings
3. Flexible Couplings for Power Transmission

4. Chains for Power Transmission
5. Cranes: Overhead and Gantry
6. Chain Hoists
7. V - Belt Drives
8. Mechanical Variable - Speed Drives
9. Gear Drives and Speed Reducers

Section 7. Maintenance of Electrical Equipment

1. Electric Motors
2. Maintenance of Control Components
3. Maintenance of Industrial Batteries (Lead - Acid, Nickel- Cadmium, Nickel - Iron)
4. Illumination

Section 8. Maintenance of Service Equipment

1. Air - Conditioning Equipment
2. Ventilating Fans and Exhaust Systems
3. Dust Collecting Equipment
4. Centrifugal Pumps
5. Reciprocating Air Compressors
6. Valves
7. Piping
8. Scaffolds and Ladders

Section 9. Lubrication

1. Lubricants
2. Lubricating Systems, Devices, and Procedures

Section 10. Instruments and Vibration

1. Mechanical Instruments for Measuring Process Variables
2. Electrical Instruments for Measuring, Servicing, and Testing
3. Vibration: Its Analysis and Correction

Section 11. Maintenance Welding

1. Arc Welding in Maintenance
2. Gas Welding in Maintenance

Section 12. Chemical Corrosion Control and Cleaning

1. Corrosion Control
2. Industrial Chemical Cleaning