

9

تکنولوژی هوای فشرده

شناخت انواع کمپرسورها و آماده‌سازی هوای فشرده و
ده‌ها مطلب کاربردی مفید در مورد نصب کمپرسورها و
مخازن و لوله‌کشی‌ها و ...

علی مرادی



نام کتاب : **تکنولوژی هوای فشرده**
تألیف : مهندس علی مرادی
ناشر : ادبستان - آیلار
لیتوگرافی : طیف‌نگار
حروف‌نگاری : گروه هنری رُز ۶۶۹۶۷۲۶۲
چاپ : پردازش تصویر رایان - دیبا
نوبت چاپ : اول ۱۳۹۲
تیراژ : ۱۰۰۰
قیمت :

کتاب آیلار

انقلاب - خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) - خیابان شهدای ژاندارمری شرقی - شماره ۱۴۶
(ساختمان آیلار) تلفن ۶۶۴۰۱۲۵۵ دورنگار ۶۶۴۹۴۴۳۱

فروشگاه شماره ۱ (کتاب آیلار)

انقلاب - روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران - بازارچه کتاب، تلفن ۶۶۴۱۱۸۶۵

فروشگاه شماره ۲ (کتاب آیلار)

کریمخان زند - مابین ایرانشهر و خردمند جنوبی - شماره ۱۳۲، تلفن: ۱ - ۸۸۳۱۹۷۴۰

فروشگاه شماره ۳ (کتاب آیلار)

انقلاب - روبروی دانشگاه تهران - پاساژ فروزنده - شماره ۳۲۱، تلفن: ۹۷ - ۶۶۹۶۳۵۹۶

شابک: - ۹۷۸-۶۰۰-۱۹۶- - ISBN: 978-600-196-

فهرست

۷.....	مقدمه.....
۹.....	خواص هوا.....
۱۰.....	خواص انرژی هوای فشرده.....
۱۳.....	کاربردهایی هوای فشرده.....
۱۷.....	دسته‌بندی انواع کمپرسورها: TYPE OF COMPRESSORS.....
۲۲.....	کمپرسورهای پیستونی PISTON.COMPRESSOR
۳۳.....	کمپرسور تیغه‌ای VANE. TYPE. COMPRESSOR.....
۳۶.....	کمپرسور بادامکی.....
۳۷.....	کمپرسور دندانه‌ای TOOTH.COMPRESSOR.....
۳۹.....	صنایع واکيوم پارس PARS VACUUM INDUSTRIES.....
۳۹.....	بلوئر هوا - پمپ واکيوم
۳۹.....	نوع دورانی غلطکی ROTARY PISTON TYPE.....
۴۰.....	ساختمان بلوئرهای RBS.....
۴۷.....	پمپ‌های خلاء یا وکیوم VACUMPUMPS.....
۴۸.....	کمپرسور افزاینده یا بوستر BOOSTER. COMPRESSOR.....
۵۰.....	کمپرسور پیچ (یا اسکرو)
۵۳.....	کمپرسور پیچ از نوع تزریق روغن.....
۵۸.....	کمپرسور اسکرو اوایل اینجکت (Oil injected screw compressor).....
۶۲.....	آشنایی با قسمت‌های اصلی نوعی کمپرسور اسکرو اوایل اینجکت.....

- ۷۴.....کمپرسورهای بدون روغن
- ۷۶.....کمپرسور اوایل فری (عاری از روغن)
- ۷۶.....کمپرسور اسکرو اوایل فری (تک مرحله‌ای)

۸۲.....انواع فن‌ها و دمنده‌ها

- ۸۵.....Screw Blower (اسکرو) دمنده پیچ
- ۸۶.....Fan Blower فن
- ۹۵.....کمپرسور فلومتری (گاز کنترل)

۱۰۰.....کمپرسورهای سیالی

- ۱۰۱.....کمپرسورهای سیالی
- ۱۰۲.....DYNAMIC. VOMPRESSO R کمپرسور یا توربو کمپرسور
- ۱۰۳.....Centrifugal. Compressor کمپرسور دینامیکی از نوع سانتریفوژ
- ۱۰۹.....کمپرسورهای سیالی
- ۱۱۰.....کمپرسورهای سنترافیوز یا توربینی (سیالی) از نوع گریز از مرکز
- ۱۱۲.....دسته‌بندی کمپرسورهای سیالی
- ۱۱۳.....The centrifugal compressor کمپرسورهای سیالی گریز از مرکز
- ۱۱۴.....Principles operation اساس عملکرد کمپرسور سیالی گریز از مرکز
- ۱۱۴.....برش خورده کمپرسور سیالی
- ۱۱۸.....کمپرسور سیالی محوری
- ۱۲۰.....Air flow control سیستم کنترل جریان هوا در کمپرسور

۱۳۰.....آماده‌سازی هوای فشرده

- ۱۳۶.....REFRIGERANT.DRYER خنک‌کننده برودتی (یخچالی)
- ۱۳۷.....OVER.COMPRESSION تراکم مجدد (کمپرس مجدد)
- ۱۳۸.....اساس کاری خنک‌کنندگی از نوع یخچالی
- ۱۳۹.....AB SOLPTION.DRYING روش جذب شیمیایی
- ۱۴۰.....AD SORPTION. DRYING آب‌گیری از نوع جذبی احیایی
- ۱۴۱.....(Regenerative dryer- heatless) درایر احیاءکننده بدون حرارت
- ۱۴۹.....تأثیر روغن در هوای فشرده

۱۵۰	تأثیر آب در هوای فشرده
۱۵۱	فیلترهای هوای فشرده
۱۵۲	فیلترها یا تصفیه‌کننده‌های هوا: AIR.FILTER
۱۶۴	کاربرد هوای فشرده با درجه درشتی ناخالصی‌ها
۱۷۰	تخلیه آب WATER. TRAP
۱۷۳	تخلیه اتومات (واتر تراپ)
۱۷۶	نصب کمپرسور (COMPRESSOR INSTALIATION) کمپرسور خانه
۱۸۱	نمای داخلی یک کمپرسور مستقل با پوشش:
۱۸۱	کمپرسورهای دارای پوشش و حفاظ (مستقل)
۱۸۵	انتقال هوای فشرده جهت مصرف (لوله کشی) (Piping)
۱۹۳	انشعاب‌های فرعی برای مصرف
۱۹۳	لوله اصلی هوای فشرده
۱۹۹	علامت‌گذاری خطوط (لوله کشی‌ها)
۲۰۰	تقسیم گاه پنیوماتیک (Pneumatic Manifold)
۲۰۱	اتصالات پنیوماتیک
۲۰۵	نشت هوای فشرده
۲۰۵	نشت هوا در لوله کشی‌ها و سیستم‌های پنیوماتیکی
۲۰۹	تعیین مقدار هوای فشرده مورد نیاز
۲۱۰	محاسبه مقدار مصرف سیلندرهای پنیوماتیکی
۲۱۳	فرمول تعیین مقدار مصرف هوای فشرده
۲۱۶	واحد مراقبت
۲۲۰	عقریه فشارسنج
۲۲۱	روغن‌پاش یا روغن‌زن پنیوماتیک (Oliver)
۲۳۰	مخازن هوای فشرده: Air Reciver

- ۲۳۴.....اتصالات و ملزومات نصب شده روی یک مخزن استاندارد.....
- ۲۳۵.....ملزومات یک مخزن استاندارد.....
- ۲۳۸.....مخزن ذخیره هوا (Air receiver).....
- ۲۳۸.....تعیین حجم مورد نیاز مخزن هوای فشرده از روش تجربی.....
- ۲۴۲.....فنرهای هوایی AIR SPRINGS.....**
- ۲۴۶.....ضربه گیر دارای قابلیت انعطاف دیافراگمی یا بادکنکی Flexible bellows.....
- ۲۵۳.....اسکیت هوا Air Skates.....
- ۲۵۴.....نشان دهنده‌های فشار هوا.....
- ۲۵۷.....عقره فشار سنج دیافراگمی Diaphragm Pressure gages.....
- ۲۶۰.....پرشر سوئیچ (کلید اتوماتیک).....
- ۲۶۰.....مبدل هوای فشرده به جریان برق (پینوماتیک به الکتریک).....
- ۲۶۴.....کاربرد هوای فشرده در صنعت هواپیمایی.....**
- ۲۶۴.....سیستم هوای تهویه مطبوع هواپیماها و هلیکوپترهای کوچک.....
- ۲۶۸.....تهیه هوای خنک.....
- ۲۶۹.....تهویه مطبوع Ventilation.....
- ۲۷۷.....تهویه مطبوع Air Conditioning.....
- ۲۷۸.....تهویه مطبوع (Ventilation System).....
- ۲۸۲.....کنترل رطوبت Humidity Control System.....
- ۲۸۲.....تهیه هوای فشرده جهت کابین (Pressurisation).....
- ۲۸۳.....سیستم تهیه گرما و سرما در هواپیماهای جت.....
- ۲۹۲.....ضمیمه.....
- ۲۹۸.....پیدا کردن قطر داخلی لوله‌ها بر حسب نومنوگرام.....

«به نام بیگانه مهندس هستی»

مقدمه

استفاده از انرژی هوای فشرده در دنیای صنعتی نوین به یکی از ابزارهای اصلی صنعت تبدیل شده است. شناخت این انرژی و استفاده بهینه از آن می‌تواند نقش مهمی در انتخاب شیوه‌های نوین کار و افزایش بهره‌وری و تولید داشته باشد.

کتاب حاضر حاصل تلاش مرکز آموزش گروه صنعتی هوایار و با اعتقاد به کار پایه‌ای خود در امر انتقال و شناخت تکنولوژی هوای فشرده جهت میهن عزیزمان ایران می‌باشد.

کتاب تکنولوژی هوای فشرده برای اولین بار در ایران انتشار می‌یابد و با توجه به کاربرد فراوان و کارآیی روزافزون هوای فشرده نسبت به انواع دیگر انرژی‌ها امکان جدیدی را در به کارگیری این انرژی در صنعت مطرح می‌سازد.

نکات فنی کتاب به گونه‌ای تدوین گردیده است که حاصل امر نه تنها مورد استفاده دانشجویان و اساتید محترم دانشگاه‌های صنعتی کشور قرار می‌گیرد بلکه صنعتگران محترم نیز از آن بهره‌مند می‌گردند.

در ترجمه و گردآوری مطالب تلاش شده است که برای هر کلمه بیگانه جایگزین مناسب انتخاب گردد، این اثر را با یاری و خواست خداوند و به خاطر علاقه‌ای که به ایران و هم‌وطنان عزیز دارم تهیه نمودم و تلاشم را در حد توان و امکانات بکار بردم تا لاقلاً مقداری از وظیفه و مسئولیتی را که به عهده هر ایرانی است و من نیز از آن

مستثنی نیستم انجام داده و ضمناً زکات علم را که نشر آن است
پرداخته باشم.

کار بدون نقص مختص یگانه مهندس هستی است و اکثر کارهای
انسانی نیز بدون نقص نیستند لذا در صورت کاستی یا نقص جهت
بهبتر شدن این کتاب در چاپ‌های بعدی یاری شما را می‌طلبیم.

علی مرادی

۰۹۱۲-۲۵۸۷۸۰۱

مدرس دوره‌های صنعتی مکانیکال

خواص هوا

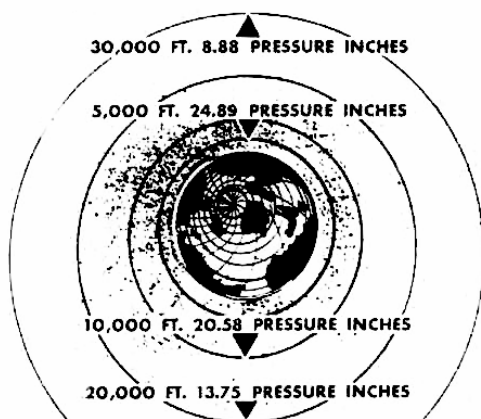
جو اطراف کره زمین را هوا تشکیل می‌دهد هوای تمیز و خشک دارای ۷۸ درصد نیتروژن و ۲۱ درصد اکسیژن و ۱ درصد گازهای دیگر است.

ترکیب هوا تا ارتفاع ۲۵ کیلومتری از سطح زمین تقریباً یکسان است ولی فشار آن یا به عبارتی تراکم مولکول‌ها با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد.

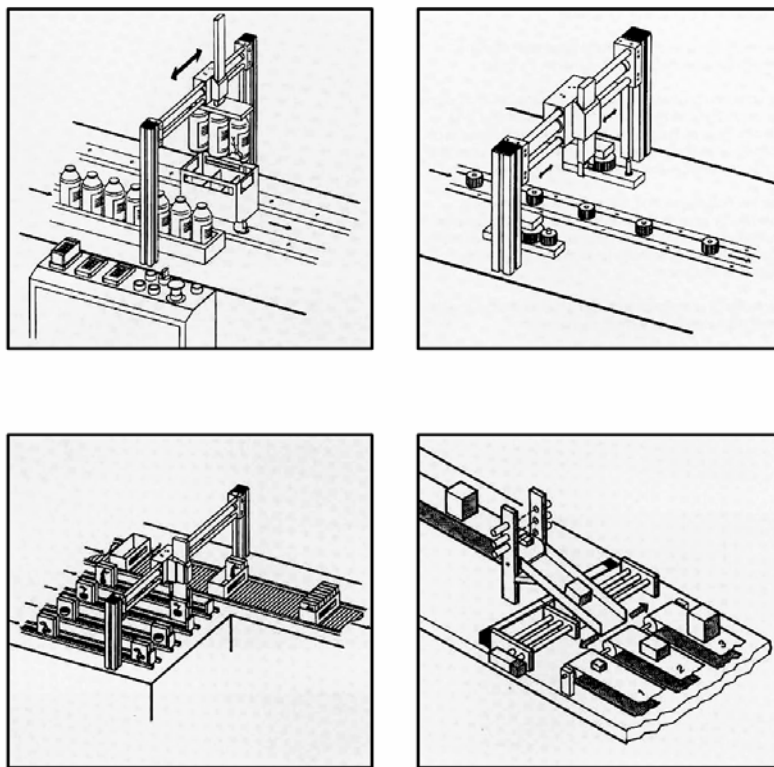
ضمناً درجه حرارت محیطی نیز روی فشار هوا (تراکم مولکول‌ها) اثر می‌گذارد با افزایش درجه حرارت فشار هوا کاهش می‌یابد لذا نواحی گرم نسبت به نواحی سرد فشار هوای کمتری را دارند در مبحث تولید هوای فشرده و کمپرسورها که فصل بعدی این کتاب است در مورد مکانی که کمپرسور نصب می‌گردد از لحاظ درجه حرارت محیطی، ارتفاع از سطح دریا، و رطوبت محیطی که بر راندمان کمپرسور اثر می‌گذارند اشاره می‌شوند. رطوبت هوا بستگی به مناطق مختلف متغیر است هر چه درجه حرارت هوا بیشتر باشد مقدار رطوبت نیز بیشتر است. اصطلاح DEW.POINT دمایی است که درصد رطوبت یا به عبارتی مقدار بخار آب موجود در هوا را مشخص می‌نماید.

هوای فشرده‌ای که جهت مصرف در سیستم‌های مصرف کننده هوای فشرده استفاده

می‌شود هر چه قدر که دمایی پایین‌تری داشته باشد دارای درصد رطوبت کمتری (DEW.POINT) کمتری است لذا بهتر می‌باشد بدین دلیل در سیستم‌های آماده‌سازی هوای فشرده سعی می‌شود تا دمایی هوای فشرده بیشتر کاهش یابد تا رطوبت کمتری درون هوای فشرده باشد.



انرژی هوای فشرده یکی از انرژی‌های مهم و جهانی است که در اکثر کارخانجات و خطوط تولید استفاده می‌گردد در خطوط تولیدی می‌توان به کاربردهای (POWER.TOOLS) ابزارهایی که با استفاده از هوای فشرده کار می‌کنند مانند دریل‌ها و آچارهای بادی و نیز حرکات شفت‌های دورانی و خطی انواع سیلندرها ROTARY and INDUSTRIAL. AUTOMATION در خطوط اتوماتیک کارخانجات LINER CYLINDER که به نام اتوماسیون صنعتی نامیده می‌شوند اشاره نمود.



خواص انرژی هوای فشرده

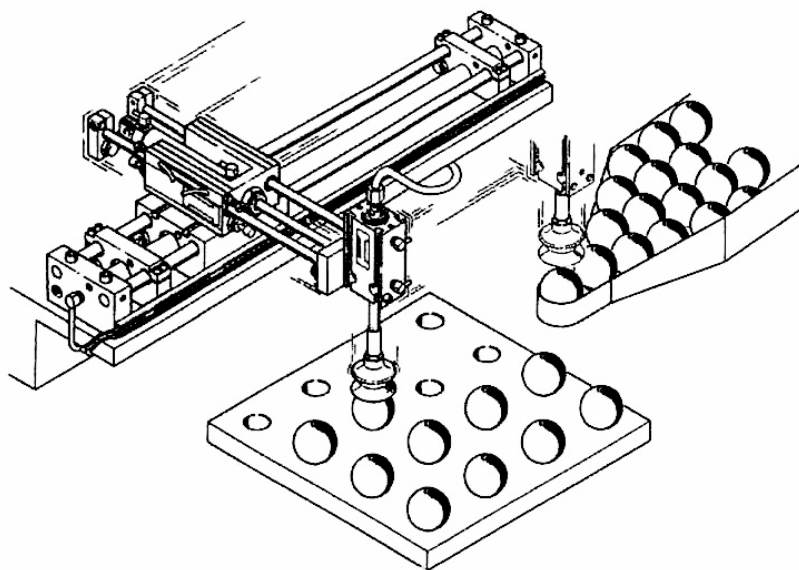
به صورت خلاصه عبارتند از:

- عامل اصلی انجام کار در سیستم‌های هوای فشرده COMPRESSED.AIR.SYSTEM

هوا است و هوا در همه جای روی کره زمین بوفور در دسترس می‌باشد.

- هوای فشرده را می‌توان توسط لوله‌کشی به نقاط مختلف کارخانجات جهت مصرف انتقال داد.
- هوای فشرده را می‌توان در مخازن مخصوص انباشت و حتی انتقال داد برای مثال جهت مصارف کارخانجات جنگ‌افزار که معمولاً در تأسیسات زیرزمینی قرار دارند یا جهت دریل‌های بادی و دریل واگن‌هایی که در تونل‌ها با هوای فشرده کار می‌کنند و عملکرد کمپرسور وجود ندارد مثل ارتفاعات و مکانهایی نظیر زیرآب.
- افزایش و یا کاهش دما اثرات مخرب و سوپی بر روی عمل کننده‌ها و سیستم‌های مصرف کننده هوای فشرده ندارد و نوسانات حرارتی از عملکرد سیستم جلوگیری نمی‌کند.
- هوای فشرده خطر انفجار و آتش‌سوزی ندارد بدین دلیل تأسیسات حفاظتی نیز نیاز ندارد.
- در صورت توقف دستگاه‌هایی که با هوای فشرده کار می‌کنند به اکثر آنها صدمه‌ای وارد نمی‌شود.
- هوای فشرده نسبت به سیستم هیدرولیک بسیار تمیزتر است و بدین دلیل در کارخانجات مواد غذایی، دارویی، شیمیایی و صنایع مشابه فقط از هوای فشرده جهت پروسه تولید و بسته‌بندی استفاده می‌گردد.
- سیستم‌هایی که با هوای فشرده کار می‌کنند دارای قطعاتی هستند که ساختمان داخلی ساده‌ای دارند لذا تعمیر و نگهداری اینگونه قطعات از سیستم‌های مشابه کاری نظیر هیدرولیک و الکتریک بسیار راحت‌تر می‌باشد.
- عوامل سرعت و قدرت در سیستم‌هایی که با هوای فشرده کار می‌کنند قابل تنظیم است فشار را با رگولاتور و سرعت یا دبی را با فلوکنترل تنظیم می‌کنیم.
- به دلیل عملکرد بدون جرقه موتورهای پینوماتیکی یا AIR MOTOR,S و نیز کلیه عناصری که با هوای فشرده کار می‌کنند (به دلیل عدم وجود بوبین و خاصیت ضد القایی در انواع شیرها و سیلندرها در صنایعی که خطر انفجار دارد نظیر مواد شیمیایی و جنگ‌افزار فقط از هوای فشرده استفاده می‌گردد.
- چون نشت هوا (بخصوص هوای فشرده‌ای که فیلتراسیون و آماده‌سازی شده است) از عناصر پینوماتیکی روی سیستم‌ها و نیز محصولات تولیدی اثر سوپی ندارد فقط در کارخانجات صنایع دارویی و غذایی از انرژی هوای فشرده در پروسه تولید استفاده می‌شود و مجاز به استفاده از سیستم‌های هیدرولیکی نیستند.

قابل ذکر است نسل جدید کارخانجات دارای سیستم لوله‌کشی بخصوصی می‌باشند که هوای مصرف شده توسط دستگاه‌های مصرف کننده از طریق لوله‌کشی به خارج از سالن تولید هدایت و تخلیه شده و در بعضی از موارد حتی وارد مخازنی می‌گردد تا مجدداً به ورودی کمپرسور وارد شود (تولید هوای فشرده با سیکل بسته).



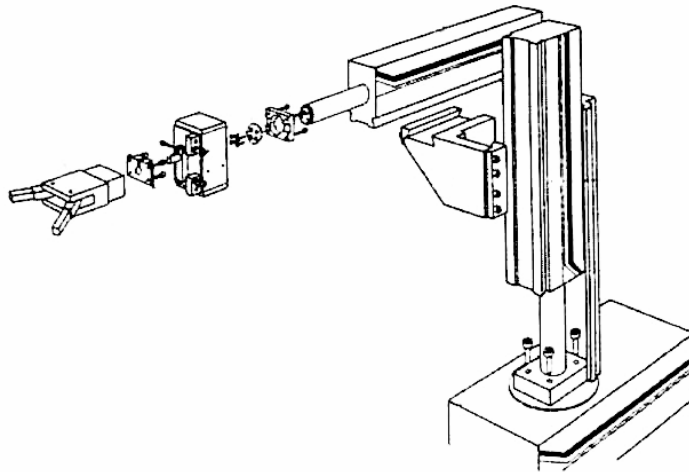
تصویر ماشین شانه‌بندی توپ که توسط هوای فشرده کار می‌کند.

کاربردهای دیگری نیز از هوای فشرده در صنایع امروزی وجود دارد که بسیار باارزش می‌باشد نظیر حرکات روبات‌ها ROBOTS در صنایع مونتاژ قطعات خودروها که با استفاده از هوای فشرده بازوهای حرکت نموده و در انتهای بازوها انگشتان پنوماتیکی که به نام گیرنده یا گریپر خوانده می‌شود و نیز کلاهک‌های مکش SUCTON.CUP وجود دارد که قطعات را گرفته جابجا می‌نمایند.

نسل جدید خودروهایی که در حال بهینه‌سازی یا MODIFICATION هستند و قرار است وارد صنعت حمل و نقل شوند نیز خودروهایی هستند که با هوای فشرده کار می‌کنند که به نام پنوماتیک موبیل PNEUMATIC.MOBIL نامیده می‌شود.

خلاصه می‌توان گفت بدون استفاده از هوای فشرده صنایع تا این حد پیشرفت نمی‌کردند و حتی در بعضی از موارد نظیر صنایع جنگ‌افزارسازی و صنایع دارویی و

شیمیایی وجود هوای فشرده جزو واجبات است و تنها با استفاده از هوای فشرده این نوع کارخانجات ادامه کار می‌دهند.



یک روبات با پایه ثابت جهت اعمال تولید و بسته‌بندی در صنعت که توسط هوای فشرده کار می‌کند.

کاربردهایی هوای فشرده

به صورت خلاصه کاربردهایی از هوای فشرده عبارتند از:

- ۱- استفاده از هوای فشرده جهت اسپری رنگ PAINT.SPRAY
- ۲- استفاده از هوای فشرده جهت پاشش بتن در حجم زیاد شات کریت SHUT.KRIT
- ۳- استفاده از هوای فشرده جهت کارکرد ابزارهای دمشی (دریل‌ها DRILL ، ورق برها SNIPS ، آچارها AIR.GUNS و ...)
- ۴- استفاده از هوای فشرده در اتوماسیون صنعتی (کارکرد اتوماتیک کارخانجات)
- ۵- استفاده از هوای فشرده در ضربه‌گیری BELOW.CYLINDER (سیلندرهای ضربه‌گیر در خودروهای سنگین و واگن مترو و...)
- ۶- استفاده از هوای فشرده در اتاق تمیز (محیطی بدون گرد و غبار جهت مونتاژ قطعات حساس) به نام clean.ROOM

۷- استفاده از هوای فشرده جهت جابجایی قطعات سنگین‌وزن مثل هاورگرافت و ایراسکیت

۸- استفاده از هوای فشرده جهت حرکت کانوایرها یا نوار نقاله‌هایی که با موتورهای بادی AIR.MOTOR کار می‌کنند.

۹- کاربرد هوای فشرده در دستگاه‌های تهویه مطبوع AIR.CONDITION.SYSTEM

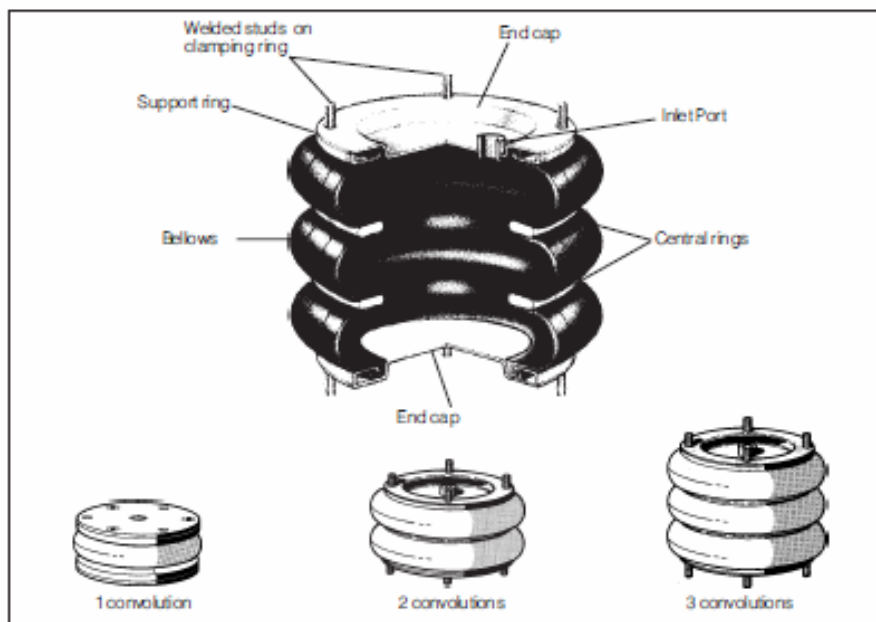
۱۰- کاربرد هوای فشرده در سنسورهای بادی یا پینوماتیکی و ابزار دقیق Pressure .INSTRUMENT.SENSORS

۱۱- استفاده از هوای فشرده در تهیه خلاء یا فشار منفی توسط شیرهای مخصوص

VACUM.TRANSPORTATION خلاء‌ساز برای جابجایی اشیاء در کارخانجات

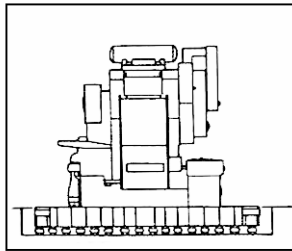
۱۲- استفاده از هوای فشرده جهت کارکرد موتورهای جت در هواپیماها و هلی‌کوپترها و

توربوپمپ و توربوکمپرسور در تلمبه‌خانه‌های نفت و گاز

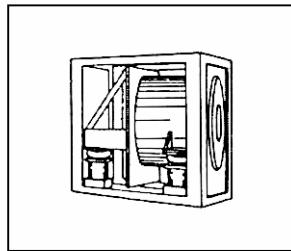


سیلندرهای دیافراگمی یا بادکنکی : Below.cylinder

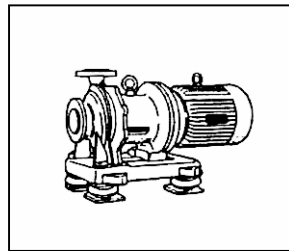
تصاویری از سیلندرهاى محفظه‌ای یا بادکنکى که توسط هوای فشرده عمل می‌کنند. این نوع سیلندرها جهت ضربه‌گیری در پایه دستگاه‌های دارای لرزش نظیر موتورهای کمپرسور و دستگاه‌های ایجادکننده لرزش استفاده می‌شوند و سیلندرهاى ضد لرزش نام دارند.



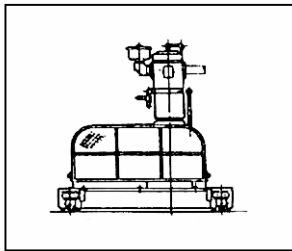
پرس های سنگین



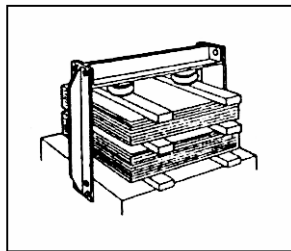
ماشین لباسشویی صنعتی



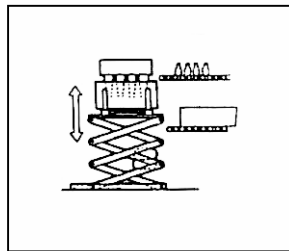
در پایه پمپ آب



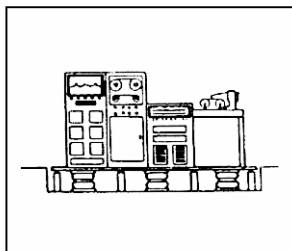
کمپرسور هوا



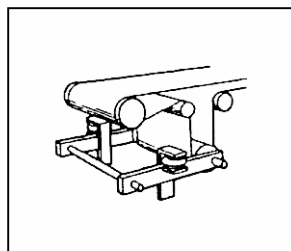
پرس چسب و روکش چوب



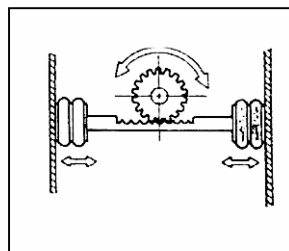
صنعت بسته بندی



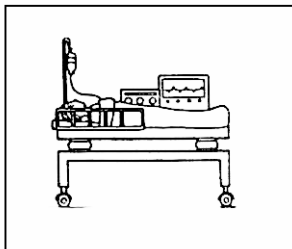
حفاظت از آلات دقیق



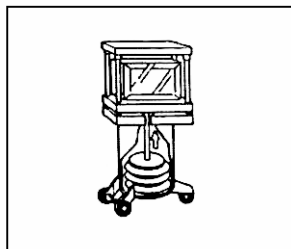
بلند کردن کمر بند صنعتی



ضربه گیر چفت در حال چرخش



لوازم بیمارستانی


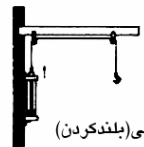
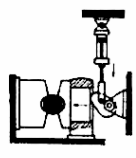
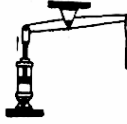
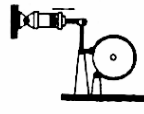
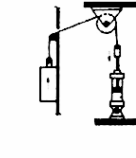
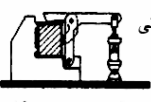
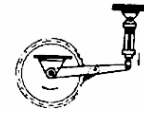
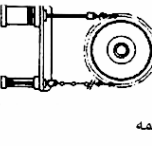
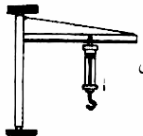
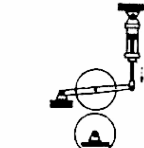
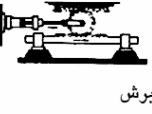
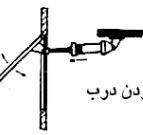
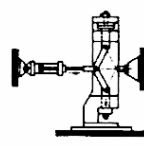
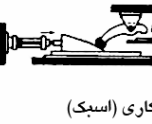
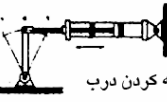
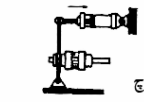
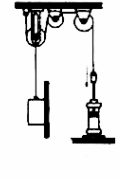
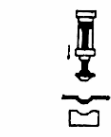


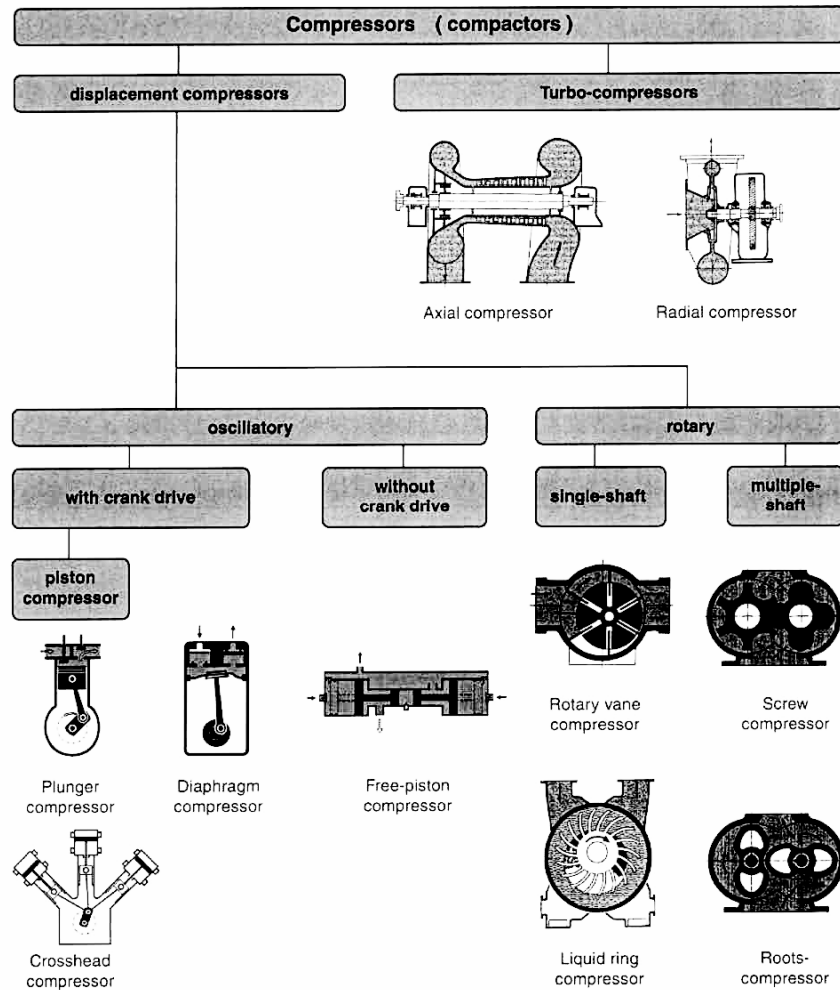
پرس آشغال



سکوی کاری

کاربرد هوای فشرده توسط سیلندر پنوماتیکی

 <p>جابجایی وزنه</p>	 <p>استفاده جرتقیلی (بلندکردن)</p>	 <p>محکم کردن گیره</p>
 <p>وزنه برداری</p>	 <p>جابجایی غلطک</p>	 <p>بلند کردن وزنه</p>
 <p>گیره صنعتی</p>	 <p>ترمز صنعتی</p>	 <p>سفت کردن تسمه</p>
 <p>وزنه برداری</p>	 <p>ترمز غلطک</p>	 <p>جابجایی تیغه برش</p>
 <p>بازوبسته کردن درب</p>	 <p>گیره</p>	 <p>جابجایی اهرم کاری (اسبک)</p>
 <p>بازوبسته کردن درب</p>	 <p>درگیر کردن کلاچ</p>	 <p>جابجایی قطعات</p>
 <p>پرسکاری</p>		



دسته‌بندی انواع کمپرسورها: TYPE OF COMPRESSORS

کمپرسورها یا دستگاه‌های تولید کننده هوای فشرده طبق دسته‌بندی جهانی به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند کمپرسورهای جابجایی و کمپرسورهای دینامیکی یا سیالی، کمپرسور پیستونی یکی از انواع کمپرسورهای جابجایی است با حرکت پیستون به سمت پایین از مجرای مکش یا ورودی، هوا وارد محفظه سیلندر گردیده و زمانی که پیستون به سمت بالا حرکت می‌نماید مجرای مکش بسته و مجرای خروجی بعد از این که تا حد معینی هوا توسط پیستون متراکم گردید باز شده و هوای فشرده از آن خارج می‌گردد این

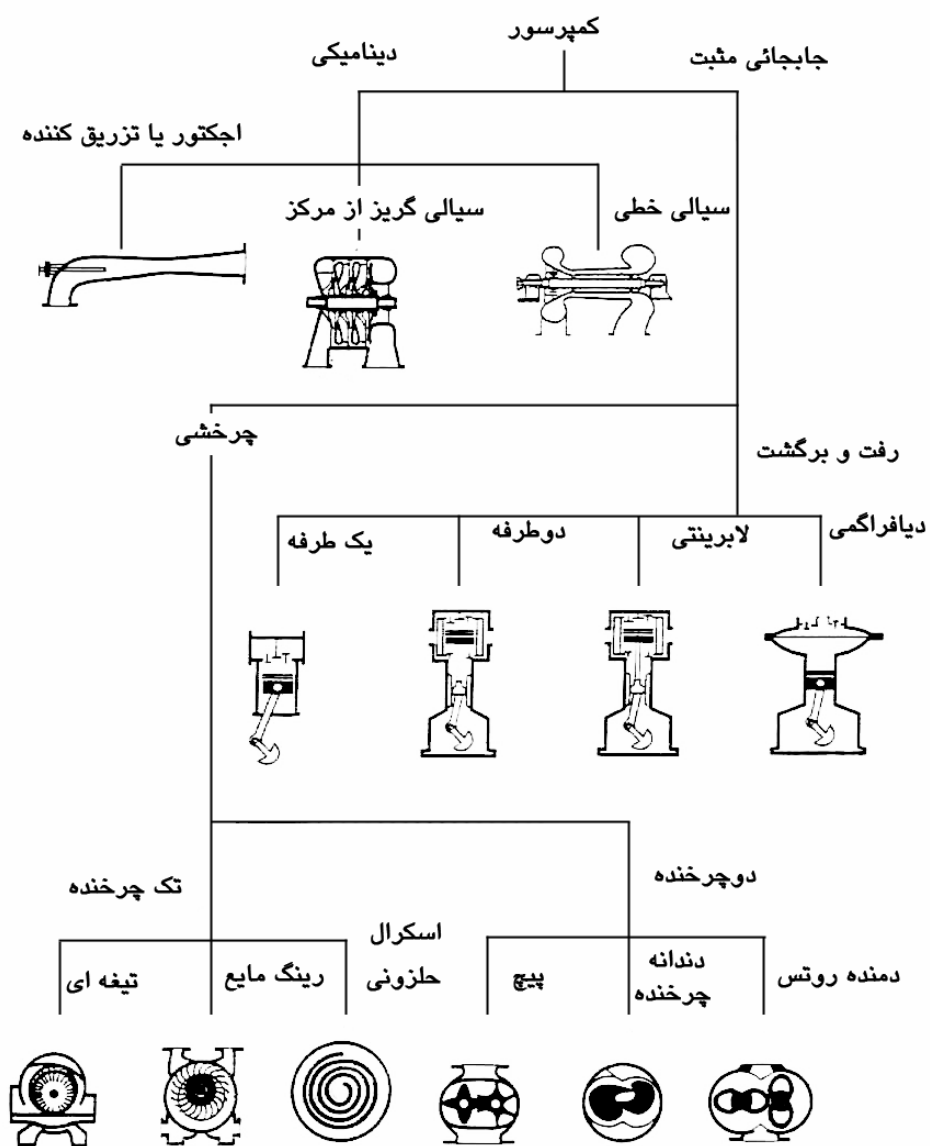
نوع کمپرسور مقدار معینی هوا را در محفظه خود محبوس نموده متراکم کرده و از خروجی کمپرسور خارج می‌سازد را جابجایی مثبت می‌نامند یعنی مقدار معینی هوا را در هر مرحله یا کورس حرکتی خود کمپرس می‌نماید به عبارت دیگر خروجی هوای فشرده آن در هر مرحله با مرحله بعدی یکی است و چون یک حجم معین هوا را کمپرس و جابجا می‌نماید جابجایی مثبت نام دارد.

در انواع دیگر کمپرسورهای جابجایی مثبت نیز این مسئله صادق است یعنی در هر مرحله کاری مقدار معینی هوا وارد کمپرسور گردیده متراکم شده و خارج می‌گردد مثلاً در کمپرسور تیغه‌ای هوای ورودی به اتاقک‌های داخل کمپرسور در هر چرخش یا دور یکسان است و چون هوا وارد کمپرسور گردیده و جابجا می‌گردد و مقدار هوای خروجی در تمام کورس‌ها یا مراحل حرکتی یکسان است مثبت یا به عبارتی جابجایی مثبت نامیده می‌شود. در کمپرسور دینامیکی یا حرکتی یا سیالی (توربو کمپرسورها) هوا توسط قطعه‌ای متحرک که با سرعت زیادی دوران یا چرخش می‌کند مکیده شده سرعت هوا زیاد گردیده سپس وارد محفظه‌هایی با فرم بخصوص گردیده که در این محفظه‌ها سرعت به فشار تبدیل می‌گردد کمپرسورهای دینامیکی سه دسته هستند کمپرسورهای دینامیکی با جریان هوای گریز از مرکز CENTRIFUGAL.FLOW با جریان هوای خطی AXIALFLOW و نوع دیگری از کمپرسورها که قطعات متحرکی ندارد ولی چون اصول و اساس کاری آن مانند این دو نوع کمپرسور است جزو این دسته‌بندی قرار می‌گیرد که اجکتور نام دارد. از اجکتور جهت ترکیب کردن سیالات در حجم بسیار زیاد استفاده می‌گردد. به طور کلی کمپرسورهای جابجایی به دو دسته اصلی با حرکت قطعه متحرک به صورت رفت و برگشت که RECIPROCATING نام دارد و به نام کمپرسور پیستونی نیز مشهور می‌باشد و با حرکت قطعه متحرک دورانی تقسیم می‌شوند.

کمپرسورهای جابجایی مثبت دورانی نیز به کمپرسورهای دارای یک قطعه چرخنده و دو قطعه چرخنده تقسیم می‌شوند که در مباحث بعدی در مورد آنها بیشتر توضیح داده خواهد شد.

بطور کلی با توجه به تصویر می‌توان گفت کمپرسورهای پیستونی جهت تولید هوای فشرده با فشار کم، متوسط، زیاد استفاده می‌شوند. و در صورتی که نیاز به هوای فشرده با فشار بالا باشد فقط از کمپرسور پیستونی استفاده می‌شود.

جهت تهیه هوای فشرده با حجم بسیار یا به عبارتی دبی یا دمش بالا از کمپرسورهای سیالی یا توربو کمپرسور استفاده می‌شود.



دسته بندی کمپرسورها

بطور کلی سیستم‌های هوای فشرده به دو دسته کم فشار و پرفشار تقسیم می‌شوند

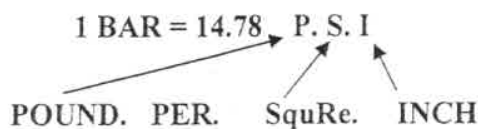
HIGH. Press.compressed.AIR → 0 T12BAR

LOW. Press.compressed.AIR → 12 BAR OMP

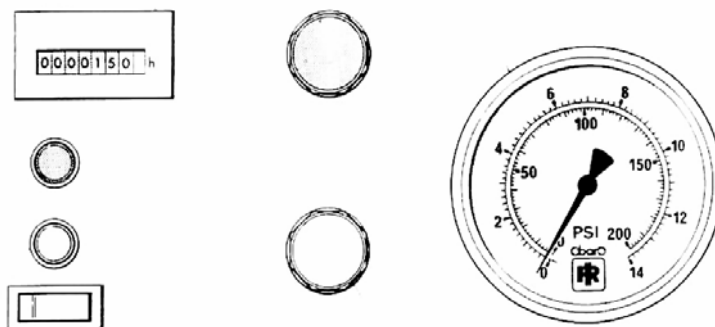
کم فشار	صفر الی	۱۲ بار
پرفشار	۱۲ بار به	بالا

قابل ذکر است فشار واحدهای مختلفی از قبیل پاسکال اینچ جیوه‌بار. پی‌اس آی دارد

لیکن در صنایع بیشتر از واحدهای BAR و P.S.I استفاده می‌شود بدین دلیل اکثر عقربه‌ها یا گیج‌های نشان‌دهنده فشار دارای صفحه مدرج به BAR و P.S.I هستند.



فشار یک پیوند بر یک اینچ مربع دارد.



امروزه سیستم‌های هوای فشرده به ۳ دسته تقسیم می‌شوند

۱- کم فشار Low. Pressure 0 → 12 BAR (صفر تا ۱۲ بار)

۲- فشار متوسط Medium. Pressure 12 → 45 BAR (۱۲ تا ۴۵ بار)

۳- پرفشار High. Pressure 45 → Toup (از ۴۵ بار به بالا)

واحد دبی یا دمش یا خروجی کمپرسورهای کوچک لیتر در ثانیه و لیتر در دقیقه

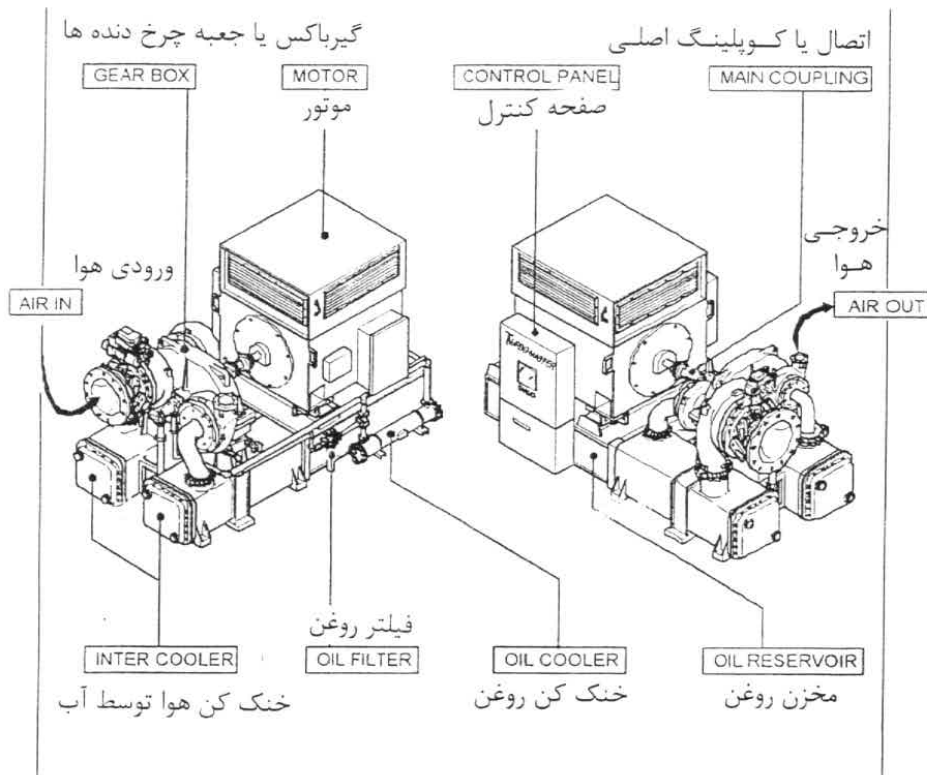
می‌باشد ولی برای کمپرسورهای با خروجی یا به عبارتی حجم هوای زیاد واحد متر مکعب

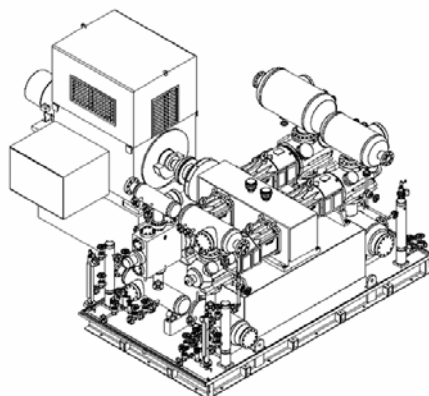
در ساعت استفاده می‌گردد.

کمپرسورها را از لحاظ ظرفیت به سه دسته تقسیم می‌کنند.

کمپرسورهای کوچک	صفر الی ۴۰ لیتر در ثانیه
کمپرسورهای متوسط	۴۰ الی ۳۰۰ لیتر در ثانیه
کمپرسورهای بزرگ	۳۰۰ لیتر در ثانیه به بالا

قبل از این که به بحث در مورد شناخت ساختمان داخلی و نحوه کار کمپرسورها بپردازیم قابل ذکر است که توسط کمپرسور هوای فشرده تولید می‌گردد لیکن هوای فشرده تولید شده باید آماده‌سازی شود یعنی عملیات تصفیه یا فیلتراسیون - آب‌گیری یا کاهش رطوبت (رطوبت زدایی) - خشک کاری روی هوای فشرده صورت پذیرد لذا ابتدا به بحث در مورد کمپرسورها پرداخته سپس به بحث در مورد انواع طرق آماده‌سازی می‌پردازیم.

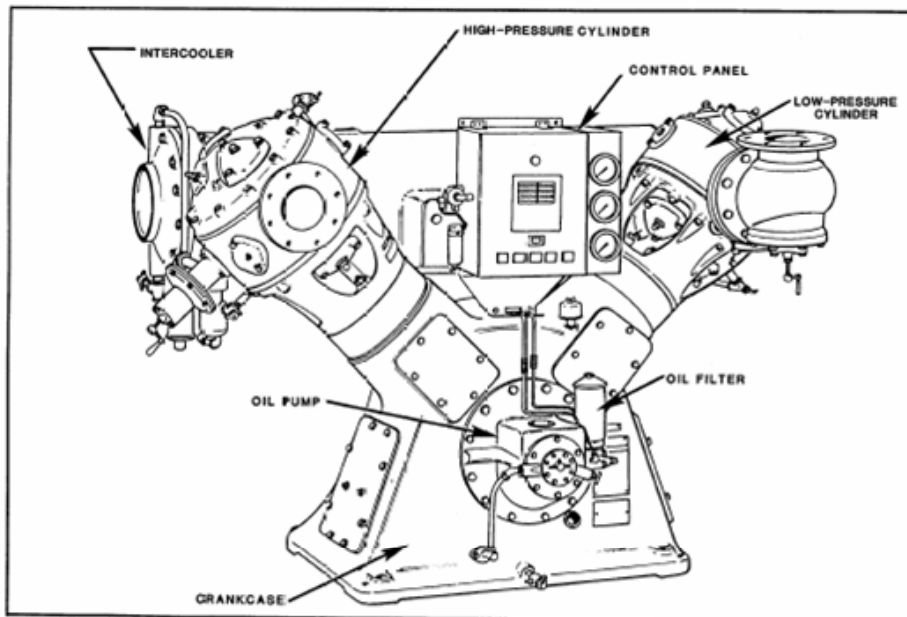




Type	Symbol	Op.diagram	Pressure range [bar]	Volume flow [m ³ h]
Plunger compressor			10 (1-stage) 35 (2-stage)	120 600
Crosshead compressor			10 (1-stage) 35 (2-stage)	120 600
Diaphragm compressor			low	low
Free piston compressor			limited use as gas generator	
Rotary vane compressor			16	4500
Liquid ring compressor			10	
Screw compressor			22	750
Root compressor			1.6	1200
Axial-compressor			10	200000
Radial-compressor			10	200000

کمپرسورهای پیستونی

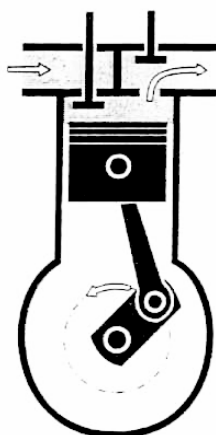
PISTON.COMPRESSOR



کمپرسورهای پیستونی از قدیمی‌ترین و فراوان‌ترین کمپرسورها بشمار می‌روند در مدل‌های یک سیلندر تا چند سیلندر و در انواع روغن‌کاری شونده OIL LUBRICANT و بدون روغن OIL.FREE و در مدل‌های مختلفی ساخته می‌شوند. مدل V فراوانترین مدل دو سیلندر بشمار می‌رود انواع بزرگ این نوع کمپرسور به صورت L ساخته می‌شود. همانگونه که قبلاً مختصراً توضیح داده شده اساس کاری کمپرسور پیستونی به صورتی است که قطعه پیستون مانندی داخل سیلندری قرار دارد که با حرکات رفت و برگشتی پیستون درون سیلندر و باز و بسته شدن دریچه‌های ورودی و خروجی که توسط صفحاتی فلزی به نام VALVE.PLATE مسدود شده‌اند هوا از مجرای ورودی وارد محفظه می‌گردد و زمانی که تا حد معینی فشرده گردید مجرای خروجی باز و هوای فشرده از این مجرا خارج می‌گردد. حدی معین را نیروی فنرهای مسدود کننده دریچه‌ها مشخص می‌کند. تلمبه دوچرخه یک مثال بسیار ساده از کمپرسور پیستونی است توسط حرکت پیستون هوا مکش و تراکم و تخلیه می‌گردد.

نام دیگر کمپرسور پیستونی کمپرسور رفت و برگشتی است زیرا پیستون داخل سیلندر دارای حرکت رفت و برگشتی می‌باشد.

حرکت رفت و برگشت پیستون توسط شاتون یا دسته پیستونی که به میل لنگ متصل است صورت می‌پذیرد میل لنگ نیز معمولاً توسط انرژی الکتروموتوری که با شفت میل لنگ درگیر یا به عبارتی کوپل گردیده می‌چرخد.



کمپرسور پیستونی

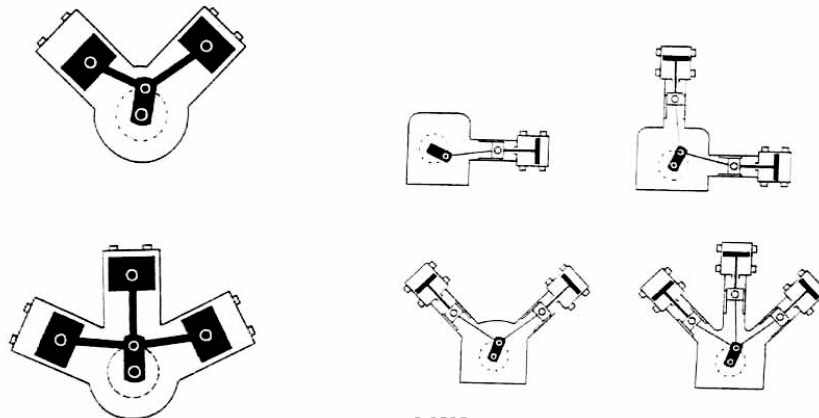


سمبل کمپرسور پیستونی

در اکثر کمپرسورها از روغن جهت اعمال روانکاری LOBRICATING تمیزکاری CLEANING - خنک‌کاری COOLING - آب‌بندی SEALING استفاده می‌شود در کمپرسورهای پیستونی نیز از روغن استفاده می‌شود و نحوه روغن‌کاری در کمپرسورهای کوچک پیستونی به صورت پاشش یا پرتاب روغن که OIL.SPLASH نام دارد صورت می‌پذیرد بدین طریق که درون پوسته کمپرسور روغن موجود است توسط میل‌لنگ و چرخش آن لنگ‌ها درون روغن فرو رفته و زمانی که بر اثر چرخش بالا می‌آیند روغن را مانند قاشقک به جدار داخلی سیلندر، رینگ‌ها، پین پیستون می‌رساند ضمناً خود میل‌لنگ و یاتاقان‌های آن نیز درون روغن می‌چرخند که بدین طریق خود روغن‌کاری می‌شوند.

وجود روغن در کمپرسورها جهت افزایش طول عمر و جلوگیری از فرسایش بسیار مهم است لیکن روغن موجود در کمپرسورها روی کیفیت هوای خروجی کمپرسور اثر می‌نماید و با توجه به تدابیری که در ساختمان داخلی کمپرسور در نظر گرفته شده است مثل رینگ‌های پاک‌کننده روغن یا رینگ روغنی OIL RING که روغن روی جدار داخلی سیلندر را پاک می‌کنند باز مقداری روغن بر اثر حرارت حاصله از کارکرد کمپرسور بخار گردیده و وارد هوای فشرده می‌گردد.

کمپرسور پیستونی با ترتیب سیلندرها بصورت V



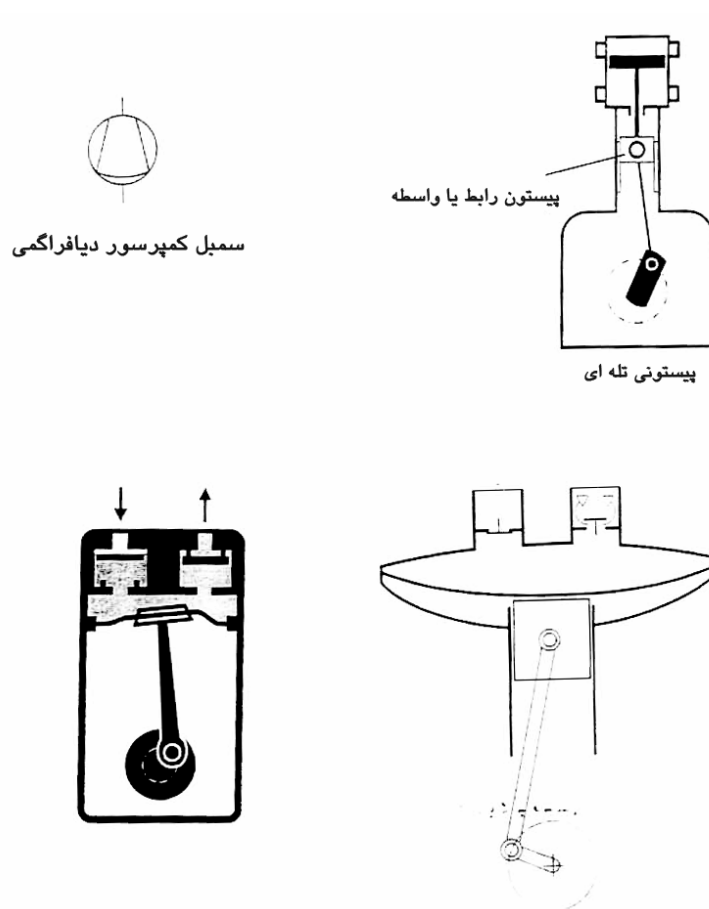
انواع کمپرسورهای تنه ای بصورت افقی W.V.L

کمپرسور پیستونی با ترتیب سیلندرها بصورت W

هوای فشرده دارای روغن، به خصوص روغن کمپرسور که بر اثر فشار بین رینگ‌ها و جدار داخلی سیلندر تغییر رنگ و ماهیت داده جهت مصرف سیستم‌های مصرف کننده

هوای فشرده بویژه صنایع دارویی و غذایی مضر است لذا باید از طریقی جلوی نفوذ روغن به درون هوای فشرده گرفته شود که عبارتند از:

- ۱- کمپرسور پیستونی دیافراگمی
- ۲- کمپرسور پیستونی با رینگ‌های از جنس PTFE
- ۳- کمپرسور پیستونی لابریتی



سمبل کمپرسور دیافراگمی

پیستون رابط یا واسطه

پیستونی تله ای

کمپرسور نوع دیافراگمی

جهت جلوگیری از ورود روغنی که جهت روانکاری در کمپرسورها مورد استفاده قرار می‌گیرد به قسمت هواساز یا کمپرس هوا از یک پیستون واسطه استفاده می‌شود که قسمت هواساز از قسمت نیروساز (یا نیرو محرکه) توسط این طرح از هم جدا شده‌اند.

همانگونه که در تصویر دیده می‌شود در کمپرسور دیافراگمی قسمت نیروساز که باعث حرکت رفت و برگشت پیستون می‌گردد و بایستی روغن کاری شود از قسمت محفظه فشار ساز یا هواساز توسط دیافراگمی جدا گردیده است قابل ذکر است دیافراگم از نوع تقویت شده با لایه‌هایی از جنس لاستیک و توری فلزی و یا بافته‌های پارچه‌ای می‌باشد.

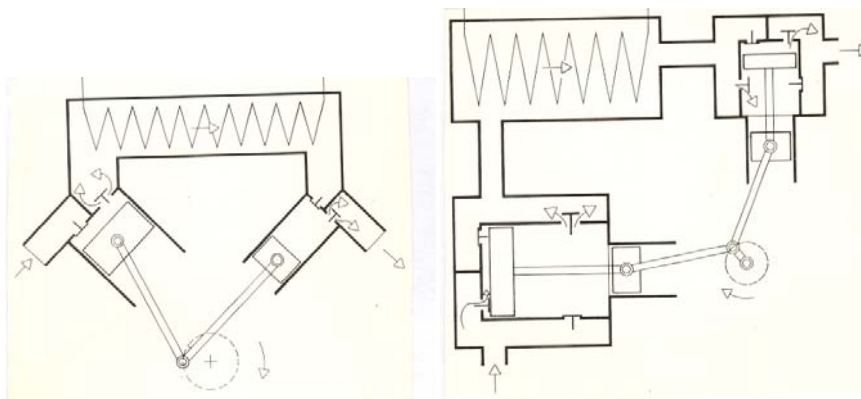
در بعضی از انواع کمپرسور بدون روغن یا OIL.FREE از رینگ‌های با جنس P.T.F.E استفاده می‌کنند در انواع دیگری از کمپرسورها نیز از نوعی وسایل آب‌بندی کننده به نام SEAL استفاده می‌کنند بدین صورت که شفت یا میله‌ای که حرکت رفت و برگشت پیستون را فراهم می‌سازد از درون قطعه‌ای عبور نموده که جلوی نفوذ روغن را از قسمت پایینی به قسمت بالایی یا محفظه هواساز می‌گیرد. جنس سیل‌ها از کربن و گاهی فلز است دارای عمر بیشتری از نوع کربنی می‌باشد لیکن راندمان و کارایی کربن سیل بیشتر از نوع فلزی یا تفلون است.

در صورتی که کمپرسور دارای یک سیلندر باشد و فقط از یک طرف سیلندر جهت فشار سازی استفاده شود تک سیلندر و به عبارتی تک مرحله‌ای و یک طرفه خوانده می‌شود.

SINGLE. STAGE + SINGLE STROKE

در صورتی که کمپرسور پیستونی دارای یک سیلندر باشد ولی دو طرف محفظه سیلندر آب‌بندی شده و هر دو طرف دارای سوپاپ‌های ورودی و خروجی باشد یعنی دو اطاقک هواساز وجود داشته باشد در این کمپرسور در هر یک بار حرکت رفت و برگشت دو اطاقک از هوا پر و خالی می‌شود که راندمان بیشتری نسبت به نوع قبلی دارد این نوع کمپرسور پیستونی را دو طرفه و تک مرحله‌ای می‌نامند.

SINGLE. STAGE + DOUBLE ACTING



کمپرسور پیستونی دارای ۳ سیلندر را ۳ مرحله‌ای STAGE و ۴ سیلندر را ۴ مرحله‌ای 4STAGE می‌نامند.

در تصویر کمپرسور دارای ۲ پیستون یعنی ۲ مرحله‌ای و هر سیلندر نیز در دو طرف دارای اتاقک‌هایی است که فشارسازی در هر مرحله یا کورس توسط ۲ اتاقک صورت می‌پذیرد لذا به نام دومرحله‌ای و دوطرفه TWO STAGE. TWO STROKE نام دارد.

هر چه تعداد سیلندرها بیشتر باشد کمپرسور پیستونی فشار بیشتری را تولید می‌کند.

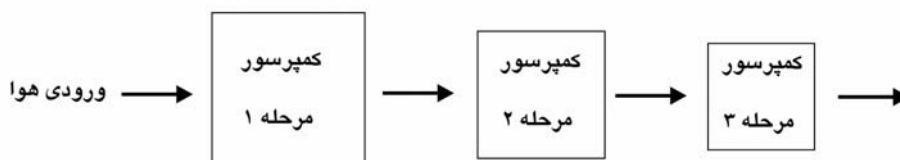
کمپرسورهای پیستونی تک سیلندر معمولاً تا ۱۰ بار فشار تولید می‌کنند.

کمپرسورهای پیستونی دو سیلندر معمولاً تا ۷۰ بار فشار تولید می‌کنند.

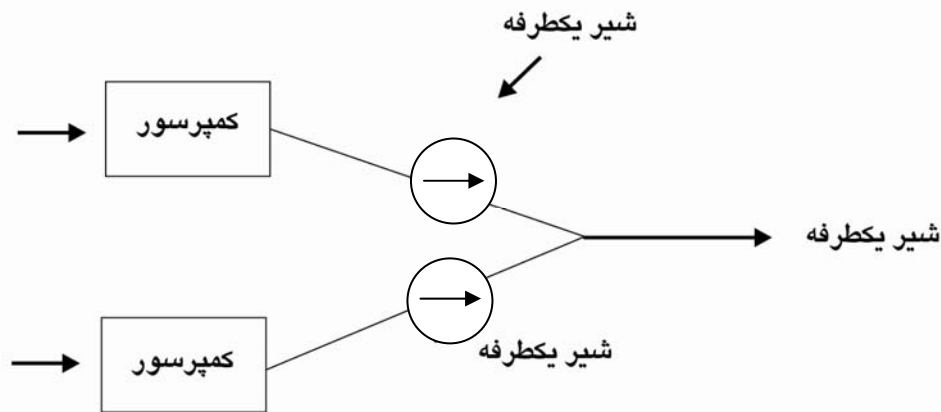
کمپرسورهای پیستونی دوسیلندر به بالا در بعضی انواع تا ۷۰۰ بار فشار تولید می‌کنند.

در کمپرسورهای پیستونی چند مرحله‌ای معمولاً سیلندر پیستونی اولی از سیلندر و پیستون دومی بزرگتر است به همین ترتیب سیلندر و پیستون دومی از سومی بزرگتر است الی آخر یعنی هر مرحله تا به انتها سیلندر پیستون از مرحله قبلی کوچک‌تر است بدین دلیل که در افزایش فشار حاصله در هر مرحله حجم هوا کمتر می‌شود لذا در مرحله بعدی اتاقک هواساز کوچکتر است تا بدین ترتیب افزایش فشار حاصله حفظ و نیز در مرحله بعدی فشار هوا بیشتر شود. لذا می‌توان گفت بطور کلی در کمپرسورها زمانی که نیاز افزایش فشار است.

تعداد ردیف‌ها یا مرحله‌های کمپرسور به صورت سری است لیکن زمانی که نیاز به افزایش دبی یا دهش که واحد آن لیتر در ثانیه است می‌باشد کمپرسورها را به صورت موازی می‌سازند.



جهت افزایش فشار ردیف‌های کمپرسور به صورت سری است.

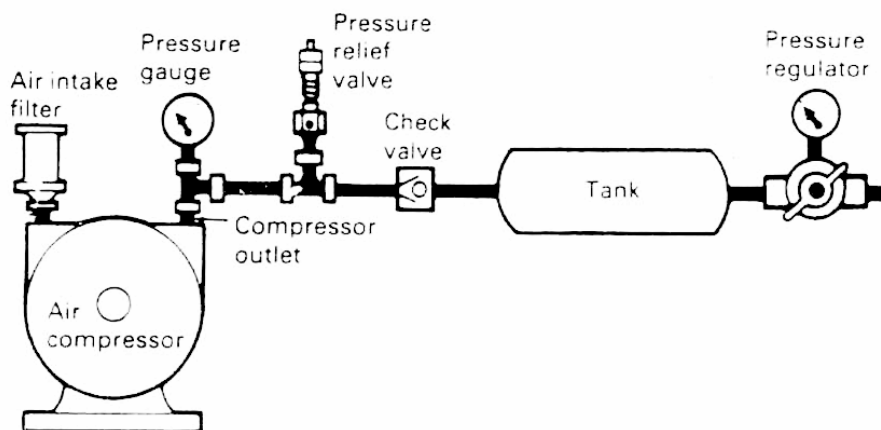


جهت افزایش دبی یا دهش کمپرسورها را به صورت موازی می‌سازند. همانگونه که می‌دانیم با عملکرد کمپرسور هوا متراکم می‌گردد عمل تراکم هوا با افزایش دما روبرو است و ضمناً بر اثر اصطلاح قطعات متحرک افزایش دمای دیگری نیز داریم افزایش دمای هوا بر اثر کارکرد کمپرسور و تراکم هوا باعث می‌گردد که علاوه بر گرم شدن قطعات کمپرسور و بدکار کردن و کاهش عمر کمپرسور محصول خروجی که هوای فشرده است نیز گرم شود هوای فشرده گرم نیز که وارد تجهیزات آماده‌سازی هوای فشرده می‌گردد باعث کاهش عمر و راندمان این تجهیزات گردیده ضمناً هوای گرم قابلیت استفاده در مصرف کننده‌ها را ندارد زیرا باعث خرابی محصول تولیدی و صدمه به مصرف کننده‌ها می‌شود لذا سعی می‌گردد تا دمای هوای فشرده در اسرع وقت کاهش یابد.

در کمپرسورهای پیستونی لوله خروجی از مرحله اول که هوای فشرده را به ورودی مرحله دوم وارد می‌سازد را به گونه‌ای می‌سازند که از درون آن لوله‌های ماریپیچ عبور داده و از درون لوله‌های ماریپیچ سیستم تبریدی (گاز فرئون) عبور داده یا آب سرد عبور می‌دهند در بعضی موارد نیز تیغه‌هایی را روی سطح خارجی لوله یا کانال انتقال هوای فشرده از هر مرحله به مرحله بعدی می‌سازند تا سطح تماس حرارتی با محیط زیاد شده و دما کاهش یابد تقریباً مانند تیغه‌های روی سرسیلندر موتور سیکلت‌ها.

در صورتی که عمل خنک‌کاری در داخل کمپرسور انجام پذیرد به این نوع سیستم خنک‌کاری و تجهیزات آن خنک‌کاری داخلی یا Inter. Cooler می‌گویند.

در صورتی که عمل خنک‌کاری بعد از خروجی هوا از کمپرسور صورت پذیرد این عمل خنک‌کاری بعد از کمپرسور افتر کولر After. Cooler نام دارد کمپرسورهای پیستونی فشار پایین زیر ۱۲ بار معمولاً همراه مخزن هستند بدین شکل که کمپرسور روی مخزن نصب می‌گردد. لیکن در کمپرسورهای بزرگ و به ویژه فشار قوی کمپرسور و مخزن جدا از یکدیگر نصب می‌گردند. بین خروجی کمپرسور و مخزن بایستی حتماً یک شیر یک‌طرفه (N.R.V) Check. Valve که نام دیگر آن شیر غیرقابل برگشت Non. Return. Valve اختصاراً (N.R.V) است قرار گیرد تا در زمان استراحت کمپرسور مادامی که کمپرسور خاموش است هوای ذخیره شده در مخزن به کمپرسور باز نگردد و هدر نرفته و ضمناً جهت جریان هوای فشرده به صورت معکوس کمپرسور را معیوب نسازد.



راندمان یک کمپرسور پیستونی به عوامل زیر بستگی دارد (عوامل اصلی در راندمان

کمپرسور)

۱- دور کمپرسور

۲- حجم محفظه فشارساز

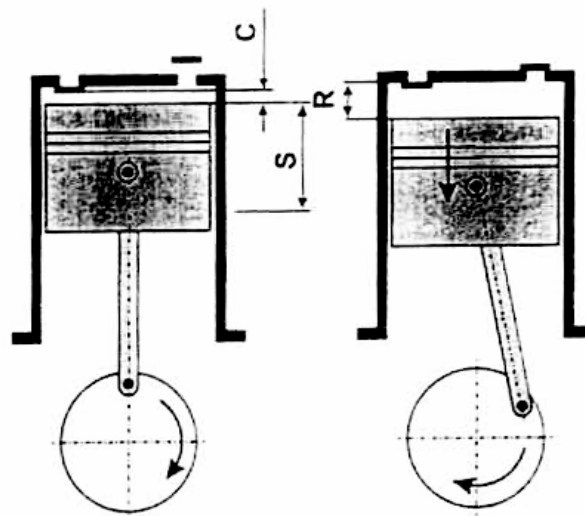
۳- آب‌بندی سوپاپ‌های ورودی و خروجی و رینگ‌های فشاری و روغنی

به غیر از سه مورد فوق عوامل فرعی وجود دارند که در راندمان کمپرسور تأثیر

می‌گذارند مانند ارتفاع نصب کمپرسور از سطح دریا، دمای محیطی که کمپرسور در آن

نصب است، مشخصات فنی خط ورودی و خط خروجی کمپرسور، رطوبت محیطی و ...

معمولاً کمپرسورهای پیستونی با مخزن یا انباره هوا در یک بلوک هستند یا به عبارتی کمپرسور روی مخزن نصب است. مخزن هوا دارای یک عدد سوپاپ یا شیر اطمینان است تا در صورت افزایش بیش از حد مجاز هوا، فشار زیادی تخلیه شود. مخزن دارای یک لوله ورودی و یک خروجی می‌باشد در عین حال در پایین‌ترین قسمت آن مجرای جهت تخلیه آب وجود دارد. مخزن هوا دارای یک عقربه نشان دهنده فشار هوا و گاهی نیز عقربه دیگری جهت نشان دادن درجه حرارت هوای مخزن می‌باشد. روی بدنه مخزن هوا یک سنسور یا حس کننده فشار هوا وجود دارد که در زمان رسیدن فشار مخزن به حد مورد نظر جریان برق الکتروموتور کمپرسور را قطع می‌نماید تا از تهیه هوای فشرده اضافی جلوگیری به عمل آید در ضمن با مصرف هوای فشرده توسط سیستم فشار هوای داخل مخزن کاهش یافته و حس گر یا سنسور مخزن با برقرار ساختن مجدد جریان برق الکتروموتور کمپرسور را فعال می‌نماید تا مجدداً کمپرسور کار کند.

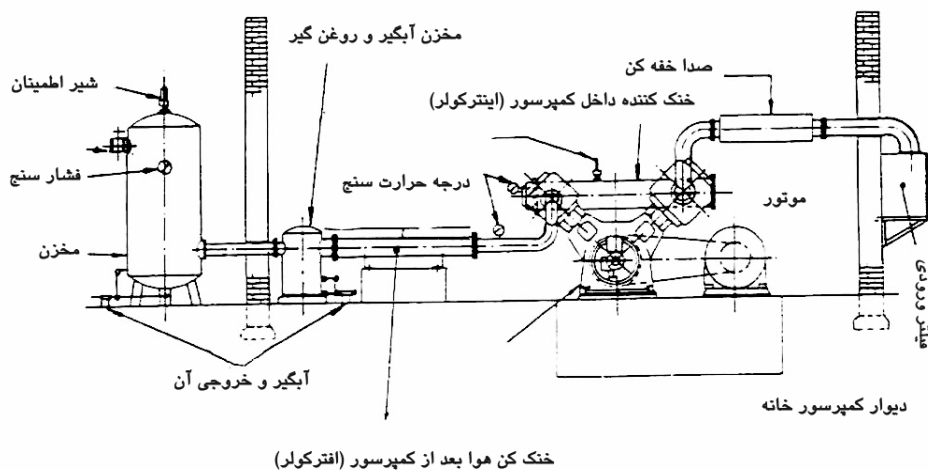


C = Clearance area
S = Stroke
R = Re-expansion

Clearance area

چند نکته فنی در مورد کمپرسور پیستونی:

- ۱- روغن کمپرسور را باید هر روز قبل از شروع کار کمپرسور بازدید شود.
- ۲- تسمه انتقال نیرو از الکتروموتور به محور یا شفت کمپرسور باید در حد تعادل باشد (نه شل و نه سفت باشد).
- ۳- روی بدنه کمپرسور به خصوص پرده‌های خنک کننده و درز بین آنها حتماً باید تمیز باشد.
- ۴- بازدید زمان‌بندی شده یا دوره‌ای کمپرسور از جهت فنی و تست شیر اطمینان و شیر فرمان یا سنسور قطع و وصل کمپرسور جزو واجبات است.
- ۵- در صورت وجود روغن بیش از حد معمول در هوای فشرده تولید شده توسط کمپرسور نیاز به تعمیر کمپرسور و نیز تعویض رینگ‌های فرسوده می‌باشد.
- ۶- همیشه قبل از شروع به کار کمپرسور آب مخزن را خالی نمایید در کارخانجات با ساعت کاری زیاد بین هر شیفت آب مخزن باید تخلیه شود امروزه تخلیه اتوماتیک نصب می‌گردد.

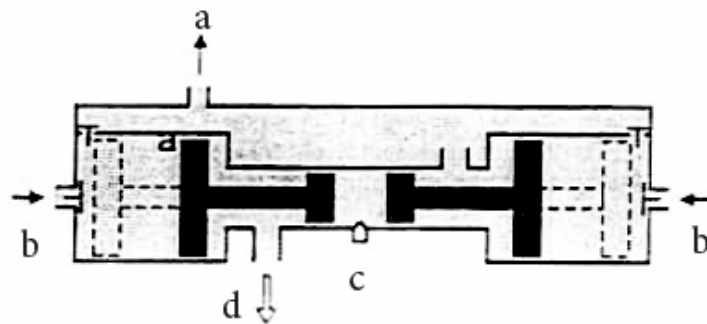


کمپرسور پیستونی از نوع پیستون شناور یا پیستون آزاد

همانگونه که در تصویر دیده می‌شود این کمپرسور از یک سیلندر که درون آن دو عدد پیستون شناور قرار دارد تشکیل شده است توسط یک موتور درون‌سوز که محفظه احتراق آن متصل به مجرای C می‌باشد. مخلوط سوخته شده (اگزوزموتور) که افزایش حجم یافته

وارد گردیده و باعث حرکت پیستون‌ها می‌گردد و پیستون‌ها از یکدیگر دور می‌شوند و هوایی که از مجراهای مکش وارد سیلندره‌ای دو پیستون شده متراکم می‌گردد با حرکت هر پیستون در انتهای کورس کاری مجرای تخلیه وجود دارد که گاز اگزوز از آن خارج می‌شود و پیستونها به تناوب عمل مکش و تراکم را انجام می‌دهند. این نوع کمپرسور باید توسط یک موتور پیستونی درون‌سوز کار کند قدیمی است و امروزه کاربرد زیادی ندارد.

دیاگرام حرکتی و عملکرد کمپرسور پیستون آزاد



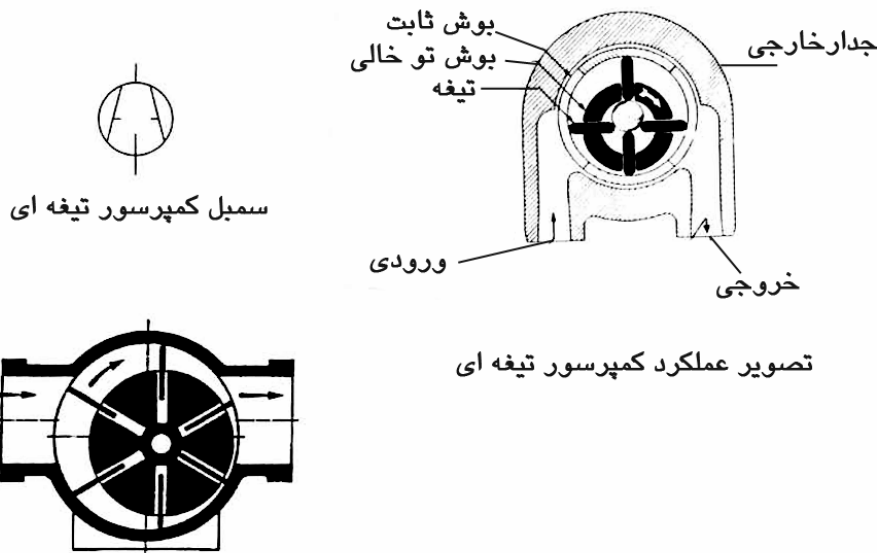
- a خروجی هوا فشرده
- b ورودی هوای محیطی
- c مجرای ورودی گازهای داغ
- d اگزوز یا تخلیه

کمپرسور تیغه‌ای VANE. TYPE. COMPRESSOR

کمپرسور تیغه‌ای همانگونه که از نام آن پیدا است در ساختمان داخلی آن تعدادی تیغه قرار دارد و بدین علت نام تیغه‌ای را روی آن گذاشته‌اند. این نوع کمپرسور جزو دسته کمپرسورهای دورانی و جابجایی مثبت است یعنی در هر دور یا چرخش R.P.M مقدار معینی هوای فشرده تولید می‌نماید کمپرسور از یک پوسته یا CASING تشکیل گردیده است روتور یا قطعه متحرک و چرخنده آن به صورت یک استوانه یا سیلندر فلزی چاکدار

است که درون چاک‌ها یا شیارهای آن تعدادی تیغه قرار گرفته است و تیغه‌ها متحرک هستند و می‌توانند درون شیار خود حرکت کنند.

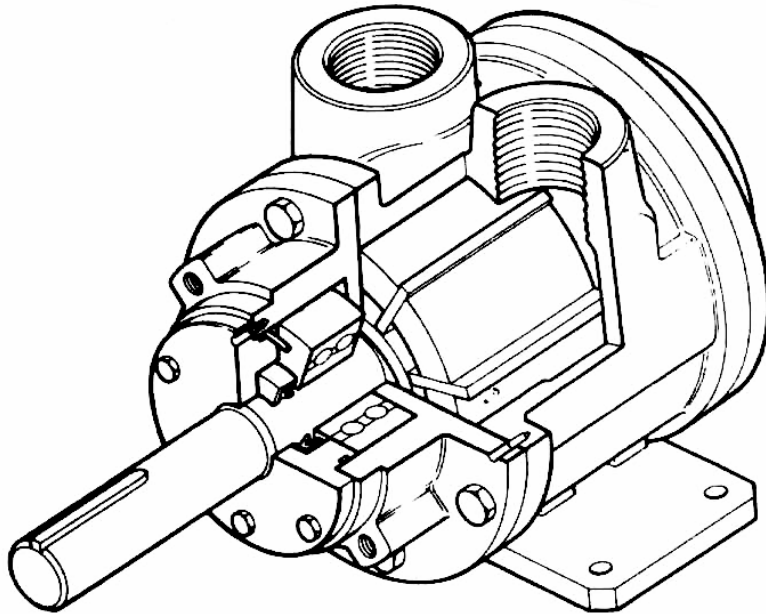
روتور به صورت غیر هم مرکز یا OFFSET درون پوسته قرار گرفته است که اصطلاحاً این نوع ترکیب به لاتین ESSENTRIC نام دارد روتور با حرکت شفت الکتروموتور می‌چرخد بر اثر چرخش روتور و نیروی گریز از مرکزی که به تیغه‌ها وارد می‌گردد. تیغه‌ها با جدار داخلی پوسته تماس پیدا می‌کنند که این عمل باعث ایجاد اتاقک‌هایی می‌گردد. ورودی کمپرسور به گونه‌ای است که هوای ورودی همیشه وارد بزرگترین اتاقک می‌شود با چرخش روتور اتاقک‌ها می‌چرخند و با چرخش اتاقک‌ها هوای بدام افتاده درون آنها نیز جابجا می‌شود با چرخش اتاقک‌ها به سمت خروجی کمپرسور حجم محفظه‌ها یا اتاقک‌ها کاهش یافته و هوای محبوس در هر محفظه فشرده می‌گردد و با قرار گرفتن هر محفظه در مقابل مجرای خروجی هوای فشرده از کمپرسور خارج می‌شود این نوع کمپرسور شیر یا سوپاپ ورودی و خروجی ندارد.



این نوع کمپرسور در مدل‌های بدون روغن OIL.FREE و تزریق روغن OIL.INJECT ساخته می‌شود. در مدل‌های بدون روغن دور چرخش R.P.M پایین است جنس تیغه‌ها

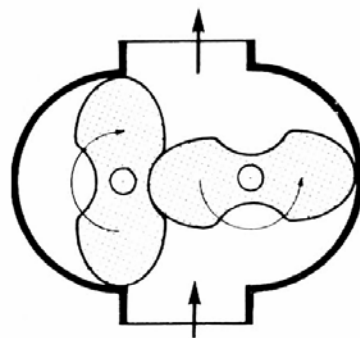
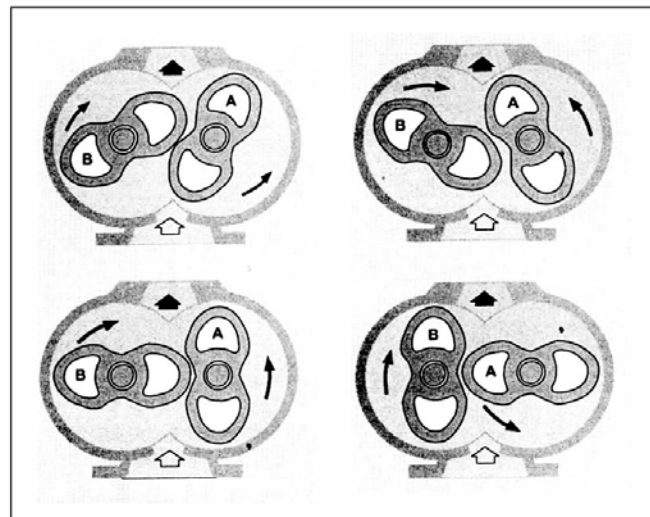
معمولاً از آلیاژهای فلزی است ولی در بعضی موارد جنس تیغه‌ها از گرافیت می‌باشد. ساختمان داخلی این نوع کمپرسور به پمپ‌های خلاء تیغه‌ای و نیز موتورهای پینوماتیکی AIR.MOTOR یکی است. در نوع کمپرسور توسط نیرویی که به شفت کمپرسور وارد می‌شود روتور چرخیده و بر اثر کارکرد هوای فشرده از خروجی کمپرسور خارج می‌گردد. در نوع پمپ خلاء مجرای مکش را به کلاهک‌های مکش یا SUCTION.CUP که قاپک نیز نام دارند متصل می‌کنند تا جهت جابجایی قطعات و اجسام استفاده شود.

در نوع موتور پینوماتیکی AIR.MOTOR هوای فشرده از ورودی وارد و از خروجی که به عنوان اگزوز نامیده می‌شود خارج می‌گردد که این عمل باعث ایجاد حرکت چرخشی یا دورانی شفت ایرموتور می‌گردد. ناگفته نماند جنس تیغه‌ها و بوش چاکدار، پوسته کمپرسور، شفت، و ... در هر سه مدل یکی نیست و با یکدیگر متفاوت است.



کمپرسور تیغه‌ای

کمپرسور بادامکی



کمپرسور بادامکی

دمنده بادامکی - کمپرسور بادامکی (ROOTS) LOW. PRESS. BLOWER.

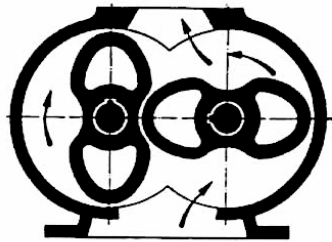
این نوع کمپرسور دارای فشار بالایی نیست در حقیقت کمپرسوری است که بیشتر به عنوان دمنده در محیط‌های صنعتی از آن استفاده می‌گردد. همانگونه که در تصویر پیداست دو عدد روتور بادامک مانند داخل یک پوسته به صورت هماهنگ تنظیم شده‌اند و می‌چرخند و طی چرخش محفظه‌ها یا به عبارتی اتاقک‌هایی را ایجاد می‌کنند که هوا را

محبوس نموده و با چرخش بادامک‌ها هوای به دام افتاده در اتاقک‌ها علاوه بر جابه‌جا شدن کمی هم افزایش فشار می‌یابد در حقیقت اتاقک یا محفظه‌ای که در مقابل مجرای ورودی قرار گرفته با حرکت بادامک‌ها هوا را حبس، جابجا، و افزایش فشار می‌دهد این نوع کمپرسور نیز جزو دسته کمپرسورهای چرخشی و جابجایی مثبت است.

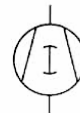
از مزایای این کمپرسور می‌توان کاهش اصطکاک بین قطعات داخلی اشاره نمود که باعث کمتر شدن هزینه وسایل تعمیر و نگهداری می‌شود. بادامک‌ها با یکدیگر درگیر نیستند.

در کمپرسور پیچ یک پیچ با نیروی الکتروموتور چرخیده و پیچ دیگری را ضمن تماس می‌چرخاند اما در این کمپرسور هر روتور یا قطعه چرخنده دارای یک شفت مجزا است که هر شفت به یک چرخ دنده متصل و چرخ دنده‌ها با یکدیگر درگیر هستند و می‌چرخند لذا فرسایش داخلی این نوع کمپرسور کمتر از کمپرسورهای تیغه‌ای و اسکرواست.

قابل ذکر است که چرخ دنده‌ها باید با یکدیگر تنظیم شوند تا آب‌بندی صحیح صورت گیرد به عبارتی چرخ دنده‌ها دارای علامت بخصوصی هستند که تایمینگ TIMING نام دارد و باید علامت‌های تایمینگ در زمان مونتاژ مقابل یکدیگر قرار گیرند.



دیاگرام داخلی کمپرسور بادامکی

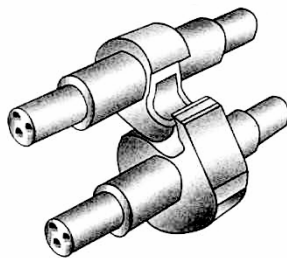


سمبل کمپرسور بادامکی

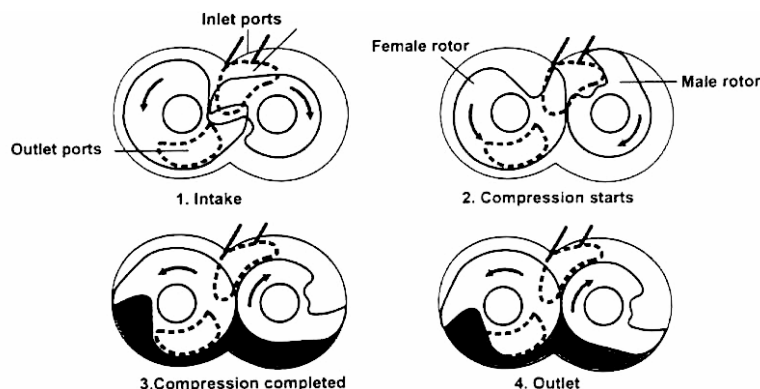
کمپرسور دندانه‌ای TOOTH.COMPRESSOR

این نوع کمپرسور نیز جزو دسته کمپرسورهای دورانی یا چرخشی است دارای دو عدد قطعه چرخنده یا ROTOR است همانگونه که در تصویر دیده می‌شود هر روتور یا چرخنده دارای برجستگی دندانه مانند است دو عدد روتور درون یک پوسته قرار گرفته و هیچگونه

تماس با یکدیگر ندارند فقط در حد آببندی و جلوگیری از فرار هوا با یکدیگر تماس دارند هر روتور توسط شفت متعلق به خودش به یک چرخ دنده دارای تایمینگ متصل و با یکدیگر به صورت هماهنگ می‌چرخند در طی چرخش اتا‌ک‌هایی به وجود می‌آید که هوا را از ورودی گرفته محبوس نموده با چرخش روتورها هوای محبوس شده در محفظه جابجا گردیده و طی حرکت روتورها هوا متراکم شده و مادامی که محفظه یا اتا‌ک مقابل مجرای خروجی قرار گرفت هوای فشرده از آن خارج می‌گردد این نوع کمپرسور نیز به دلیل این که روتورها یکدیگر را نمی‌چرخانند اصطکاک زیادی ندارد و به برینگ‌ها نیز مانند کمپرسور بادامکی فشار زیادی وارد نمی‌گردد.



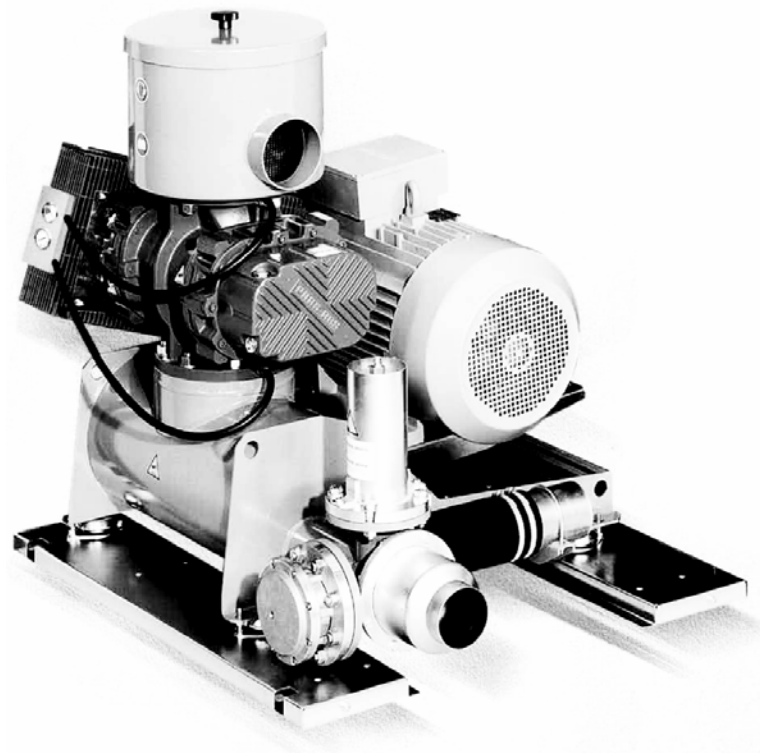
فشار تولیدی این نوع کمپرسور حدود 2BAR است و جهت بدست آوردن فشار بیشتر می‌توان از نوع ۲ مرحله‌ای آن که حدود 7BAR فشار تولید می‌نماید استفاده نمود از این نوع کمپرسور ایل فری یا بدون روغن نیز استفاده می‌کنند زیرا به دلیل تماس نداشتن قطعات چرخنده در مدل بدون روغن تا فشار 4.5BAR را می‌توان توسط این نوع کمپرسور تولید نمود.



صنایع واکيوم پارس PARS VACUUM INDUSTRIES

بلوئر هوا - پمپ واکيوم

نوع دورانی غلطکی ROTARY PISTON TYPE



اساس کار و عملکرد

بلوئرهای RBS از نوع دورانی با جابجائی مثبت (ROTARY POSITIVE DISPLACEMENT) می‌باشد. دو عدد محور با غلطک متحرک (ROTORS) که دارای منحنی سه پره (3WINGS) خاصی بوده و با لقی بسیار کمی نسبت به یکدیگر و نسبت به بدنه (CASING + COVERS) بدون تماس با یکدیگر و یا قطعات ثابت دوران می‌کنند و عدم تماس قطعات با یکدیگر باعث می‌شود نیازی به روانکاری داخلی نباشد. حرکت غلطک‌ها با یک جفت چرخ دنده انتقال حرکت همزمان (SYNCHRONIZED) شده است.

در جهت دوران با چرخش غلطک‌ها خلاء نسبی ایجاد شده و هوا از دهانه مکش به فضای بین دو غلطک و بدنه مکش می‌شود، و این هوای ورودی محبوس بین روتورها در جهت دوران از ناحیه مکش به ناحیه دهش انتقال یافته و سپس تخلیه می‌شود. هوای متراکم شده کاملاً عاری از روغن (OIL FREE) می‌باشد. عمل خنک کردن بلوئر‌ها از طریق تبادل حرارت با هوای محیط انجام می‌شود.



بلوئر RBS به صورت شافت آزاد با ورودی و خروجی عمودی

ساختمان بلوئرهای RBS

هر بلوئر از قسمت‌های اصلی زیر تشکیل شده است:

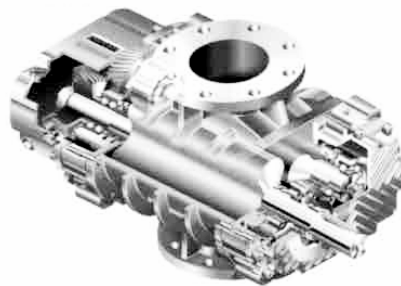
غلطک‌ها (ROTORS) بر حسب سایز از چدن مقاوم مخصوص یا فولاد می‌باشند (جنس قطعات اصلی بر حسب استانداردهای بین‌المللی در این کاتالوگ ارائه شده است) شرکت روبوسکی تنها سازنده بلوئر در جهان است که سطح منحنی روتورها را با دقت بسیار

بالا (با کنترل لیزری) در حد یک هزارم میلیمتر سنگ می‌زند، جنس محورها (SHAFTS) از نوع فولاد مقاوم است که سطوح تکیه‌گاهی آن سنگ خورده است. مجموعه روتورها و شافت‌ها پس از اتمام عملیات ماشینکاری و سنگ زدن به وسیله مدرنترین دستگاه‌های بالانس دینامیکی، بالانس می‌شوند.

چرخ دنده‌ها (GEARS) از نوع مورب (HELICAL) و از جنس فولاد مخصوص می‌باشند که پس از ماشینکاری اولیه تحت عملیات حرارتی (HARDEN) قرار گرفته و سخت می‌شود و کلیه سطوح دنده‌ها با ماشین‌های حساس سنگ دنده، سنگ زده می‌شوند. کیفیت و دقت بسیار بالای چرخ‌دنده و نوع آنها باعث کاهش صدا، کاهش حرارت و افزایش طول عمر و راندمان انتقال قدرت می‌گردد.

بیرینگ‌ها از مرغوبترین نوع بیرینگ و تلرانس C3 انتخاب گردیده و طراحی به گونه‌ای است که در شرایط مناسب (استفاده از روغن مخصوص و تعویض به موقع) طول عمر مفید هفتاد هزار ساعت (۷۰۰۰۰ ساعت) خواهد بود، اساساً این محصول دارای کیفیت فوق‌العاده بالا می‌باشد و قطعات آن با ماشین‌های CNC با دقت ۰/۰۱ (یک صدم میلیمتر) ساخته و با دستگاه‌های CMM کنترل می‌شود و برای کار مدام بدون توقف (HEAVY.DUTY . NON. STOP) طراحی و ساخته شده است.

سیستم روانکاری به صورت حمام روغن با مکانیسم پرتاب روغن به بیرینگ‌ها و چرخ‌دنده‌ها می‌باشد که باعث افزایش طول عمر بیرینگ‌ها و چرخ‌دنده‌ها می‌گردد، ضمناً وجود سیستم سیل مکانیکی با لایبرنت باعث می‌شود امکان نفوذ روغن به محفظه هوا وجود نداشته باشد و هوای خروجی کاملاً (OIL-FREE) باشد.



برش مقطعی بلوئر RBS

سیلندر (CASING) و سرسیلندرها (COVERS) از جنس چدن خاکستری مخصوص می‌باشد. کلیه دستگاه‌ها پس از عملیات مختلف ماشینکاری، سنگ کاری و کنترل دقت‌ها در حد کمتر از صدم میلیمتر مونتاژ می‌گردند و از نظر ظرفیت، فشار کار، خلاء نسبی و مصرف قدرت و راندمان‌های مختلف همچنین درجه حرارت و صدای بیرینگ‌ها مورد آزمایش‌های کامل قرار می‌گیرند.



بلوئرهای RBS آخرین تکنولوژی ساخت بلوئر در جهان (سال ۲۰۰۵) می‌باشد که آخرین دستاوردهای تکنیکی جدید در طراحی و پروسه تولید آن اجرا گردیده است محصول مشترک شرکت رابوسکی ایتالیا و شرکت صنایع واکیوم پارس پرفروش‌ترین بلوئر هوا در صنایع مختلف می‌باشد.

شرکت صنایع واکیوم پارس تنها تولید کننده بلوئر هوا در ایران، به کیفیت برتر و جلب رضایت کامل مصرف کنندگان می‌اندیشد.



تصاویری از دو کارخانه که از بلوئر استفاده می‌کنند.

موارد مصرف

بلوئر RBS تا ظرفیت نهائی ۲۴۰۰۰ متر مکعب در ساعت و حداکثر اختلاف فشار ۱۰۰۰ میلی بار در صورت استفاده به عنوان واکيوم پمپ با خلاء نسبی تا ۵۰۰ میلی بار و هوای عاری از روغن در صنایع زیر مورد استفاده وسیع دارند.



- ۱- انتقال مواد AIR-CONVEYING (صنایع سیمان، آرد، شیمیائی، گچ، آهک و ...)
- ۲- هوادهی AERATION (تولید خمیر مایه، تصفیه آب و فاضلاب، پرورش ماهی و میگو و ...)
- ۳- صنایع داروئی
- ۴- صنایع شیمیائی
- ۵- صنعت نفت و پتروشیمی
- ۶- صنایع شیشه و بلور
- ۷- صنایع غذائی
- ۸- لامپ سازی
- ۹- هوادهی در کوره‌ها
- ۱۰- تولید هوای گرم جهت خشک کردن در صنایع مختلف

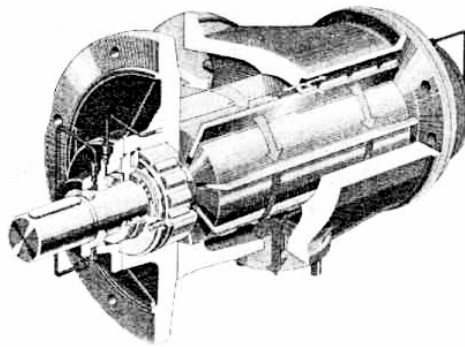


تذکر: بلوئر بایستی جهت انتقال هوا یا گازهای خنثی مورد استفاده قرار گیرند. چنانچه گازهای با خواص شیمیائی و خوردندگی CORROSION وارد بلوئر گردد بلوئر از شرایط گارانتی سازنده خارج می‌شود.

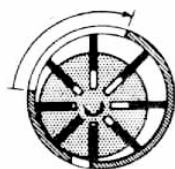
- دمای ورودی: ۲۰ درجه سانتی‌گراد
 - توان‌های الکتریکی اعلام شده در جدول میزان توان الکتریکی است که توسط پمپ جذب می‌شود و قدرت الکتروموتور می‌بایست ۱۰ تا ۳۰٪ بیشتر انتخاب شود.

پمپ‌های خلاء یا وکیوم VACUMPUMPS

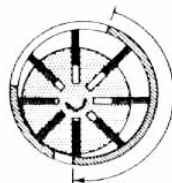
خلأ به معنای فشار کمتر از فشار محیطی است. کمپرسور خلاء یا وکیوم کمپرسوری است که در این دامنه کاری عمل می‌کند. پمپ‌های خلاء به دلیل کارکرد در فشار مخصوص یا به عبارتی فشار منفی دارای ساختمان خاص خود می‌باشند ضمناً جهت بدست آوردن راندمان بیشتر همانگونه که کمپرسورها چند مرحله‌ای ساخته می‌شوند این نوع پمپ‌ها نیز به صورت چندمرحله‌ای ساخته می‌شوند. محدوده فشار کاری آنها از منفی ۰/۱ الی ۱ بار است اساس کاری پمپ خلاء تقریباً مشابه کمپرسور است یعنی کمپرسور هوا را مکش متراکم و از خروجی بلوک هواساز خارج می‌سازد در پمپ خلاء نیز هوا مکش و از خروجی پمپ خارج می‌گردد ولی مجرای مکش به مخزن یا لوله‌کشی خلاء جهت انجام کار متصل است. برای مثال به پمپ تیغه‌ای یا VANE TYPE اشاره می‌گردد که از ترکیب و ساختمان پمپ تیغه‌ای جهت ساخت پمپ‌های خلاء استفاده می‌گردد.



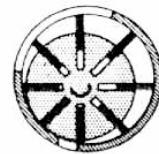
مکش



کمپرس



تخلیه



کمپرسور افزایشدهنده یا بوستر BOOSTER. COMPRESSOR

کمپرسور بوستر همانگونه که از نام آن مشخص است به معنی افزایش دهنده فشار می باشد کمپرسور بوستر جهت افزایش فشار برای کارخانجاتی که به دلیل طولانی بودن خطوط لوله کشی افت فشار بوجود آمده و نیز جهت قسمت‌هایی از کارخانجات که با فشار بالاتر از فشار اصلی کمپرسور خانه کار می کنند مورد استفاده قرار می گیرد.

در حقیقت می توان گفت دو یا حتی در بعضی موارد چند کمپرسور را به صورت سری یا به عبارتی پشت سر هم در خط تولید هوای فشرده قرار می دهند یعنی عمل بوستر می تواند تک مرحله‌ای SINGLE. STAGE یا دو مرحله‌ای باشد از هر دو نوع کمپرسورهای دینامیکی و جابجایی در سیستم کمپرسور بوستر استفاده می گردد. بیشتر از کمپرسورهای نوع پیستونی استفاده می گردد. در اکثر صنایع کمپرسور بوستر به گونه‌ای است که مرحله اول کمپرسور اسکرو و مرحله دوم کمپرسور پیستونی است. اساس کاری کمپرسور بوستر بدین طریق است که با کاهش حجم هوا فشار را افزایش می یابد.

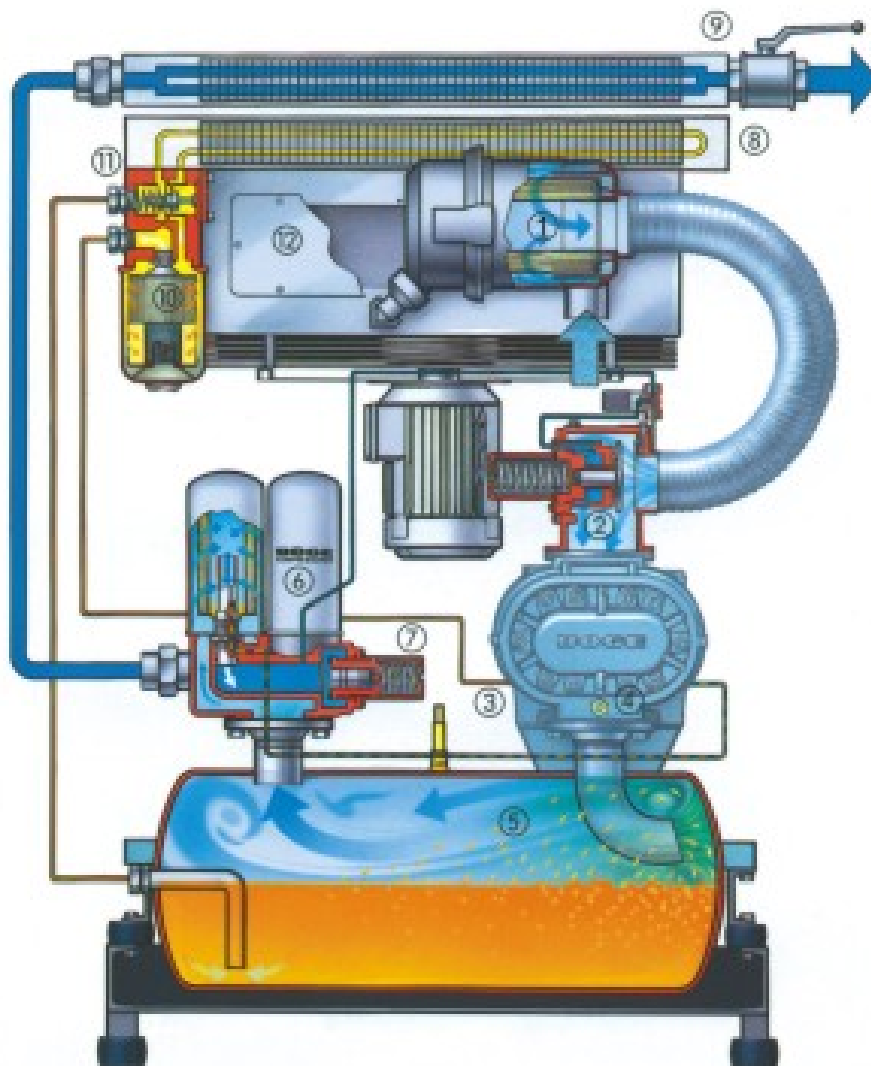
PRESSURE. INTEN SI FIERS

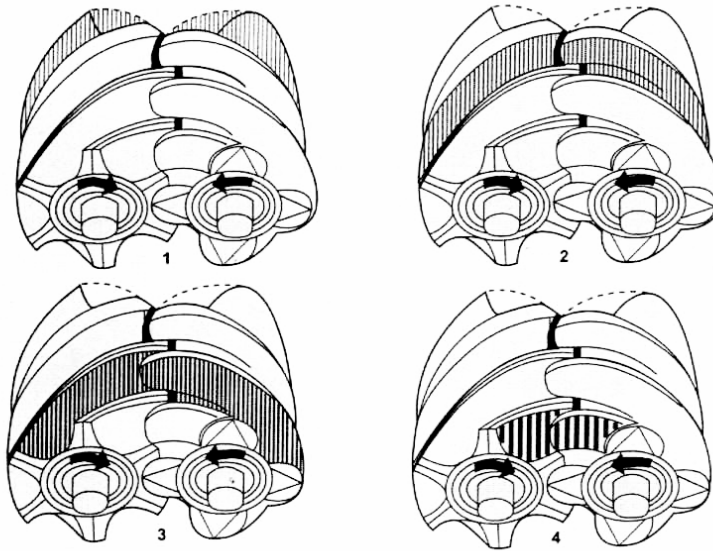
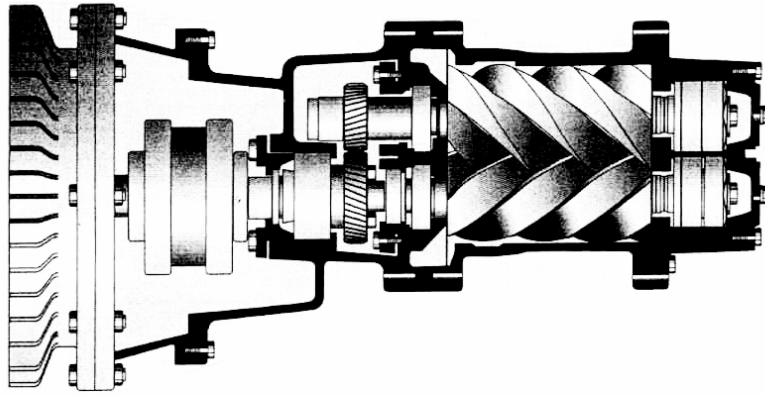
در این نوع کمپرسور افزایشدهنده فشار، همانگونه که در تصویر آن دیده می شود از اختلاف سطح استفاده گردیده تا افزایش فشار صورت پذیرد از ورودی ۱ هوای فشرده وارد می گردد پیستون شماره ۲ را به جلو می راند و هوایی که در محفظه شماره ۵ است را کمپرس می نماید اختلاف سطح ته پیستون و انتهای شفت آن که هوای محفظه شماره ۵ را کمپرس می نماید باعث افزایش فشار هوا تا حد زیادی می گردد با ورودی حدود 7BAR در خروجی تا 200BAR و حتی در مواردی تا 1700 بار در چند مرحله‌ای این نوع کمپرسور می توان افزایش فشار هوا را داشت حجم هوای خروجی این نوع کمپرسور کم است لذا جهت مواردی که مصرف کم می باشد نظیر تست شیرآلات و لوله‌ها و شلنگ‌ها در تست اولیه TUBE. TESTING و در بعضی از موارد جهت دستگاه‌هایی که با فشار بالا کار می کنند و مصرف کمی دارند هوایی که در این نوع کمپرسور افزایش می یابد باید خشک (بدون روغن) باشد تا از خود سوزی هوا SELF. IGNITION جلوگیری شود ضمناً جهت افزایش فشار گازهای بی اثر نیز از این نوع کمپرسور استفاده می شود.

تصویر بوستر

- بعد از تهیه هوای فشرده باید عملیات آماده‌سازی روی آن صورت پذیرد عملیات یا مراحل آماده‌سازی بطور کلی عبارتست از:
- ۱- تصفیه یا فیلتراسیون
 - ۲- خشک کردن یا آب‌گیری
 - ۳- خنک کردن
 - ۴- تنظیم مقدار فشار

کمپرسور پیچ (یا اسکرو)





کمپرسور اسکرو یا پیچ Screw. Compressor

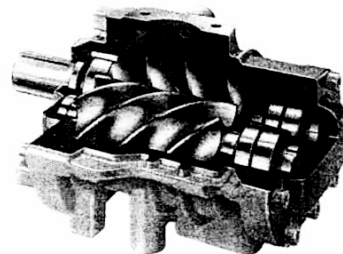
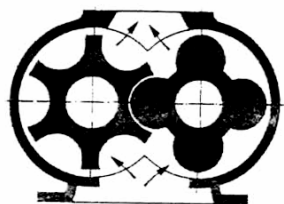


سمبل کمپرسور اسکرو یا پیچ Symbol of screw compressor

کمپرسور اسکرو همانگونه که از نام آن پیدا است معنی پیچ می‌دهد از انواع کمپرسورهای جابجایی مثبت است و تشکیل گردیده است از دو عدد پیچ که دارای دندانهای حلزونی شکل می‌باشند دو پیچ مادامی که در پوسته در برگیرنده آنها قرار می‌گیرند با یکدیگر درگیری داخلی می‌بایند پیچ بزرگتر پیچ نر Male. Screw و پیچ با قطر کمتر یا کوچکتر پیچ ماده Female. Screw نام دارد شفت الکتروموتور با شفت پیچ نر اتصال یا کوپل یافته و آن را می‌چرخاند با چرخش پیچ نر پیچ ماده نیز به چرخش در می‌آید و هوایی که بین شیارهای حلزونی پیچ‌ها و پوسته در برگیرنده آنها قرار دارد با چرخش پیچ‌ها حرکت نموده و از مجرای ورودی مکش به سمت مجرای خروجی رانده می‌گردد. به دلیل این که کمپرسور اسکرو در هر چرخش یا R.P.M مقدار معینی از هوا را فشرده و از خروجی کمپرسور خارج می‌سازد جابجایی مثبت نام دارد.

به دلیل حذف حرکت رفت و برگشتی که کمپرسور پیستونی داشت در این کمپرسور و داشتن حرکت چرخشی و بویژه با داشتن پیچ‌هایی که بالانس هستند این نوع کمپرسور با لرزش بسیار کمی کار می‌کند و راندمان بیشتری نسبت به کمپرسور پیستونی دارد زیرا در کمپرسور پیستونی حرکت پیستون با توقف‌هایی همراه است در کمپرسور پیستونی قطعه پیستون به سمت بالا حرکت کرده و در انتهای کورس بالا یا نقطه مرگ بالا Top. Dead. Center متوقف می‌گردد بلافاصله حرکت عکس گردیده و به سمت پایین می‌آید و در پایین‌ترین نقطه یا نقطه مرگ پایین Bottom. Dead. Center متوقف می‌گردد که یک سیکل کاری انجام می‌پذیرد.

به دلیل حرکت رفت و برگشتی پیستون و «حرکت‌های به صورت توقف و حرکت» راندمان کمپرسور پیستونی از اسکرو کمتر است. و کمپرسور اسکرو به دلیل نداشتن حرکت توقف دار با دور بیشتر و لرزش کمتری کار می‌کند لذا در صنایعی که نیاز به فشار معمولی دارند ایده‌آل‌تر از نوع پیستونی می‌باشند.

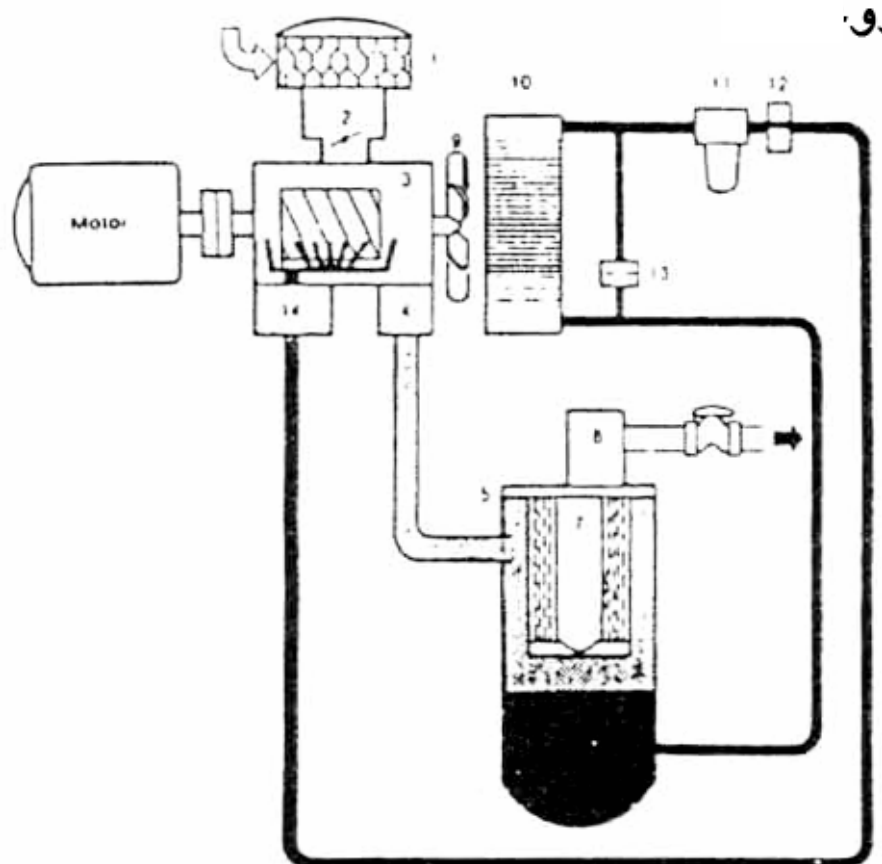


نمای داخلی کمپرسور پیچ Section through screw compressor stage

قابل ذکر است که فشار استاندارد و ایده آل کاری اکثر سیستم‌های اتوماسیون صنعتی و کارخانجات 6BAR است و با توجه به تولید فشار حدود 13BAR کمپرسور اسکرو برای بیشتر صنایع کمپرسور مناسبی به شمار می‌روند.

کمپرسورهای اسکرو نیز مانند کمپرسورهای پیستونی که روغنی و بدون روغن دارند به دو دسته OIL.INJECT تزریق روغنی و OILFREE بدون روغن دسته‌بندی می‌شوند. در کمپرسورهای اسکرو که از روغن استفاده می‌کنند به دلیل وجود روغن جهت چهار عمل اصلی خنک‌کاری، COOLING، تمیزکاری، cleaning، روانکاری، lubricating آب‌بندی sealing کمپرسور راندمان بیشتری دارند و معمولاً اینگونه کمپرسورها هوای فشرده تا فشار 13BAR را تولید می‌کنند.

کمپرسور پیچ از نوع تزریق روغن



- ۱- فیلتر هوا
- ۲- شیر تنظیم ورودی هوا
- ۳- کمپرسور پیچ یا اسکرو
- ۴- شیر یکطرفه
- ۵- سپریتور یا جداساز هوا و روغن (مخزن جداساز روغن و هوا)
- ۶- مخزن روغن
- ۷- فیلتر جداساز هوا و روغن
- ۸- شیر یکطرفه هوا
- ۹- پروانه خنک کننده
- ۱۰- رادیاتور
- ۱۱- فیلتر
- ۱۲- شیر تنظیم فشار روغن (رگولاتور)
- ۱۳- ترموستات روغن



نمای داخلی کمپرسور دو پیچه

در کمپرسورهایی که به نام کمپرسور خشک هم نامیده می‌شوند به دلیل عدم تزریق روغن دور چرخش پیچ‌ها از حد معینی نمی‌تواند تجاوز نماید لذا در این نوع کمپرسور پیچ، در مرحله اول تا حدود 3BAR و در مدل‌های ۲ مرحله‌ای تا حدود 7BAR هوای فشرده تولید می‌نمایند.

در تصویر نوعی کمپرسور اسکرو از نوع تزریق روغن OIL.INJECT دیده می‌شود هوای ورودی از فیلتر عبور نموده و تصفیه می‌گردد سپس از شیر ورودی که به نام شیر آنلودر Unloader نام دارد هوا وارد بلوک هواساز یا AIR.END می‌گردد توسط چرخش الکتروموتور شفت پیچ نیز چرخیده و با این عمل پیچ ماده نیز می‌چرخد و عمل فشارسازی هوا

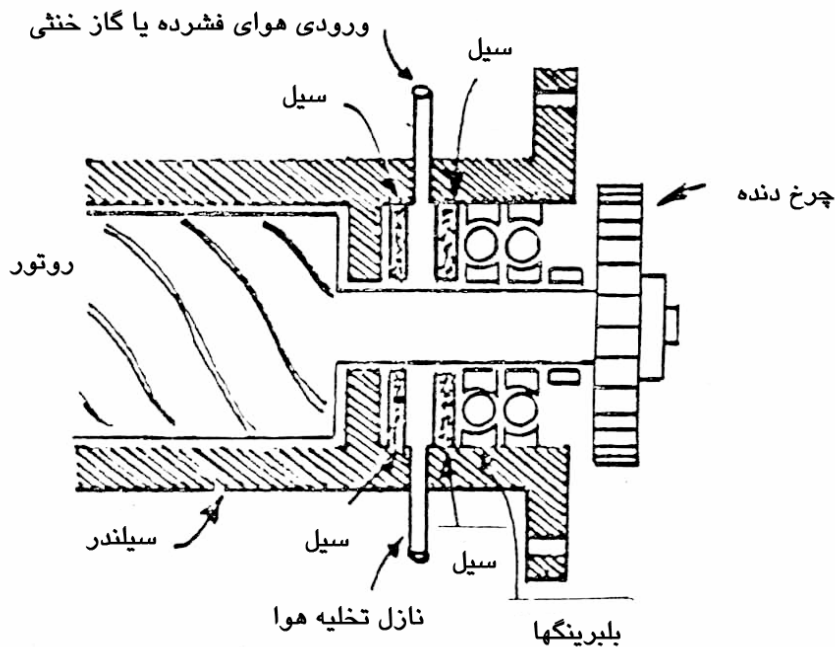
صورت می‌پذیرد هوای فشرده وارد مخزنی به نام جداساز روغن و هوا که سپراتور نام دارد می‌گردد در این مخزن فیلتر مخصوصی جهت جداسازی روغن از هوا قرار دارد و در پایین‌ترین نقطه آن روغن وجود دارد در حقیقت این مخزن به عنوان تانک روغن نیز عمل می‌نماید هوای فشرده‌ای که وارد این مخزن گردیده روی سطح روغن فشار وارد نموده و باعث حرکت روغن در مسیر روغن کاری می‌گردد که روغن با عبور از فیلتر و مجموعه ترموستات و رادیاتور و شیر کنترل حجم روغن یا فلوکنترل نهایتاً وارد بلوک هواساز گردیده و به دو انشعاب تقسیم می‌گردد یک انشعاب بلبرینگ‌ها و رولبرینگ‌های پیچ‌ها را روغن کاری می‌نماید یک انشعاب نیز به صورت تزریق یا پاشش روی پیچ‌ها باعث روغن کاری، خنک کاری، تمیز کاری، آب‌بندی فاصله پیچ‌ها با یکدیگر و دیواره در برگیرنده آنها می‌گردد که از فرار هوا به سمت عقب یا ورودی هوا جلوگیری می‌شود نهایتاً ترکیب هوای فشرده و روغن وارد مخزن سپراتور می‌شود بر اثر برخورد جریان هوای فشرده با دیواره موجود در سپراتور مقداری از روغن موجود در هوا ریزش می‌نماید و مابقی مقدار روغن باقی مانده در هوای فشرده توسط فیلتر سپراتور جذب و با توجه به خاصیت چسبندگی روغن و جاذبه زمین از فیلتر سپراتور جدا و در ته مخزن سپراتور تجمع می‌یابد و هوای فشرده بدون روغن از سپراتور تخلیه می‌گردد.

در صنایع داروسازی و صنایع حساس نظیر آن که وجود روغن در هوای فشرده بسیار مضر است سعی می‌گردد از کمپرسورهای بدون روغن یا OIL.FREE استفاده شود زیرا جداسازی صددرصد یا کامل روغن در سپراتور صورت نمی‌پذیرد و مقدار کمی روغن وارد سیستم می‌گردد که باید از تجهیزات آماده‌سازی هوای فشرده مانند انواع فیلتراسیون‌ها و خشک‌کن‌ها استفاده نمود که علاوه بر گران قیمت بودن مسائل نگهداری و سرویس را نیز به دنبال دارند لذا در صورت امکان سعی می‌گردد از کمپرسور بدون روغن استفاده گردد.

در کمپرسورهای اسکرو بدون روغن از دو طرح صنعتی جهت بدون روغن کردن هوای فشرده استفاده می‌گردد. در طرح اولی برینگ‌ها روغن کاری نمی‌گردند فقط بین قاب خارجی و قاب داخلی برینگ دارای گریس است و مجموعه برینگ به گونه‌ای است که گریس نیز نشت نمی‌کند برینگ دارای قرارگاه یا HOUSING می‌باشد یا برینگ دارای درپوش‌های مخصوص است که در موعد مقرر که کمپانی سازنده مشخص نموده گریس برینگ‌ها باید تعویض گردد.

در نوع دومی تولید هوای فشرده بدون روغن بدین صورت است که کمپرسور دارای سیستم روغن کاری است لیکن به پیچ‌ها روغن تزریق نمی‌گردد فقط برینگ‌ها روغن کاری می‌شوند و انشعاب‌هایی از هوای فشرده را که جلوی برینگ‌ها تزریق می‌نمایند قابل ذکر است که روغن درون برینگ‌هایی که قرارگاه یا HOUSING دارند وجود دارد که داری فشار زیادی نیستند و حتی در صورت داشتن پمپ روغن جهت روغن کاری برینگ‌ها، فشار روغن پمپ از فشار هوای فشرده کمتر است لذا به جای نفوذ روغن در هوای فشرده بالعکس مقداری از هوای فشرده درون روغن نفوذ می‌نماید.

قابل ذکر است که در کمپرسورهایی که هیچ‌گونه روغنی به پیچ‌ها تزریق نمی‌گردد به دلیل اصطلاح پیچ‌ها دما زیاد می‌شود لذا پیچ‌ها دارای روکش‌هایی از جنس مخصوص تفلون یا آب‌کاری بخصوصی هستند و دور یا چرخش پیچ‌ها در این نوع کمپرسور از انواع تزریق روغنی کمتر است به این دلیل فشار کمتری تولید می‌نمایند. کمپرسورهای بدون روغن یا OIL.FREE به دلیل ساختمان خاص قطعات و سیستم‌های موجود آن گرانتز از نوع تزریق روغنی هستند.



همانگونه که در مبحث کمپرسور پیستونی ذکر گردید در مورد راندمان کمپرسورها سه عامل اصلی دور R.P.M - حجم محفظه هواساز - آببندی مؤثر است در مورد کمپرسور SCREW جهت افزایش راندمان سعی می‌گردد R.P.M یا دور افزایش یابد لذا بلوک هواساز که مجموعه پیچ‌ها در آن قرار دارند را کوچک می‌سازند لیکن از طریق افزایش دور راندمان را بالا می‌برند.

در خروجی کمپرسور اسکرو نیز مانند تمامی کمپرسورها یک شیر یکطرفه CHECK.VALVE که مخفف آن C.V می‌باشد و نام دیگر آن نیز شیر غیرقابل برگشت NON.RETURN.VALVE است وجود دارد، علت وجود این شیر در خط خروجی هوای فشرده از کمپرسور اسکرو بدین دلیل است تا از برگشت هوای فشرده از مخزن به سمت کمپرسور و یا زمانی که کمپرسور بدون بار (حالتی که ورودی هوا به قسمت هواساز بسته است و پیچ‌ها بدون فشارسازی کار می‌کنند) کار می‌کند جلوگیری شود.

در اکثر کمپرسورهای اسکرو روغنی که جهت روغن‌کاری در سیستم داخلی کمپرسور استفاده می‌شود جهت کاهش حرارت خنک می‌گردد لذا از رادیاتورهای هوا خنک روغن استفاده می‌گردد.

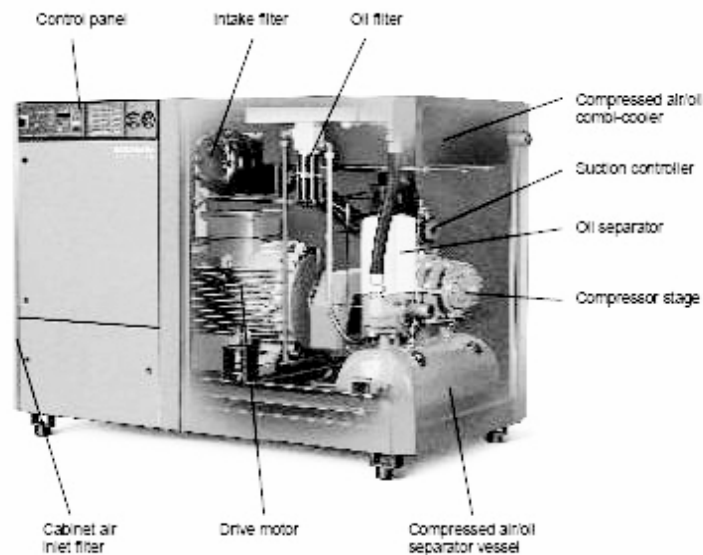
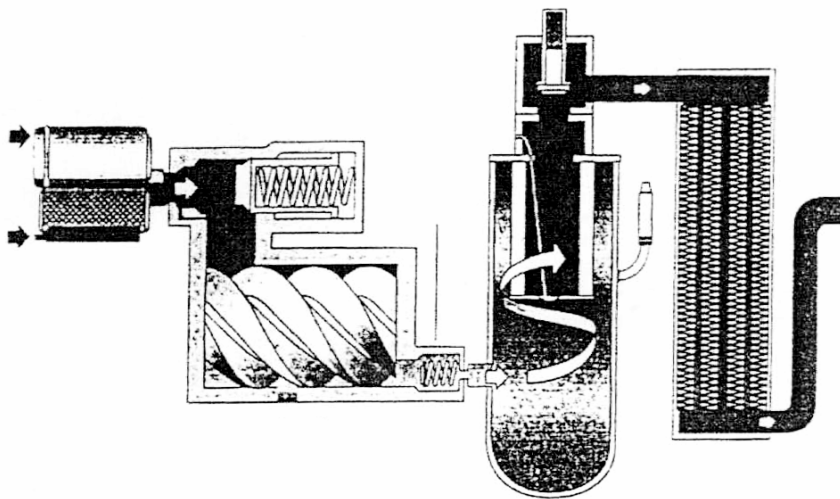


Fig. 3.38:
Layout of a screw compressor

کمپرسور اسکرو اوایل اینجکت (Oil injected screw compressor)

کمپرسوری است که در آن روغن بطور پیوسته به داخل محفظه تراکم هوا جهت روانکاری یاتاقان‌ها و نیز خود روتورهای (نر و ماده) ایراند تزریق می‌شود. هر گونه جداسازی روغن از هوا بعد از آن که مخلوط هوا و روغن، واحد هواساز (Airend) کمپرسور را ترک کرده انجام می‌شود. دمای مخلوط هوا و روغن خروجی از واحد هواساز در کمپرسورها می‌تواند نسبت به کمپرسورهای اوایل فری، کمتر است. ضمناً این کمپرسورها می‌توانند دور بیشتری را نسبت به کمپرسورهای خشک، تحمل کنند. لذا دارای راندمان بیشتری هستند و می‌توانند فشار هوای خروجی را تا ۱۳ برابر فشار هوای ورودی برسانند.



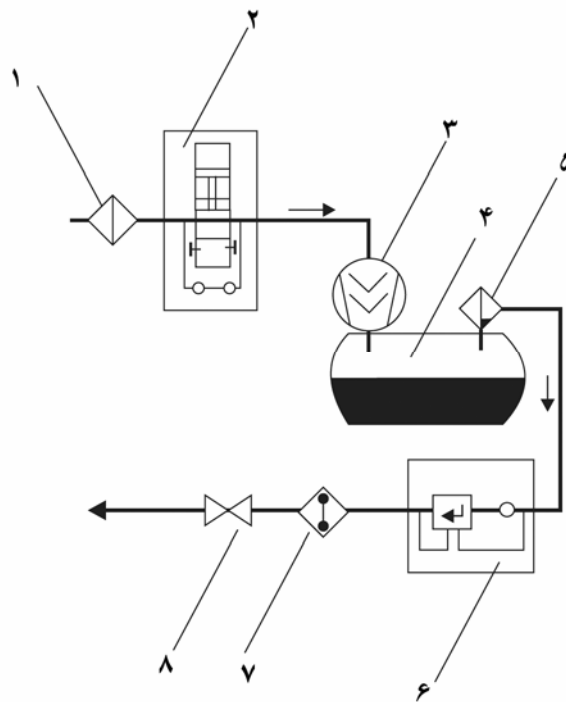
کمپرسور اسکرو اوایل اینجکت

مدار پینوماتیکی (هوای فشرده) در کمپرسور اسکرو

قطعات مختلف در مسیر تولید هوای فشرده عبارتند از:

- ۱- فیلتر: فیلتر ورودی که هوای ورودی به کمپرسور را فیلتر می‌کند.
- ۲- کنترل مکش: شیر کنترل ورودی هوا به بلوک هواساز یا پیچ‌ها زمانی که نیاز به هوا باشد باز شده و زمانی که مخزن پر باشد بسته می‌شود.
- ۳- بلوک هواساز: عمل فشرده‌سازی هوای فشرده را انجام می‌دهد.

۴- مخزن روغن: روغن روانکاری در این مخزن قرار دارد.



۵- مخزن سپراتور: در این مخزن روغن قرار دارد و هوای خروجی از بلوک هواساز که دارای روغن است وارد این مخزن شده و هوا از روغن جدا می‌شود و نام آن بدین خاطر سپراتور یا جداساز هوا و روغن نام دارد.

۶- شیر حداقل فشار: این شیر زمانی باز می‌شود که حداقل فشار هوا به $3/5$ بار برسد. این شیر باعث می‌شود فشار سریعاً افزایش یابد و فشار هوا روی روغن باشد تا سیستم بدون روغن کار نکند. ضمناً در زمانی که کمپرسور خاموش است از برگشت هوای فشرده از مخزن به کمپرسور جلوگیری می‌کند.

۷- افتراکولر یا خنک کننده بعد از کمپرسور که دمای هوا را کاهش می‌دهد و در آب‌گیری هوای فشرده بسیار مؤثر است.

۸- شیر قطع و وصل که در زمان تعمیرات بسته شده تا از تخلیه مخزن و برگشت هوا به کمپرسور جلوگیری می‌کند.

مدار روغن کاری در یک کمپرسور اسکرو

روغن در کمپرسور اسکرو اعمال، تمیزکاری، روانکاری، خنک کاری، آب بندی را انجام می دهد در مداری که می بینید روغن درون مخزن سپراتور بر اثر فشار هوای فشرده روی آن از طریق شیر ترموستاتی وارد خنک کننده شده سپس وارد فیلتر شده و نهایتاً به قسمت پیچ ها وارد و علاوه بر روانکاری برینگ ها و پیچ ها با هوای فشرده تولیدی توسط پیچ ها ترکیب و وارد مخزن سپراتور یا جداساز روغن می گردد. در مخزن سپراتور روغن و هوا از یکدیگر جدا شده روغن در مخزن باقی مانده و هوای بدون روغن از مخزن خارج می شود.

۱- در مخزن سپراتور روغن و هوا از یکدیگر جدا می شوند.

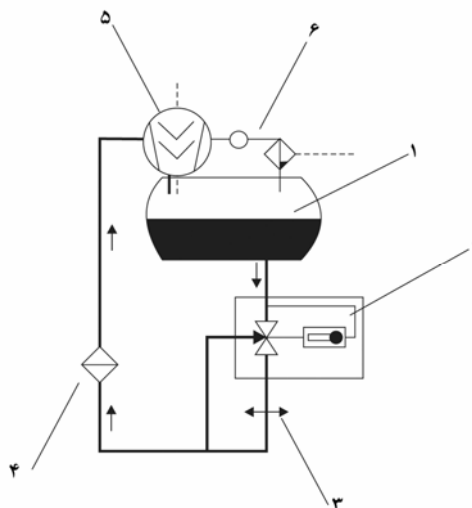
۲- شیر ترموستات زمانی که روغن گرم است روغن گرم را به سمت خنک کننده روغن هدایت می کند و زمانی که روغن سرد است روغن را بدون خنک شدن وارد خط روانکاری می کند.

۳- سرد کننده روغن. دمای روغن را پایین می آورد.

۴- فیلتر روغن ناخالصی ها و رسوبات روغن را جذب می کند.

۵- اسکرو کمپرسور (قسمت اصلی هواساز یا حلزونی هواساز)

۶- خط برگشت روغن: باقیمانده روغن موجود در خط خروجی هوا (از سپراتور به سمت مخزن اصلی) را به خط روغن باز می گرداند.

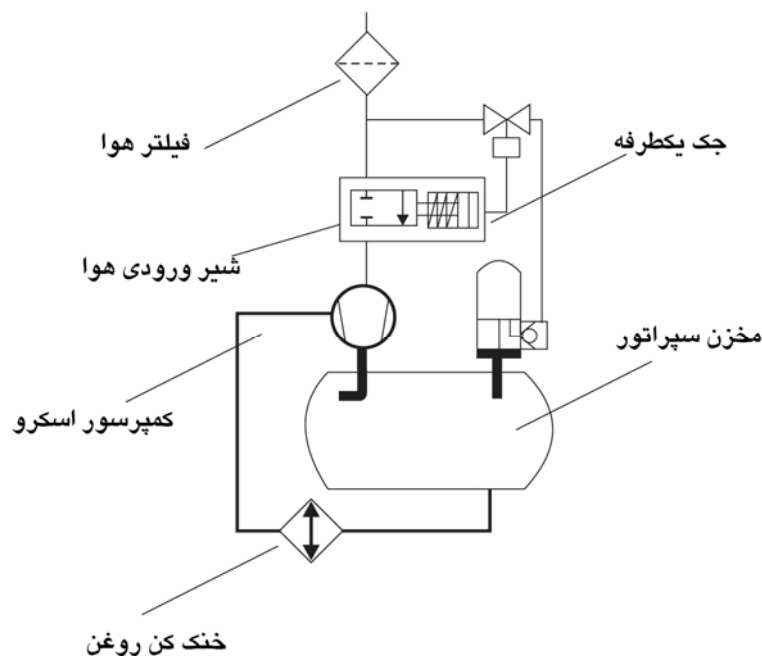


قطعات سیستم روغن

کنترل ورودی هوا در کمپرسور اسکرو (پیچ): INTAKE. CONTROL

در کمپرسور اسکرو کنترل ورودی هوا به کمپرسور مهم است زیرا کمپرسورهای اسکرو با الکتروموتور کار می‌کنند و زمانی که نیاز به هوای فشرده نباشد (زمانی که مخزن هوای فشرده پر است و مصرف وجود ندارد) خاموش و روشن کردن دائم الکتروموتور علاوه بر صدمه زدن به آن باعث استهلاک می‌گردد لذا الکتروموتور با دور ثابت دائماً کار می‌کند و با بستن و باز کردن دریچه ورودی هوا به کمپرسور آن را کنترل می‌کنند.

در تصویر شیر ورودی به کمپرسور که شیر مکش SUCTON.VALVE نام دارد تحت تأثیر نیروی فیز باز شده و تحت تأثیر نیروی هوای فشرده بسته می‌شود لذا یک خط هوای فشرده از مخزن سپراتور به پشت جک یکطرفه وارد می‌شود هر زمانی که مخزن پر شده و مصرفی نباشد فشار هوا باعث عملکرد جک شده و دریچه یا شیر مکش بسته می‌شود و کمپرسور بدون بار کار می‌کند. بدون بار کار کردن کمپرسور مصرف برق و استهلاک را کاهش می‌دهد اگر فشار هوای مخزن بر اثر مصرف کاهش یابد از طریق خط هوای فشرده که به پشت جک متصل است نیروی فنر مقابل پیستون داخل جک باعث باز شدن مجرای ورودی می‌گردد.



آشنایی با قسمت‌های اصلی نوعی کمپرسور اسکرو اوایل اینجکت

الف - قسمت ورودی و مکش هوا

این قسمت کنترل کننده هوای ورودی به سیستم می‌باشد در اثر چرخش روتورها در محفظه ایراند و ایجاد خلاء و فرمانی که از طریق شیر برقی به قسمت ورودی هوا (کنترل کننده) داده می‌شود مقدار هوای تنظیمی را به داخل متراکم کننده هوا هدایت می‌کند. بر روی بدنه رگلاتور یک شاخص چشمی درجه تمیزی فیلتر هوا تعبیه شده است. هنگامی که کثیفی و گرفتگی در داخل فیلتر بوجود بیاید قسمت نشان دهنده شیشه‌ای بالای سر فیلتر قرمز رنگ می‌شود که باید نسبت به تعویض فیلتر اقدامات لازم را انجام داد. شیر برقی متصل به کنترل کننده هوا از طریق پرشر سوییج فرمان می‌گیرد و با هدایت هوای فشرده شده‌ای که در پشت شیر برقی وجود دارد باعث باز یا بسته شدن دریچه کنترل کننده هوا می‌شود. ضمناً هوایی که در پشت شیر برقی محبوس می‌باشد از طریق مخزن تفکیک کننده یا سپراتور تأمین می‌شود.

ب - قسمت متراکم کننده هوا (ایراند)

این قسمت در واقع مانند یک سیستم سیلندر و پیستون عمل می‌کنند که برای آببندی سیستم و ایجاد خلاء فیلمی از روغن بین روتورها و دیواره ایراند ایجاد می‌شود که این عمل باعث مکش هوای ورودی به سیستم می‌شود. به طور کلی در قسمت تراکم دو مارپیچ به شکل قوس‌های حلزونی طراحی شده‌اند که دارای مقاطع غیر متقارن (نری و مادگی) می‌باشد و در اثر چرخش مخالف دو مارپیچ، هوا و روغن بین قوس‌های حلزونی و دیواره کمپرسور (ایراند) حبس شده و به طرف انتهای واحد متراکم کننده رانده می‌شود و در نتیجه با کاهش در حجم هوا، فشار هوا در منطقه دهانه خروجی ایراند افزایش می‌یابد. در قسمت انتهای روتورها هوای فشرده شده همراه با روغن به مخزن تفکیک کننده رانده می‌شود.

پ - محفظه جدا کننده روغن از هوا

جهت تفکیک روغن از هوای فشرده از یک مخزن تفکیک کننده استفاده شده است که در مرحله اول هوای فشرده را از حالت گردابی خارج کرده و ذرات سنگین را نیز ته‌نشین

می‌نماید. در مرحله دوم هوا از فیلتر عبور نموده و از طریق شیر نگهدارنده فشار به رادیاتور هدایت می‌شود. ذرات روغنی که توسط فیلتر تفکیک کننده گرفته شده بر اثر سنگینی روغن در محفظه انتهایی فیلتر جمع شده و به وسیله یک لوله استخوانی و از داخل سایت گلاس دوباره به ایراند باز گردانده می‌شود که این عمل علاوه بر تخلیه روغن داخل فیلتر مسیر وجود گردش روغن در سیستم را نیز نشان می‌دهد. شیر نگهدارنده فشار که روی مخزن ایستاده تعبیه شده جهت تأمین فشار لازم بر روی روغن می‌باشد. در واقع با قرار دادن این شیر در سیستم ما پمپ روغن را حذف نموده در نتیجه با تنظیم این شیر یک فشار در حدود ۴ تا ۴/۵ بار (Bar) همیشه در مخزن تفکیک کننده (بیشتر روی سطح روغن) وجود دارد.

تزریق روغن در واحد متراکم کننده (ایراند) به دلیل زیر انجام می‌گیرد.

۱- روغنکاری بیرینگ‌ها

۲- آب‌بندی دو سر روتورها و محفظه ایراند

۳- روغنکاری روتورها

۴- کنترل دمای ایراند

۵- کاهش صدا

ت - قسمت خنک کننده روغن و هوا (رادیاتور)

ایراند در اثر چرخش روتورها و ایجاد هوای فشرده شده در سیستم تولید حرارت می‌نماید. برای کاهش این دما از دو رادیاتور استفاده شده است یکی برای خنک کردن هوا به سیستم مصرف و دومی برای خنک کردن روغن در داخل سیستم می‌باشد. در واقع با خنک کردن روغن دمای داخل ایراند را به حد تعادل رسانده که معمولاً دمای تعادل بین $(10.0^{\circ}\text{C} - 65^{\circ}\text{C})$ می‌باشد. در صورتی که دما از این حد بالاتر رفته با تنظیم یک ترمو سویچ که بر روی ایراند نصب می‌شود دما را کنترل می‌نماییم. توضیح این که با بالاتر رفتن دما از حد مجاز ترمو سویچ به مدار فرمان تابلو برق فرمان داده و جریان برق سیستم را تا رفع اشکال و ریست مجدد مدار قطع می‌کند. رادیاتورها معمولاً به دو صورت هوا خنک و آب خنک ساخته می‌شود. هوای خنک کننده توسط فن به رادیاتورها دمیده می‌شود که نیروی لازم جهت چرخش فن به طور مستقیم یا غیر مستقیم از الکتروموتور گرفته می‌شود.

ث - تابلو برق کمپرسور:

تابلوی برق کمپرسور که مرکز فرامین می‌باشد دارای اهمیت خاصی بوده و لذا در زمان نصب می‌بایست کلیه اصول حفاظتی مورد آن رعایت شود. تابلو باید در محلی قرار گیرد که در بهای تابلو به راحتی باز شوند و المان‌های اخباری مربوطه قابل رویت و در دسترس باشند. کابل کشی اصلی تغذیه و ساپورت آن به عهده مشتری می‌باشد. ضمناً آچارکشی ترمینال‌ها و بست‌ها به غیر از زمان راه‌اندازی باید سالی یکبار تکرار شود و چنانچه تعداد استارت از ۳۰ بار در روز تجاوز کند، بهتر است این کار هر ۶ ماه یکبار صورت گیرد. (در بعضی مدل‌ها تابلو روی دستگاه نصب شده است)

تذکره: از مجاورت تابلو برق با رادیاتور کمپرسور یا تجهیزات گرمازا جداً جلوگیری نمایید.

نصب مکانیکی کمپرسور

هنگام حمل باید دقت شود که به دستگاه لطمه وارد نیاید حتی الامکان از لیفتراک برای حمل استفاده شده و محل نصب کاملاً مسطح و گردش هوای آزاد برای خنک شدن محیط وجود داشته باشد در غیر این صورت در اثر بالا رفتن دما، کمپرسور خاموش خواهد شد. پایه‌ها به نحوی نصب شوند که لرزش شدید نشود بلکه خنثی گردد. در این رابطه سعی شود از تراز مخصوص استفاده شود. در زمان لوله‌کشی از خم‌های تند پرهیز شود تا افت فشار و لرزش بوجود نیاید. اندازه فلنج خروجی متصل به رادیاتور یک سایز بزرگتر از فلنج خود دستگاه بوده و ترجیحاً در مسیر لوله خروجی از لرزه‌گیر لوله استفاده شود.

در مورد محل نصب کمپرسور می‌بایست به نکات ذیل توجه نمود:

- ۱- داشتن فضای کافی در اطراف کمپرسور برای تعمیرات.
- ۲- ایجاد مسیر مناسب برای ورود هوای تازه به سالن و خروج هوای گرم به خارج
- ۳- در دسترس قرار دادن تابلوی برق کمپرسور به منظور قطع سریع مدار فرمان در مواقع اضطراری

۴- نصب یک کلید فیوز مناسب در مسیر کابل ورودی.

۵- محل نصب کمپرسور ضمن مسطح بودن باید فونداسیون مناسبی را داشته باشد

(تقریباً ۲۵ سانتیمتر بتون با دانسیته ۳۰۰ کافی است)

۶- تابلوی برق در معرض هوای گرم قرار نگیرد.

- ۷- ترجیحاً گیج‌های (عقربه‌های) روی دستگاه از جلوی تابلوی برق قابل رویت باشند.
- ۸- هیچگونه جریان هوای گرم نبایستی به سمت دستگاه باشد.
- ۹- دستگاه کمپرسور در کنار تجهیزات گرمازا و رطوبت‌زا قرار داده نشود.

راه‌اندازی کمپرسور

پیش از شروع راه‌اندازی دستگاه لازم است به نکات زیر توجه کنید.

- ۱- کنترل سطح و نوع روغن مورد استفاده: سطح روغن داخل تانک تفکیک کننده را کنترل کرده و در صورت نیاز شارژ روغن نمایید. (روغن مورد نیاز دستگاه را می‌توانید از واحد خدمات پس از فروش درخواست نمایید).
- ۲- کنترل جهت گردش ایراند: اطمینان حاصل کنید که جهت چرخش (دوران) موتور با جهت مشخص شده (فلش) برای جهت حرکت ایراند یکسان باشد (با یک استارت لحظه‌ای می‌توانید این مسئله را کنترل کنید) در صورت عدم تطبیق اکیداً از راه‌اندازی دستگاه خودداری نمایید.
- پس از کنترل جهت چرخش و روشن شدن کمپرسور، فشار روغن بایستی حدوداً ۱۵ ثانیه پس از روشن شدن دستگاه افزایش یابد و به فشار حدود ۴/۵ بار یا کمی بیشتر برسد و اگر فشار روغن کمتر از مقدار ذکر شده باشد از ادامه کار دستگاه خودداری نمایید.
- توجه: هنگام راه‌اندازی اولیه یا هنگام شروع به کار پس از توقف‌های طولانی (بیشتر از ۳ روز) از طریق رگولاتور ورودی مقداری روغن در داخل ایراند بریزید.
- ۳- شرایط کاری دمای هوای محیط: کار کردن دستگاه در دماهای پایین سبب کاهش شدید حرکت روغن در رادیاتور و لوله‌های مربوطه می‌شود و این موضوع برای کارکرد کمپرسور مخصوصاً گردش روتورها (ایراند) مشکل ایجاد کرده و بازدهی کمپرسور را پایین می‌آورد. چنانچه دمای هوای مورد استفاده (دمای محیط کار کمپرسور) حدود صفر درجه سانتیگراد و یا زیر صفر باشد می‌بایست درب و پنجره‌ها را بسته و حتی‌المقدور دمای محیط کمپرسور خانه را گرم نگه دارید. (دما حدود 20°C)

روش روشن کردن کمپرسور

پیش از روشن نمودن دستگاه به نکات ذیل توجه نمایید.

هنگامی که برق دستگاه وصل می‌شود چراغ روی تابلو کنترل روشن خواهد شد. لذا با چرخاندن کلید گردان روی وضعیت اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک و سپس با فشار دادن شاسی استارت الکتروموتور به گردش در خواهد آمد که با استارت لحظه‌ای ابتدا جهت چرخش را باید چک کرد و سپس چراغ‌های روی دستگاه کنترل فاز را ملاحظه نموده که اتصالات شبکه صحیح باشد. از این لحظه به بعد کنترل فاز در صورت پایین بودن ولتاژ یا قطع شدن فاز یا جابجا شدن هر کدام از فازها ماشین را در سرویس قرار نمی‌دهند. ابتدا راه‌اندازی موتور به صورت ستاره خواهد بود و با تایمر تعبیه شده الکتروموتور بعد از چند ثانیه به دور اسمی خود رسیده و مدار مثلث در سرویس قرار گرفته و فشار روغن و هوا بالا می‌رود. (در بعضی مدل‌ها راه‌اندازی الکتروموتور تک ضرب می‌باشد)

تذکره: اگر فشار روغن بالا نرفت مجدداً دستگاه را خاموش کنید.

بعد از این که فشار هوا به فشار تنظیم شده (مثلاً ۷ بار) رسید با فرمان پرشر سویچ دریچه رگلاتور بسته شده و در صورتی که کلید گردان روی وضعیت نیمه اتوماتیک باشد موتور هم خاموش می‌شود، اما اگر کلید روی وضعیت اتوماتیک باشد. برابر مدت زمانی که روی تایمر پیش‌بینی شده دستگاه به صورت بدون بار کار کرده و بعد از آن خاموش می‌گردد (مشروط به این که فشار هوای سیستم پایین نیاید) این مدار به خاطر پیشگیری از روشن و خاموش شدن مکرر الکتروموتور تعبیه شده است.

روش کار کمپرسور

پس از رسیدن الکتروموتور به حالت مثلث همزمان شیر برقی فرمان می‌گیرد و پس از زمان کوتاهی که فشار در داخل تانک تفکیک کننده بالا رفت دریچه روی رگولاتور باز می‌گردد که بدین صورت هوا به داخل ایراند مکیده می‌شود در این حین روغن نیز تحت فشار هوای بوجود آمده داخل مخزن به جریان در می‌آید و از طریق رادیاتور و فیلتر روغن و نازل به ایراند تزریق می‌شود و هوا و روغن متراکم شده به تانک تفکیک کننده هدایت می‌شود و پس از جدا شدن هوا و روغن در فیلتر تانک تفکیک کننده هوا به رادیاتور رفته و پس از خنک شدن از کمپرسور خارج می‌گردد.

تعمیر و نگهداری کمپرسور

توجه:

الف - کلیه کارهای سرویس دهی را هنگامی انجام دهید که دستگاه خاموش بوده و فشار آزاد شده باشد.

ب - در زمان تعمیر و یا سرویس دستگاه حتماً کلید فیوز اصلی برق را قطع نمایید.
پ - پس از خاموش کردن کمپرسور فشار هوای داخل تانک تفکیک کننده از طریق شیر برقی به داخل فیلتر مکش آزاد می شود. این کار نیاز به زمان کوتاهی (۶۰ تا ۱۸۰ ثانیه) دارد تا هنگام پایین آمدن کامل فشار از انجام سرویس خودداری نمایید.

۱- فیلتر مکش هوا:

گردگیری و غبارزدایی فیلتر مکش معمولاً با هوای فشرده (حداکثر ۶ بار و از فاصله ۳ سانتیمتری از داخل فیلتر) انجام می شود تمیزکاری تا زمانی ادامه می یابد که دیگر گرد و غباری روی فیلتر باقی نماند. تمیز کردن فیلتر هوا با هوای فشرده با توجه به جدول سرویس و نگهداری بایستی در هر ۲۵۰ ساعت یکبار (با توجه به شرایط محیط دستگاه تغییر می کند) صورت پذیرد در صورت مشاهده علامت قرمز نشانگر تمیزکاری و یا تعویض فیلتر ضروری است.

۲- فیلتر روغن:

پس از بازرسی فیلتر روغن لاستیک دور آن را بازدید نموده و اطمینان حاصل شود که در شرایط خوبی قرار دارد. بنا به درخواست مشتری نشانگر کثیفی و گرفتگی روی فیلتر روغن نصب می شود. فیلترهای روغن بایستی طبق برنامه جدول سرویس و نگهداری (توسط مصرف کننده تهیه شده است) تعویض شوند. هنگامی که درجه گرفتگی فیلتر از حد مجاز بالاتر رود علامت قرمز رنگی روی محفظه شیشه ای نشانگر متصل روی فیلتر روغن نمایان می شود. ضمناً مدل برقی P بر حسب درخواست مشتری قابل نصب بر روی فیلتر روغن بوده و با P برقی پس از گرفتگی فیلتر روغن مدار تغذیه الکتریکی دستگاه فرمان می دهد. لازم به ذکر است که در هنگام تعویض روغن می بایست واشر لاستیکی بالای فیلتر جدید کاملاً آغشته به روغن گشته و داخل فیلتر مقداری روغن ریخته شود.

۳- رادیاتور:

الف - مدل هوا خنک: هنگامی که گرفتگی در شبکه‌های بیرونی رادیاتور مشاهده شد آن را با هوای متراکم تمیز کنید و قسمت داخلی را با ماده کربن‌زدا (مثل اسیدهای رقیق) تمیز نمایید و بلافاصله با آب بشویید تا اثر اسید از بین برود. ب - مدل آب خنک (مبدل): در شرایطی که سیستم کارخانه دارای شبکه سختی گیر آب و برج خنک کننده است استفاده از رادیاتور آب خنک توصیه می‌گردد.

* تمیزکاری لوله‌های داخلی رادیاتور

قسمت روغن را با مواد پاک کننده کربن و قسمت آب را با مواد حلال رسوب آهکی تمیزکاری کنید. تمیزکاری را باید هنگامی انجام داد که دمای قسمت‌های مربوط کمی بالا باشد تا چربی موجود به راحتی پاک گردد.

۴- فیلتر تفکیک کننده:

در مواردی که فیلتر تفکیک کننده در اثر اشباع ذرات کثیف شده است می‌توان تمیز نمود. در غیر این صورت باید از استفاده فیلتر کثیف خودداری کرده و با فیلتر نو جایگزین نمود. هنگام تعویض فیلتر تفکیک کننده بایستی دقت زیادی بکار برد و از ضربه زدن یا خم نمودن لوله مکش (suction line) پرهیز کنید و پس از تعویض فیلتر و هنگام نصب مجدد قطعات دقت نمایید که تمامی اجزا به درستی و در جای صحیح خود قرار بگیرند و لوله مکش بدون خمیدگی در داخل فیلتر قرار داده شود طول عمر مفید فیلتر تفکیک کننده بسته به شرایط استفاده و محل کار و نوع روغن حدود ۲۰۰۰ ساعت می‌باشد. در هنگام کثیف بودن فیلتر میزان روغن در هوای خروجی افزایش می‌یابد.

تست نهایی کمپرسور

کلیه کمپرسورهای تولیدی پس از انجام عملیات تولید و مونتاژ به قسمت تست نهایی ارسال شده و در آنجا توسط وسائل و تجهیزات مربوطه تست می‌شود و برای هر کمپرسور فرم تست نهایی تکمیل می‌گردد و به تأیید مسئول کنترل کیفیت می‌رسد.

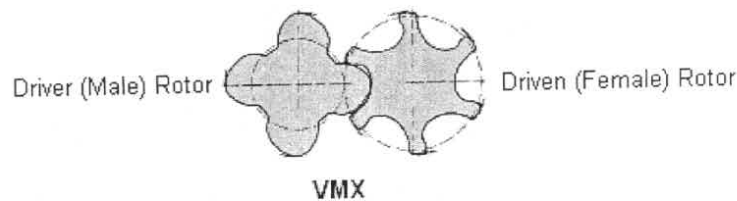
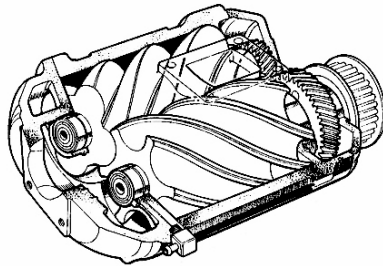
کمپرسور اسکرو اوپل اینجکت Aerzen

قسمت متراکم کننده هوا مهمترین جزء کمپرسورهای اسکرو می‌باشد که از دو روتور با تیغه‌های مارپیچی که درون پوسته‌ای قرار دارند تشکیل شده است. این قسمت در واقع

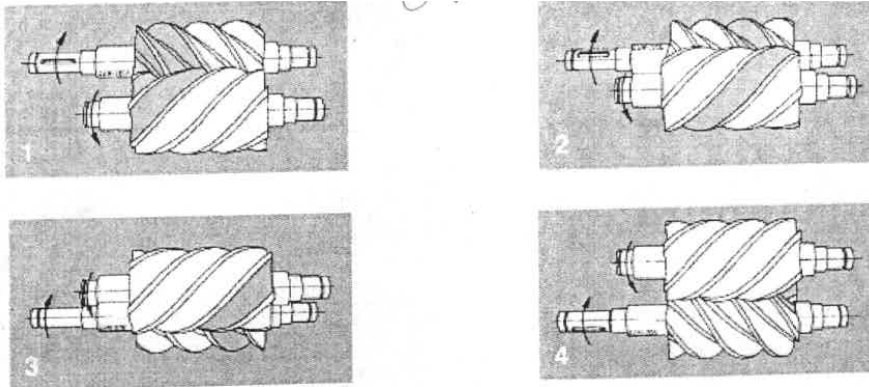
مانند یک سیستم سیلندر و پیستون عمل می‌کند که برای آب‌بندی سیستم و ایجاد خلاء، فیلمی از روغن بین روتورها و دیواره ایجاد می‌شود که این عمل باعث مکش هوای ورودی به سیستم می‌شود. بطور کلی در قسمت تراکم دو مارپیچ به شکل قوس‌های حلزونی طراحی شده‌اند که دارای مقاطع غیر متقارن (نری و مادگی) می‌باشد و در اثر چرخش مخالف دو مارپیچ، هوا و روغن بین قوس‌های حلزونی و دیواره کمپرسور (ایراند) حبس شده و به طرف انتهای واحد متراکم کننده رانده می‌شود و در نتیجه با کاهش در حجم هوا، فشار هوا در منطقه دهانه خروجی ایراند افزایش می‌یابد. در قسمت انتهای روتورها هوای فشرده شده همراه با روغن به مخزن تفکیک کننده رانده می‌شود.

مارپیچ‌ها پروفیل‌های غیرمتقارنی دارند که با استفاده از ماشین‌های ابزار خاص با بالاترین دقت ساخته شده‌اند. بنابراین بهترین راندمان حجمی را می‌دهند. روتورها بالانس دینامیکی شده‌اند. Aerzen پروفیل‌های مارپیچ‌ها را بر اساس زمینه‌های کاری مختلف، متفاوت ارائه می‌دهد. به عنوان مثال:

برای دبی حجمی‌های زیاد و اختلاف فشار کم، مطلوبترین پروفیل، ترکیب ۳ + ۴ است که در آن روتور نر (محرک) ۳ تیغه و روتور ماده (رانده شده) ۴ تیغه دارد. برای اختلاف فشار زیاد، همیشه از ترکیب ۶ + ۴ که در آن روتور نر (محرک) ۴ تیغه و روتور ماده (رانده شده) ۶ تیغه دارد، استفاده می‌شود.

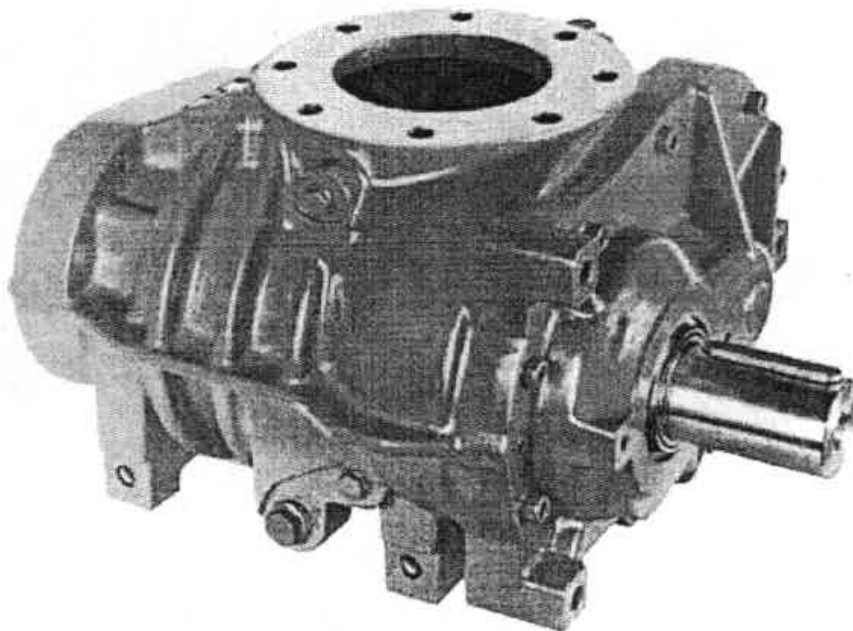


روتورها با تیغه‌های مارپیچی



انتقال قدرت:

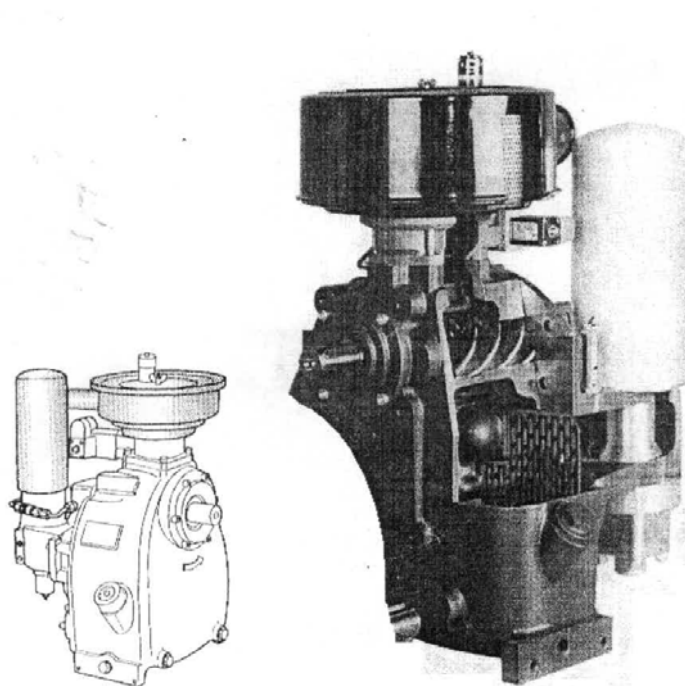
انتقال قدرت از الکتروموتور به واحد هواساز به یکی از دو شیوه تسمه‌ای یا کوپل مستقیم انجام می‌شود.

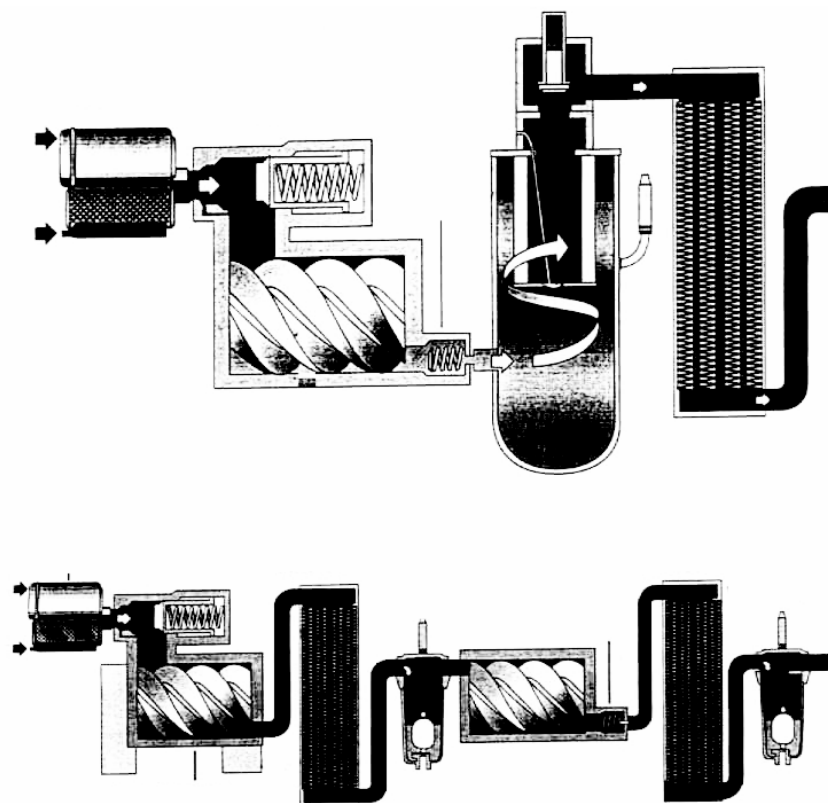


کمپرسور اویل اینجکت تسمه‌ای (سری NK):

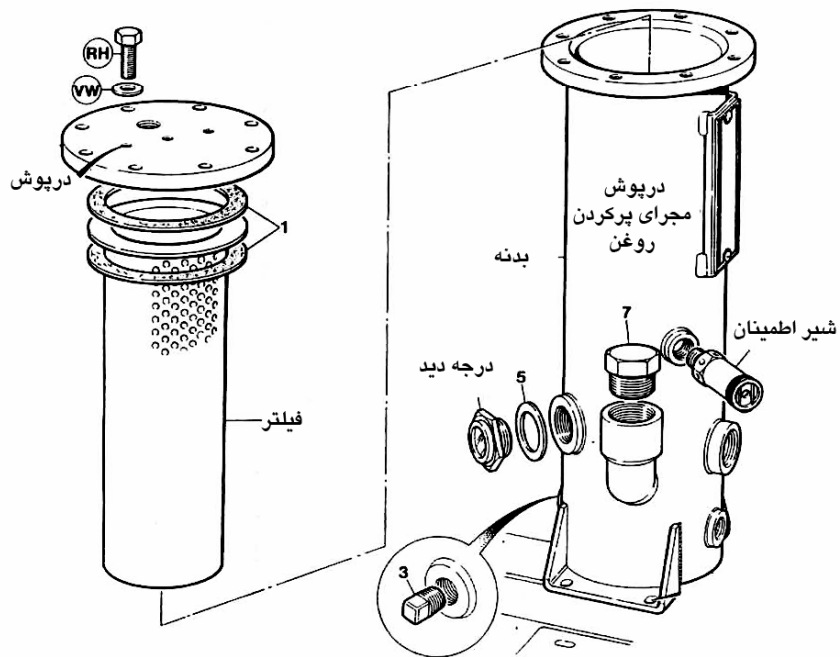
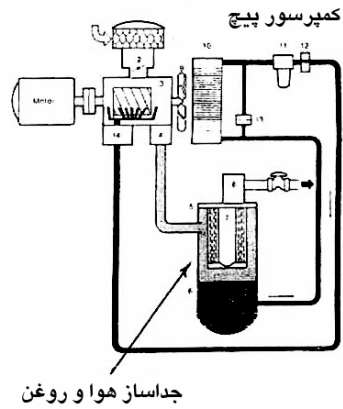
ویژگی شاخص این سری کمپرسورهای اویل اینجکت که انتقال قدرت در آن به صورت تسمه‌ای انجام می‌شود، سادگی و کم حجم بودن آنهاست. هفت جزء اصلی در این نوع کمپرسورها وجود دارد:

- ۱- فیلتر هوا
- ۲- شیر ورودی
- ۳- واحد هواسازی (ایراند)
- ۴- مخزن روغن
- ۵- سیستم جدا کننده
- ۶- فیلتر روغن
- ۷- ترموستات

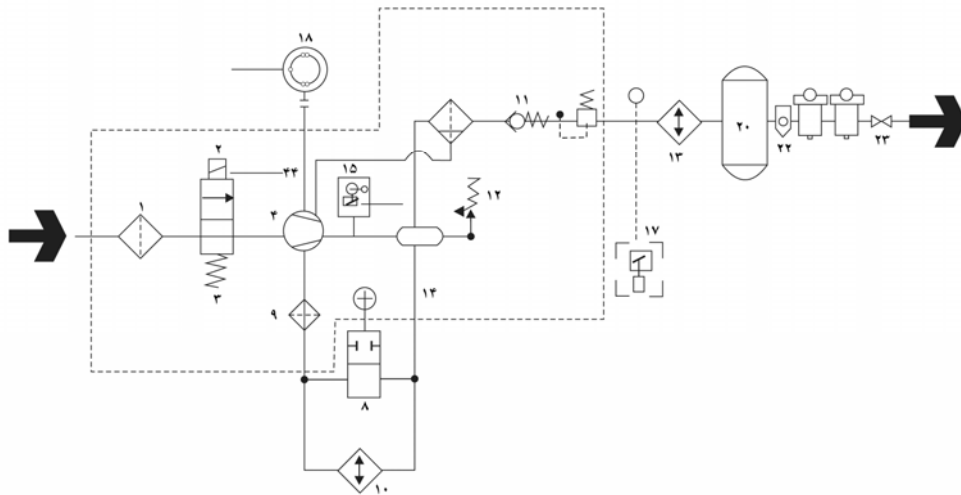




تصاویر مقایسه ای بین کمپرسور خشک Oil Free (عاری از روغن)
کمپرسور روغن دار Oil INject



تصویر کمپرسور پیچ و مخزن سیراتور



شکل P&ID مربوط به کمپرسورهای اوپل اینجکت تسمه‌ای سری NK، مدل NK40 و NK60

کمپرسورهای بدون روغن

در بعضی از موارد در کارخانجات خصوصاً صنایع شیمیایی و پتروشیمی ممکن است، برای فشردن هوا یا گازهای دیگر نیاز به کمپرسورهای بدون روغن باشد. در مواقعی که:

- ۱- خطر انفجار در صورت تماس گاز با روغن باشد.
 - ۲- روغن با گاز در حال فشردن ترکیب شود.
 - ۳- وجود روغن در هوا یا گاز در فعل و انفعالات شیمیایی تأثیر بگذارد.
 - ۴- امکان خراب شدن یا خسارت به تولید نهایی باشد.
 - ۵- مواد غذایی را فاسد یا مسموم نماید.
- باید از کمپرسورهای بدون روغن استفاده شود.

تعدادی از گازهایی که برای فشردن نیاز به کمپرسور بدون روغن دارند:

- آرگون و نیتروژن
- کربن دی‌اکسید
- کربن مون‌اکسید
- اتان
- اتیلن

- هلیوم

- هیدروژن

- متان

با در نظر گرفتن قیمت بالا و هزینه سرویس و نگهداری کمپرسورهای بدون روغن، انتخاب کمپرسور نیاز به بررسی و دقت زیادی دارد.

هوای فشرده بدون روغن OIL.FREE.COMPRESSED.AIR

در مواردی که ممکن است ذرات در هوای فشرده در واکنش‌های شیمیایی تأثیر بگذارند. یا به تولیدات خسارت وارد شود برای فشردن هوا نیاز به استفاده از کمپرسورهای بدون روغن می‌باشد.

در این نوع کمپرسورها در محفظه‌ای که هوا فشرده می‌شود، نباید روغن وجود داشته باشد. این کمپرسورها در انواع مختلف از جمله پیستونی، پیچ، توربینی یا سیالی تولید می‌گردد.

البته استفاده از کمپرسورهای بدون روغن به این معنی نمی‌باشد که حتماً هوای فشرده خروجی بدون روغن باشد، خصوصاً در شهرها و کارخانجات که آلودگی هوا زیاد است، ذرات هیدروکربن موجود در هوا به داخل کمپرسور کشیده می‌شود. در حال حاضر با استفاده از کمپرسورهای معمولی و قرار دادن فیلترهای مناسب در مسیر هوای فشرده در اکثر موارد نیاز به کمپرسور بدون روغن نمی‌باشد.

همچنین در صورتی که در کارخانجات مواد غذایی هوای فشرده مستقیماً با مواد غذایی تماس دارند می‌توان از کمپرسورهای معمولی و روغن مخصوص مواد غذایی در کمپرسور استفاده کرد.

جهت بدون روغن نمودن هوای فشرده از کمپرسورهای پیستونی نوع دیافراگمی و کمپرسور پیستونی نوع تنه‌ای استفاده می‌شود.

در کمپرسورهای اسکرو یا پیچ نیز جهت بدون روغن شدن هوای فشرده به برینگ‌ها روغن تزریق نمی‌گردد و توسط گریس روانکاری می‌گردند و در بعضی از انواع کمپرسورهای اسکرو که دارای روغن می‌باشند با دمش هوای فشرده که دارای فشار بیشتری از روغن می‌باشد جلوی نفوذ روغن به هوای فشرده را می‌گیرند.

در کمپرسورهای توربینی نیز با دمش هوای فشرده جلوی نفوذ روغن به هوای فشرده را می‌گیرند ضمناً نسل جدید توربو کمپرسورها اصلاً روغن ندارند و دارای برینگ‌های خاص هستند که بدون روغن کار می‌کنند و دارای برینگ‌های هوا خنک هستند.

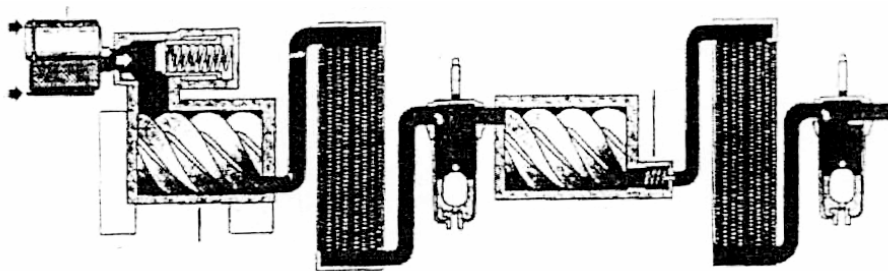
کمپرسور اسکرو اوایل فری تک مرحله‌ای (Arezen (Oil free screw compressor,

:single stage)

کمپرسور اوایل فری (عاری از روغن)

در این نوع کمپرسورها چون محورهایی که توسط چرخنده‌های زمان‌بندی (که داخل محفظه تراکم قرار دارند) می‌گردند با یکدیگر و یا محفظه، تماسی ندارند، بنابراین در محفظه تراکم نیازی به روانکاری نیست و هوا توسط روغن یا هیچ مایع دیگری در حین عبور از کمپرسور آلوده نمی‌شود. بدین ترتیب در این کمپرسورها، مسیر هوا یا هر سیالی که متراکم می‌شود از مسیر روانکاری جدا است.

چون به ایراند (محفظه تراکم) این کمپرسورها، روغن یا هر مایع دیگری تزریق نمی‌شود، این کمپرسورها نمی‌توانند دور زیادی را تحمل کنند و فشار هوای خروجی را حداکثر تا ۳,۵ برابر فشار هوای ورودی افزایش می‌دهند.

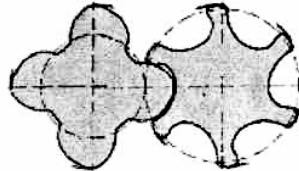


کمپرسور اسکرو اوایل فری (تک مرحله‌ای)

۱- سری VM:

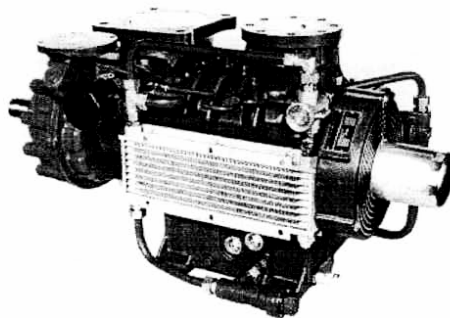
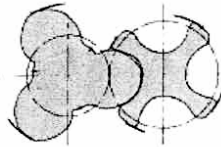
به منظور تامین ظرفیت هوادهی در محدوده ۲/۷ تا ۱۴۳/۱ متر مکعب در دقیقه و حداکثر فشار مثبت عملکرد ۴/۵ بار مطلق (حداکثر افزایش فشار ۳/۵ بار) طراحی شده‌اند. ظرفیت‌های هوادهی مختلف با تنظیم دور آنها قابل دستیابی است.

انتقال قدرت الکتروموتور به ایراند (همانطور که از نمودارهای صفحات بعد مشخص است)، در همه مدل‌های سری VM از نوع کوپلینگ می‌باشد.

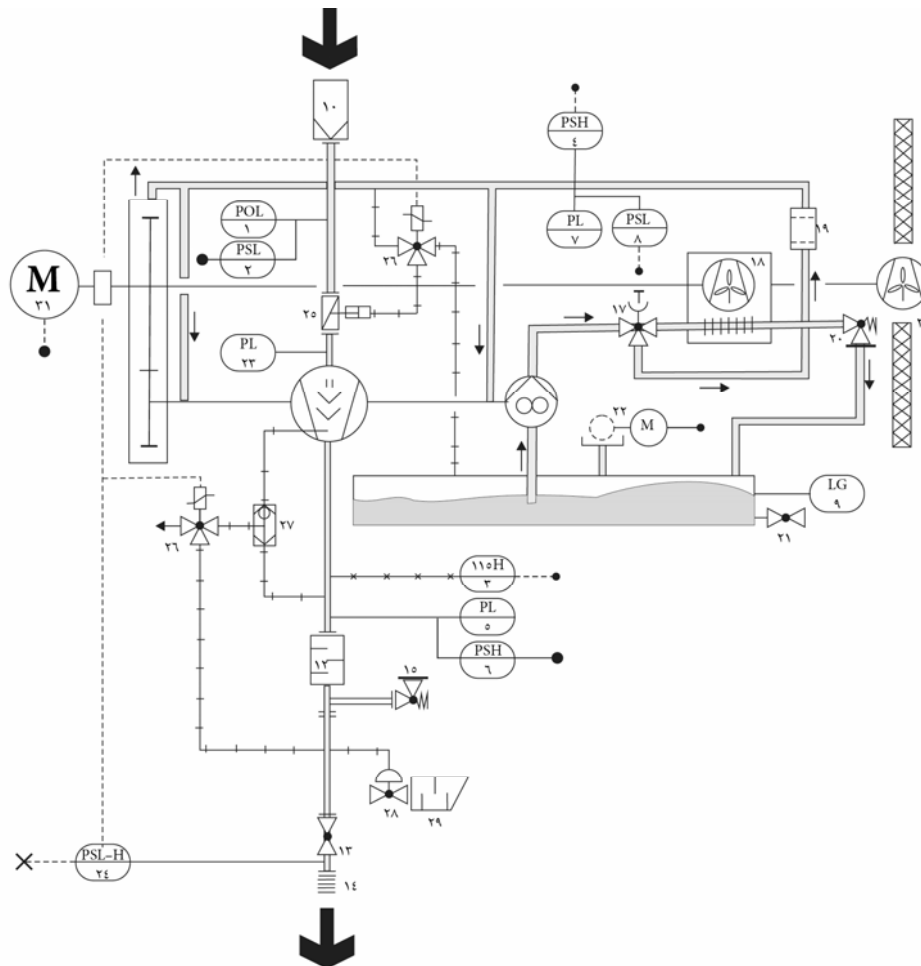


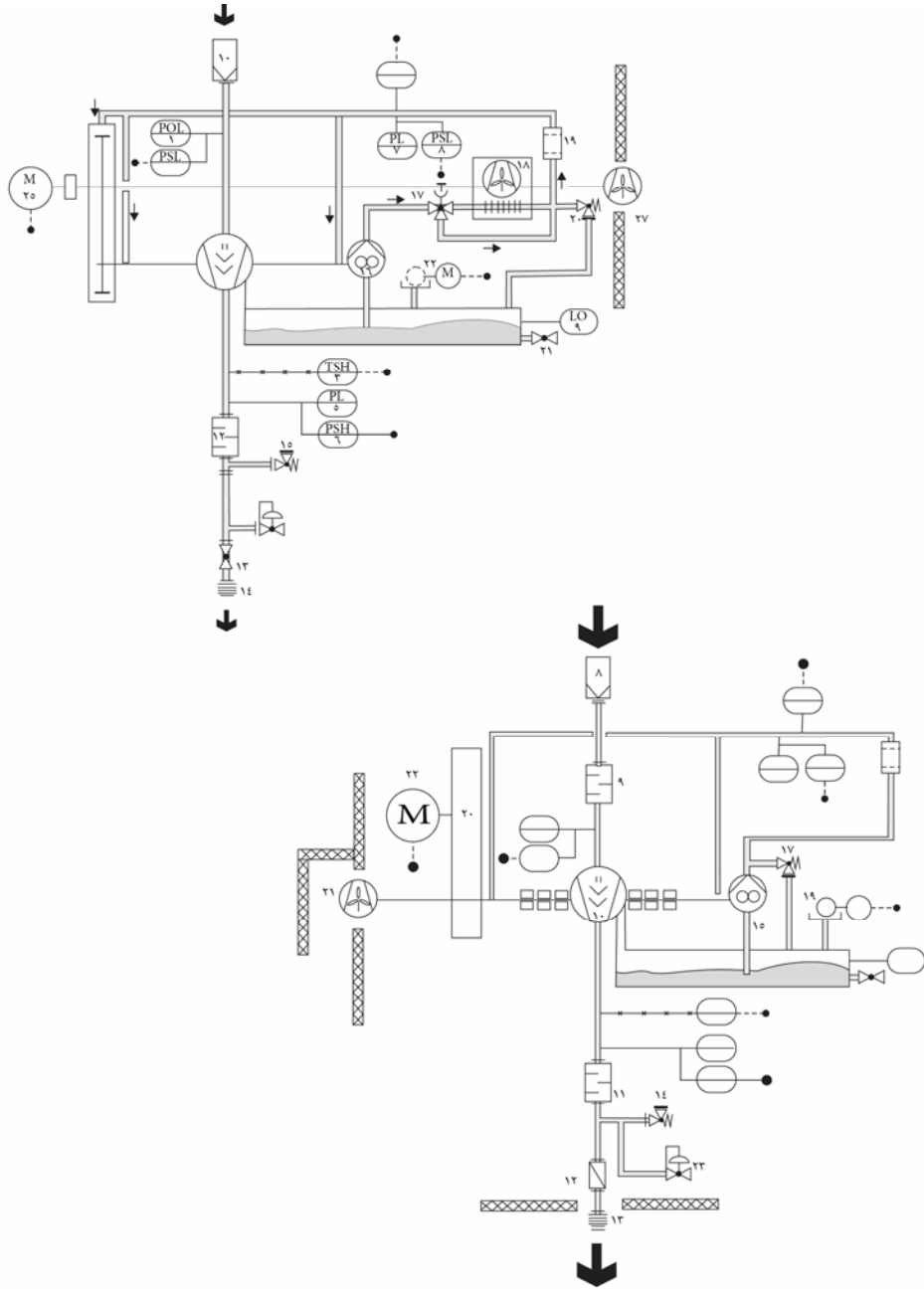
۲- سری VML:

به منظور تامین ظرفیت هوادهی در محدوده $4/6$ تا $243/3$ متر مکعب در دقیقه و حداکثر فشار مثبت عملکرد 3 بار مطلق (حداکثر افزایش 2 بار) طراحی شده‌اند. ظرفیت‌های هوادهی مختلف با تنظیم دور آنها قابل دستیابی است. این کمپرسورها (هر دو سری) هوا خنک هستند و برای خنک کردن روغن روانکاری، نیازی به آب ندارند. انتقال قدرت الکتروموتور به ایراند (همانطور که از نمودارهای صفحات بعد مشخص است)، در همه مدل‌های سری VML به جز مدل VML 18 از نوع کوپلینگ است. انتقال قدرت در مدل VML 18 از طریق تسمه انجام می‌شود.

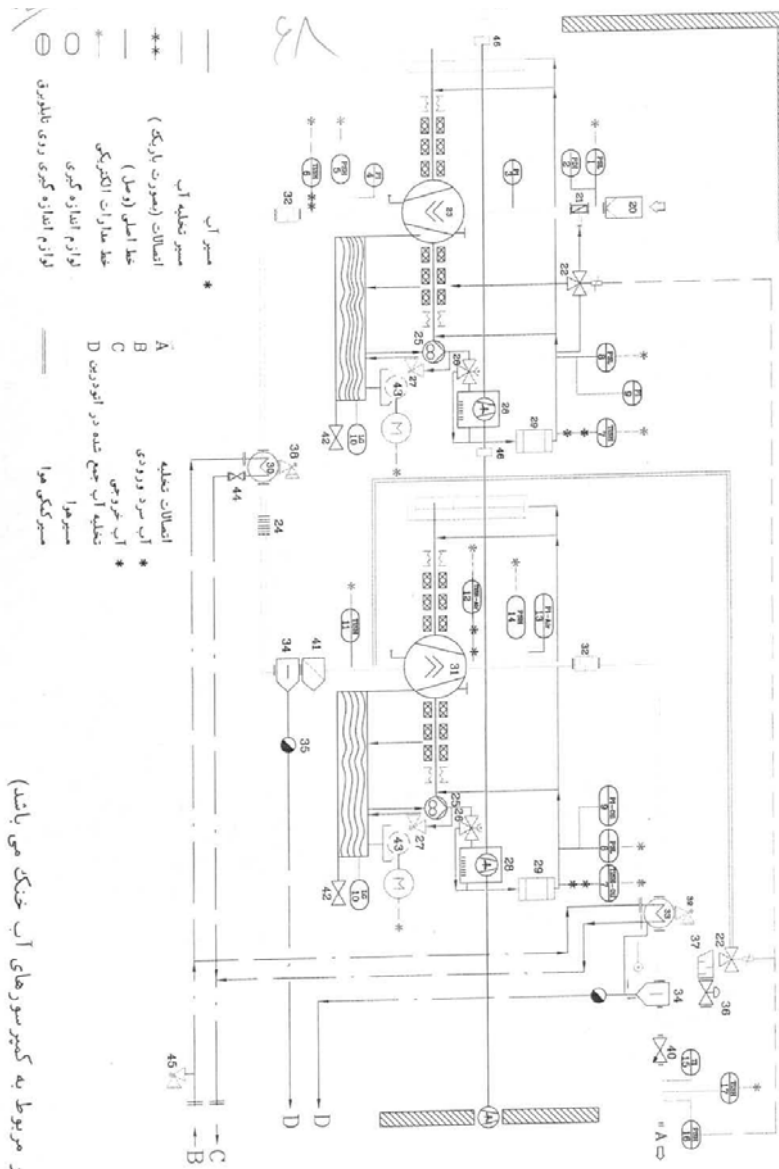


کمپرسور اسکرو اوایل فری



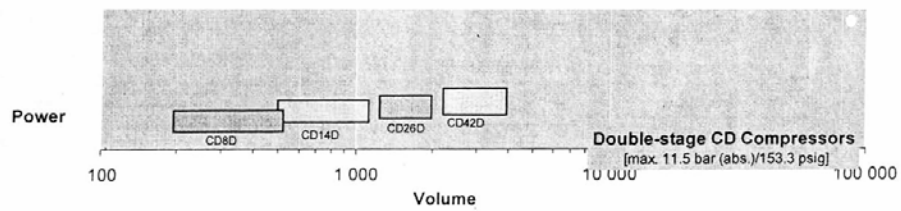
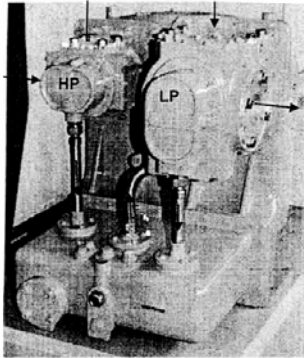


FLOW DIAGRAM
گمپرسور اول فزی دو مرحله ای Arzener



(عبارت‌های ستاره دار مربوط به کمپرسورهای آب خنک می باشد)

کمپرسور اویل فری دو مرحله ای



نمودار توان-ظرفیت برای مدل های مختلف ایرانند

فن‌ها و دمنده‌ها



Figure 10. Axial Fan (NISCO)

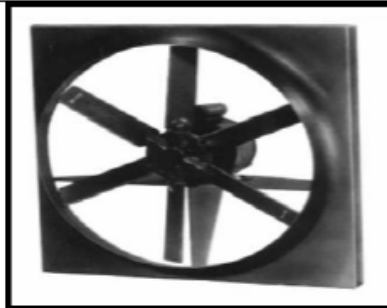


Figure 11. Propeller Fans (FanAir Company)



Figure 12. Tube Axial Fan (NISCO)

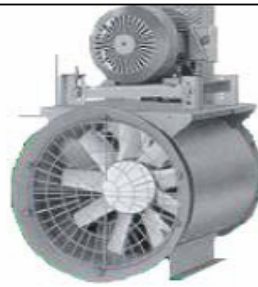


Figure 13. Vane-axial Fan (NISCO)

انواع فن‌ها و دمنده‌ها

۱- جابجایی: ۱- روتس ۲- اسکرو

۲- فن سیالی یا دینامیکی: ۱- ملخی ۲- خطی ۳- گریز از مرکز

فن‌ها و دمنده‌ها Fan and Blower

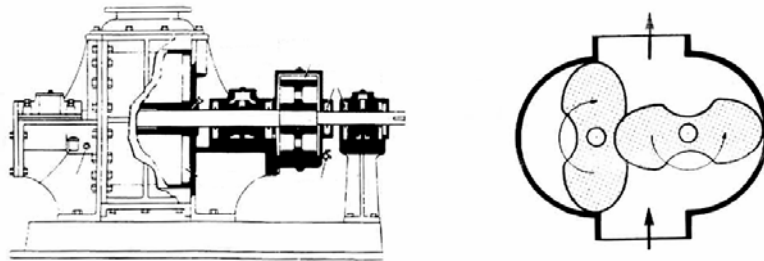
دمنده‌های هوا Air Blower

دمنده‌های هوا همان کمپرسورها یا پمپ‌های هوا هستند که حجم زیاد هوا را با فشار کم و متوسط تولید می‌کنند. گاهی از دمنده‌ها در بعضی از طرح‌های صنعتی به صورت عکس استفاده می‌نمایند که در حالت عکس از مجرای مکش آن‌ها استفاده می‌شود و به صورت مکنده و اکثراً جهت تهویه مطبوع استفاده می‌شوند.

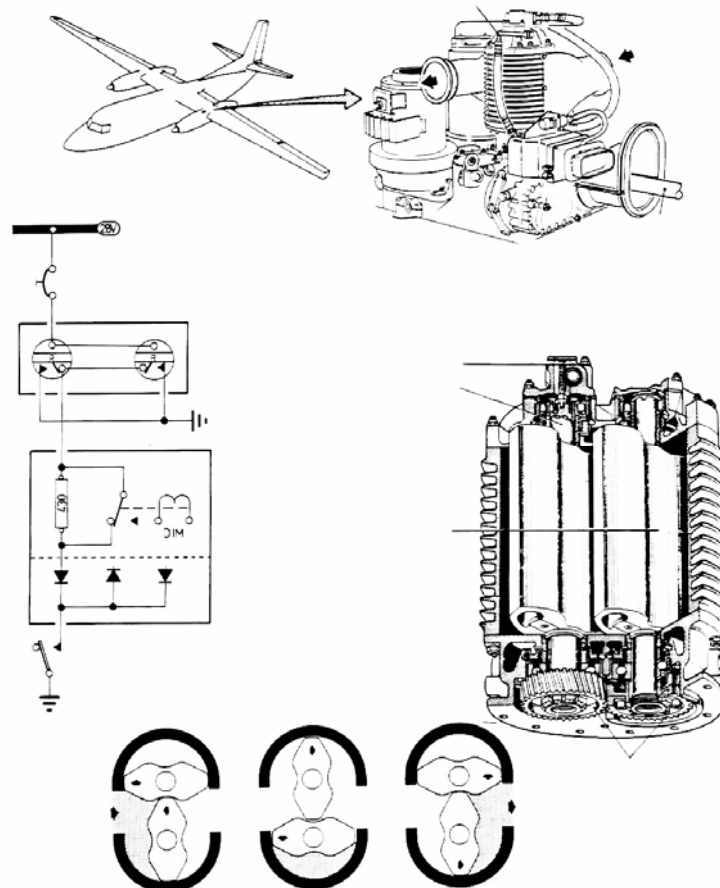
کمپرسور روتس یا بادامکی معروف‌ترین دمنده است به علت ساختمان مستحکم و در تماس نبودن دو قطعه متحرک کمپرسور با یکدیگر عمر زیادی دارد و نیاز چندانی به تعمیرات نیست زیرا بین دو قطعه هواساز اصطکاک وجود ندارد. جهت حجم هوای کم و متوسط از این نوع کمپرسور به عنوان دمنده و مکنده استفاده می‌شود ولی جهت دمش هوا با حجم بیشتر از نوعی دمنده ملخ‌دار به نام فن FAN و جهت حجم هوای دمشی بسیار زیاد از نوعی دمنده به نام توربو فن Turbo.FAN استفاده می‌شود که در مورد هر یک به اختصار توضیح می‌دهیم.

دمنده روتس دارای یک پوسته سیلندری شکل است که دو قطعه فرم‌دار بادامک مانند درون آن قرار گرفته و هر کدام دارای یک شفت جداگانه هستند و نیز هر شفت به یک چرخ دنده متصل است و هر دو چرخ دنده با یکدیگر درگیر هستند و علامت بخصوصی روی هر دو چرخ دنده وجود دارد که تایمینگ نام دارد و در زمان مونتاژ دمنده باید به آن دقت نمود در غیر این صورت راندمان کاهش می‌یابد و فاصله بین بادامک‌ها در حد مورد نیاز قرار نرفته و به عبارتی آب‌بندی از بین می‌رود. دو قطعه هواساز بادامک مانند عکس یکدیگر می‌چرخند یکی در جهت چرخش عقربه ساعت و دیگری عکس آن و در هر دور یا RPM تعداد ۴ عدد اتاقک هواساز تولید شده و هوا را محبوس نموده چرخانده و در خروجی با فشار تخلیه می‌کنند. از مزایای دیگر این نوع دمنده این است که بادامک‌ها چون در تماس نیستند نیاز به روغن کاری داخلی ندارند بلکه چرخ دنده‌ها درون یک گیربکس یا جعبه دنده قرار دارند و در جعبه دنده عمل روغن کاری صورت می‌گیرد.

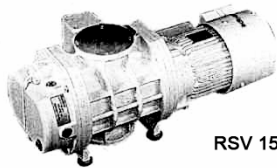
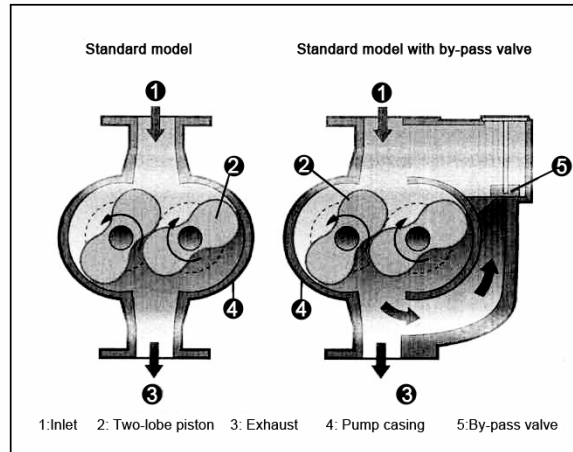
یکی از معایب این نوع دمنده مصرف انرژی بالایی نسبت به مقدار هوادهی آن است زیرا قطعات چرخنده سنگین وزن هستند و به علت نداشتن تماس با یکدیگر و وجود فاصله بین آن‌ها Clearance راندمان کاهش می‌یابد.



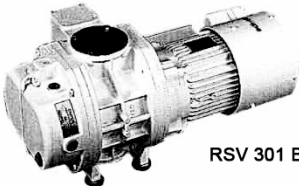
کاربرد یک دمنده بادامکی در سیستم تهویه هوای فشرده و تهویه مطبوع یک هواپیما



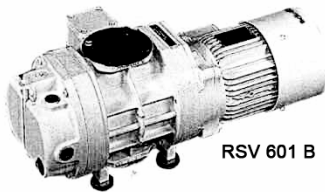
جدول مشخصات و تصاویر دمنده های یک شرکت خارجی



RSV 151 B



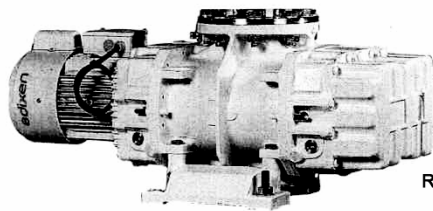
RSV 301 B



RSV 601 B

8 models, 5 pumping speeds

Pumping speed		Vertical pumping axis		Horizontal pumping axis	
		With by-pass	Without by-pass	With by-pass	Without by-pass
150 m ³ /h	89 cfm	RSV 151 B	RSV 151		
300 m ³ /h	177 cfm	RSV 301 B	RSV 301		
600 m ³ /h	354 cfm	RSV 601 B	RSV 601		
1000 m ³ /h	594 cfm		RSV 1002		
2000 m ³ /h	1200 cfm		RSV 2000		RSV 2000



RSV 2000

دمنده پیچ (اسکرو) Screw Blower

خط مرزی بین مشخصی بین دمنده و کمپرسور وجود ندارد از کمپرسور پیچ به عنوان دمنده استفاده می شود ولی ساخت آن مشکل تر و هزینه خرید و نگهداری آن بیشتر از

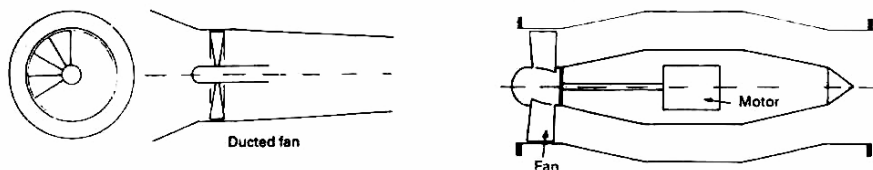
دمنده روتس یا بادامکی است لیکن فشار حدود ۱/۲BAR تولید نموده و ۱۰٪ راندمان آن نسبت به دمنده روتس بیشتر است ضمناً در حالت مکش نیز مکشی ۵۰٪ را تولید می‌کند.

فن Fan Blower

فن ملخ‌دار در حقیقت چند عدد تیغه یک اندازه و هم وزن است که روی یک شفت قرار گرفته و دارای یک پوشش روی شفت است که HUB یا مرکز ملخ نام دارد و شفت روی دو یا چند عدد برینگ (نسبت به وزن مجموعه دوار) قرار گرفته و توسط الکترو موتور می‌چرخد کل مجموعه ملخ‌ها توسط یک عدد قاب یا پوسته دربرگیرنده آن احاطه گردیده است. ساده‌ترین نوع فن را می‌توان در آشپزخانه‌ها دید که تعدادی تیغه روی یک شفت قرار دارد و توسط یک پوسته که جهت افزایش راندمان و جلوگیری از فرار هوا یا پراکندگی هوا احاطه گردیده است.

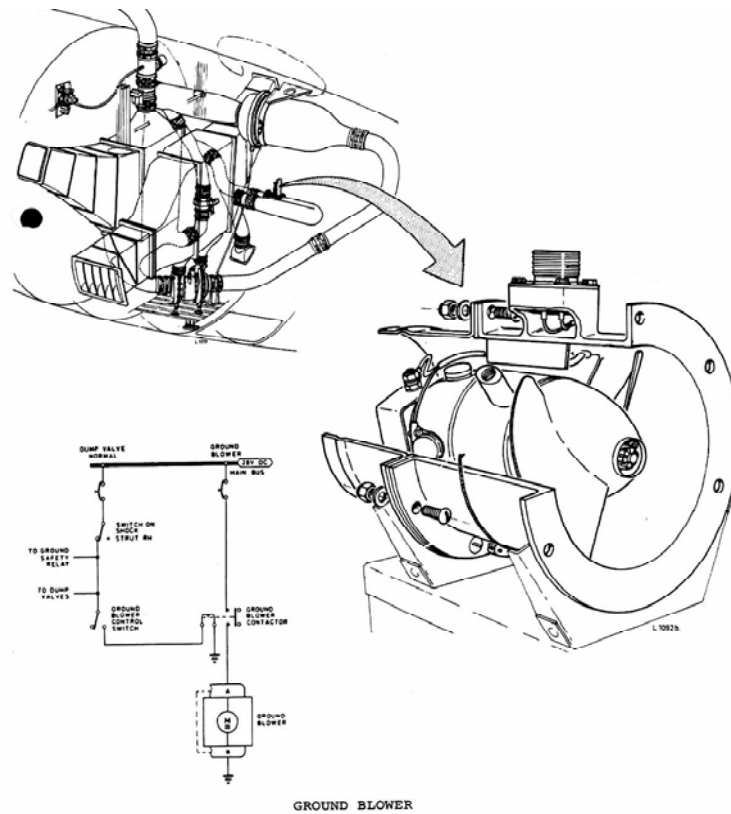
چرخش شفت باعث حرکت ملخ‌ها یا تیغه‌ها گردیده که هرکدام از تیغه‌ها با چرخش خود هوا را می‌رانند نظیر حرکت یک پارو توسط قایقران که آب را جا به جا می‌کند. هر چقدر تعداد تیغه‌ها بیشتر باشد، دور چرخش فن بیشتر باشد، فن بزرگ‌تر باشد فاصله بین پوسته و نوک تیغه‌ها کمتر باشد راندمان این نوع فن‌ها ملخی بیشتر است.

در انواع پرسرعت این گونه فن‌ها بالانس بودن یا به عبارتی نداشتن تاب شفت و هم وزن بودن تیغه‌ها بسیار مهم است لذا قبل از مونتاژ نهایی مجموعه چرخنده یا روتور Rotor توسط دستگاه بالانس که شنک SHENK نام دارد بالانس می‌شود.



در فن‌های ملخی پر سرعت تیغه‌ها را به فرم آیرودینامیکی می‌سازند تا در برابر الیاف هوا اصطکاک کمی داشته باشند و علاوه بر افزایش راندمان نیاز به انرژی کمتری جهت چرخش داشته باشند.

ضمناً HUB یا مرکز ملخ را نیز جهت عبور جریان یکنواخت قرار می‌دهند تا از تداخل جریان ورودی یا توربولانس جلوگیری شود. یکی از نکات کاربردی دیگر در مورد این گونه فن‌های ملخ‌دار این است که سرعت چرخش نوک ملخ نباید از سرعت صوت عبور کند (۳۴۰ متر در ثانیه) زیرا به دیواره‌ی صوتی برخورد نموده و سبب سر و صدای ناهنجار و لرزش و نهایتاً صدمه دیدن فن می‌گردد. ضمناً در فن‌های مدرن و پر سرعت

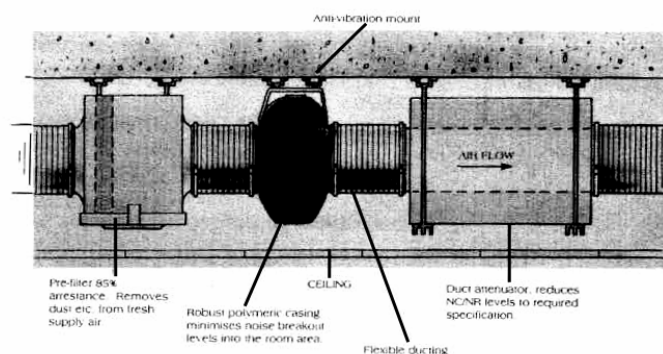


هر کدام از ملخ‌ها از قسمت ریشه که به شفت یا دیسک متصل هستند تا نوک حالت پیچشی دارند. زیرا سرعت چرخش نوک هر ملخ یا تیغه نسبت به سرعت چرخش ریشه ملخ بیشتر است و جهت این که عبور جریان توسط کل قسمت‌های مختلف تیغه یکی باشد و جریان عبوری یک دست باشد ملخ را به صورت پیچانده تابانده ساخته‌اند در تصویر زاویه چرخش تیغه یا به عبارت پس و پیش بود تیغه را که Stagger, Angle می‌نامند می‌توان دید.

فن‌های ملخی جریان را به صورت یک خط مستقیم عبور می‌دهند. فشار کم هوای خروجی و حجم بسیاری هوای خروجی از خصیصه‌های این نوع فن‌ها به شمار می‌رود لذا بیشتر جهت تهویه مطبوع در نقاط مختلف کارخانجات و خطوط صنعتی استفاده می‌شوند تهویه مطبوع و خنک کاری کمپرسور خانه‌ها و موتورهای یکی از کاربردهای آن هاست. در مورد خرید و نصب فن‌ها باید چند نکته را در نظر داشت.

اولاً هر فن را با توجه به مقدار ظرفیت مورد نیاز جایی که در آن قرار دارد از لحاظ شرایط محیطی نظیر مقدار دما، رطوبت و... و نیز مقدار مصرف انرژی و هم چنین آیا هوای دمشی را باید از لوله یا کانال DUCT عبور داد یا خیر. در صورتی که کانال وجود دارد طول کانال و تعداد خمش‌های کانال را بایستی مدنظر قرار داد زیرا افزایش طول کانال و تعداد خمش‌ها باعث برگشت جریان یا قفل شدن (توقف جریان) می‌گردد که Back Pressure نام دارد و در این صورت نظم عملکرد فن به هم خورده راندمان بسیار کاهش یافته مصرف برق و انرژی بالا رفته و گاهی به علت افزایش نیروی وارده بر تیغه‌ها و نهایتاً الکتروموتور سبب سوختن الکتروموتور می‌گردد. گاهی نیز سبب لرزش و شل شدن یا ترک برداشتن تیغه‌ها یا ترک برداشتن قاب دربرگیرنده آن‌ها شود. از نکات قابل توجه خرید و نصب فن‌ها صدای آن‌ها است همان گونه که می‌دانیم افزایش سر و صدا و آلودگی صوتی اثر بسزایی در سلامت پرسنل فنی و اپراتورها دارد لذا سعی شود فن‌هایی که در سالن‌های تولید و نزدیک محیط‌های انسانی نصب می‌گردند بی‌صدا و حتی الامکان کم صدا باشد و در صورتی که اجباراً فن صدادر نصب گردیده تا حد امکان صدا را ایزوله نماییم. نقاط اتصال فن به بدنه‌ها را به لایه‌های نصب لرزه‌گیر نظیر دسته موتور خودرو که Shock Mount نام دارد متصل نماییم.

AIR BLOWERS



Ducted fan installation. (Ventaxia)

Duct یا لوله عبوری را ایزوله یا دو جداره نماییم.

همیشه سعی شود قبل از خرید فن با کارشناس فروش و متخصصین مشورت گردد. همان گونه که قبلاً اشاره گردید فن‌ها را در قاب دربرگیرنده قرار می‌دهند و از مزایای فن‌های با جریان خطی داشتن قاب با طول کم است که در دیواره‌ها و سقف به راحتی جاسازی و نصب می‌شوند.

ضمناً در نصب باید فن‌های گریز از مرکز با تیغه‌های به سمت جلو دارای ظرفیت کارکرد پنج برابر فن‌های با جریان خطی هستند.

فن‌های گریز از مرکز با تیغه‌های رو به سمت عقب نیز همانند نوع قبلی ظرفیت بالایی دارند با دور کمتر همان توان خروجی تولید هوای دمشی را دارند. جریان خروجی آرام‌تر و سر صدای کمتری دارد.

فن گریز از مرکز نوع تیغه‌های مستقیم ظرفیت کمی دارد و راندمان بالایی ندارد تنها مزیت آن ساخت راحت و ارزانی آن است و جهت دمش در محیط‌های هوای کثیف مطلوب است و جهت فن اگزوز یا تخلیه به کار می‌رود.

فن‌های گریز از مرکز مستحکم‌ترین فن‌ها هستند و دارای راندمان عالی بوده و در شرایط سنگین کاری به خوبی کار می‌کنند. در زندگی روزمره می‌توان به دمنده‌های کبابی‌های قدیمی و نانوایی‌های مازوت سوز و گرمابه‌های قدیمی مازوت سوز و دمنده‌های مقنی‌ها اشاره نمود. این نوع فن در اندازه‌های مختلف و جهت شرایط محیطی مختلف ساخته می‌شود.

همان گونه که مورد کمپرسورها و فن‌های دیگر عواملی از قبیل دور RPM آب بندی Sealing بزرگی و کوچکی یا اندازه Volume مؤثر است در مورد این نوع فن‌ها هم همین عوامل مؤثر هستند. علاوه بر عوامل ذکر شده مدل یا نوع تیغه‌های نصب شده یا جوشکاری شده روی دیسک در راندمان مؤثر است. سه مدل تیغه‌هایی که در این نوع دمنده‌ها نصب می‌شوند عبارتند از:

۱. Forward. Curved. Blade تیغه‌های خمش دار به سمت جلو

۲. Backward. Curver. Blade تیغه‌های خمش به سمت عقب

۳. Strighr. Radial. Blade تیغه‌های راست و بدون انتها

جهت افزایش راندمان فن‌ها گاهی آن‌ها را به صورت دو تا سه تا پشت سر هم در یک

کانال قرار می‌دهند.

ضمناً در فن‌های ملخی وجود محافظ برای الکتروموتور از صدمه دیدن به آن نیز جلوگیری می‌شود در صورتی که هوای عبوری نیز داغ باشد وجود قاب عایق خوبی برای الکتروموتور است. تا به حال در مورد فن‌هایی که ملخ‌دار یا تیغه‌دار هستند صحبت کردیم این فن‌ها دو یا سه یا حداکثر ۴ تیغه دارند ولی جهت افزایش راندمان گاهی تعداد تیغه‌ها را بسیار بیشتر می‌کنند تا راندمان افزایش یابد این نوع فن‌ها را به نام فن‌های جریان خطی یا Axial Flow فن می‌نامند که دارای راندمان بسیار بالایی است همانند فن‌های ملخی تیغه‌های آن‌ها به صورت تابیده و فرم‌داده و آیرودینامیکی است و ساخت آن‌ها مشکل‌تر می‌باشد. گاهی چند ردیف از این گونه فن‌ها را روی یک شفت قرار داده و توسط یک الکتروموتور به گردش در می‌آورند.

نوع دیگر دمنده‌ها Centrifugal Blower دمنده گریز از مرکز نام دارد. در نوع دمنده خطی یک عدد دیسک در مرکز قرار دارد و تیغه‌ها از پایه روی آن نصب هستند ولی در نوع گریز از مرکز تیغه‌ها روی سطح دیسک جوش داده شده‌اند پیرامون دیسک نیستند و چون جریان هوا از مرکز قسمت هواساز یا چرخنده که impeller نام دارد وارد شده و از اطراف محیط آن خارج می‌شود یعنی حالت گریز از مرکز می‌یابد به این نام خوانده می‌شوند.

مواظب باشیم قاب تاب برداشته و ترک نخورد. ضمناً جهت افزایش راندمان قاب را می‌توان به کانال متصل نمود ضمناً کانال می‌تواند برای کنترل سمت یا جهت خروجی استفاده شود ضمناً کانال باید سطح داخلی صاف و صیقلی داشته باشد و از کانال طولانی و کانال‌هایی که قطر آن‌ها کم می‌شود حتی الامکان اجتناب نمود جهت هدایت بهتر هوای ورودی به فن و نیز هدایت هوای خروجی از تیغه‌های قابل تنظیم استفاده می‌شود که تیغه‌های ورودی اصطلاحاً I.G.V یا Inlet. Guide. Vanes و تیغه‌های خروجی O.G.V یا Outlet. Guide. Vanes نام دارند که می‌توان آن‌ها را توسط مکانیزم الکتریکی یا پنوماتیکی به صورت اتوماتیک نیز کنترل نمود. از نکات دیگر در فن‌های خطی عایق کردن الکتروموتوری است که در مسیر جریان قرار دارد جهت عبور جریان یکنواخت و جلوگیری از اغتشاش یا توربلانس جریان الکتروموتور را در قاب و پوشش آیرودینامیکی قرار می‌دهند. به ندرت در بعضی از فن‌ها الکتروموتور خارج از مسیر قرار گرفته و توسط کولپینگ یا تسمه یا زنجیره نیروی آن به فن منتقل می‌شود.

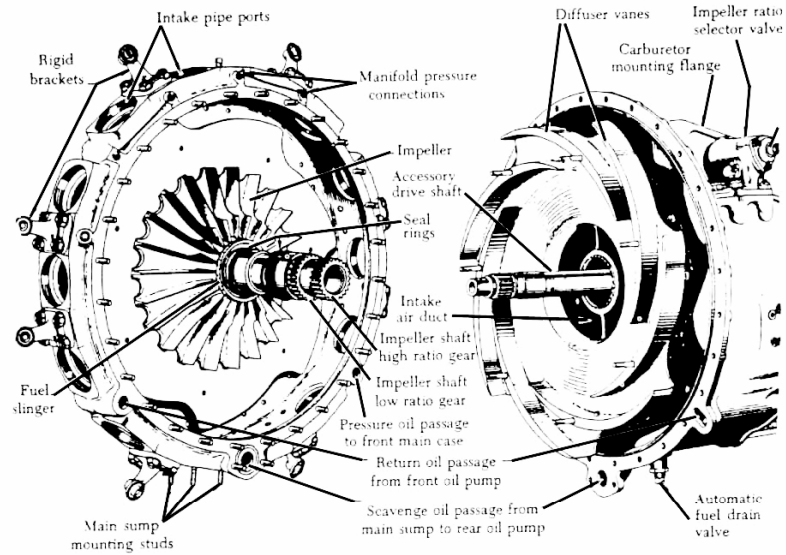
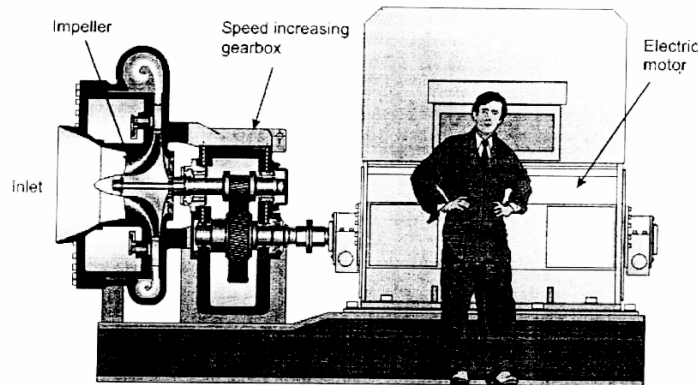


FIGURE 2-8. Blower and intermediate rear sections.



نمای داخلی و خارجی یک نوع کمپرسور گریز از مرکز

بلوئر جابجائی مثبت ارزن با طراحی استاندارد:

بلوئرهاى جابجایی مثبت از نوع GM با حجم ورودی جریان $0,55 \text{ m}^3/\text{min}$ تا m^3/min

۲۴۶ و اختلاف فشار 300 mbar تا 1000 mbar می‌باشند.

حوزه کاربردی: به عنوان هدایت کننده اوپل فری هوا و گازهای طبیعی است. موارد

زیر فقط چند مثال از کاربردهای بلوئر شرکت ارزن می باشد.

- هدایت کردن مواد با حجم زیاد از طریق هوا با فشار مکش یا فشار خروجی: سائزهای مختلف این ماشین از سائز بلوئرهاى کوچک که داخل مخزن وسایل نقلیه نصب می شود تا سائز خیلی بزرگ آن که جهت استفاده بالابرهاى بادی جهت تخلیه کننده های کشتی که با خلاء کار می کنند می باشد. ظرفیت اینگونه تخلیه کننده ها در حال حاضر ۱۰۰۰ تن در ساعت می باشد.

- هوا رسانی تحت فشار حوضچه ها در سیستم فاضلاب

- بلوئرهاى فلاش فیلتر در کارخانه های تولید آب آشامیدنی

- تقویت کننده های (Boosters) دستگاه های قوی خلاء تجهیز شده با سیل های شفت مخصوص

- هدایت کننده کلیه گازهای پیدا شده در شیمی و پتروشیمی و صنایع فلزی،

طراحی های مخصوص برای تحمل گازهای فعال موجود می باشد. ماشین قابل استفاده در نیروگاه های عادی (سنتی و متعارف) و اتمی که از مقررات ایمنی پیروی کنند.

- بلوئرهاى تقویت کننده گاز درجه بندی شده جهت فشار استاتیک داخلی تا 25 BAR

- تولید فولاد مورد استفاده در ایستگاههای Reduction. Plant

ویژگی ها:

هدایت کننده اوپل فری: این حقیقت که بلوئرهاى جابجایی مثبت شرکت ارزن هدایت

کننده محیط اوپل فری هستند یک امتیاز حساس و مهم در هدایت بادی کارخانه های فیلتر

کردن آب و صنایع غذایی و شیمیایی می باشد. چون پیستون های چرخشی بدون تماس با

یکدیگر و بدنه به چرخیدن و دور زدن مشغول می باشند، احتیاج به روغن کاری در محفظه

هوا ساز وجود ندارد و به همین جهت جریان هدایت شده بدون آلودگی به روغن کاری

است.

راندمان بالای مکانیکی:

چون پیستون های چرخشی بدون تماس با یکدیگر به چرخیدن مشغول می باشند، افت

نیروی مکانیکی در قسمت بیرینگ و دنده تایمینگ ایجاد می شود، بکار بردن بیرینگ ها

(بلبرینگ و رولبرینگ) و همانطور دنده تایمینگ باعث کاهش این افت مکانیکی شده و آن

را به حداقل می‌رساند ضمناً بکار بدن دنده حلزونی باعث عملیاتی با سر و صدای کمتر خواهد بود.

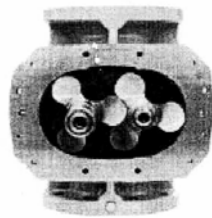
راندمان بالای حجمی: پیستون‌ها چرخشی و اجزاء بدنه توسط ماشین‌های مدرن CNC که در آن ابزارهای دقیق بکار برده شده ساخته می‌شود و این امر وجود فاصله عدم‌تجانس (tolerances) دقیق بین قطعات را حتی در شرایط تولید انبوه اجزاء استاندارد تضمین خواهد کرد. این مسئله انعکاس بر روی روتورها و بین روتورها و بدنه داشته و باعث بالا رفتن درجه راندمان حجمی می‌شود.

به منظور کامل سازی در جهت کاهش ضریب (pulsation reduction)، ضریب‌های آزاد دهنده در مبدأ آنها به حداقل ممکن کاهش یافته است.

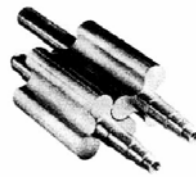
- بلوئر با کامل سازی در کاهش ضریب
- شاسی حمایت کننده با صدا خفه کن خروجی تکمیل شده
- صدا خفه کن ورودی با فیلتر هوا تکمیل شده
- اتصال بدنه با نصب Non- return flap و اتصال فلنج جهت شیر فشار و وسیله راه اندازی بدون بار

نحوه انتقال قدرت: تسمه‌ای (V belt) باریک

روتورها: بلوئرهای جابجایی مثبت دارای روتورهای سه گوش (3 lobe) می‌باشند که این روتورها به طور دینامیکی بالانس شده‌اند.



نمای بوشی از بلوئر

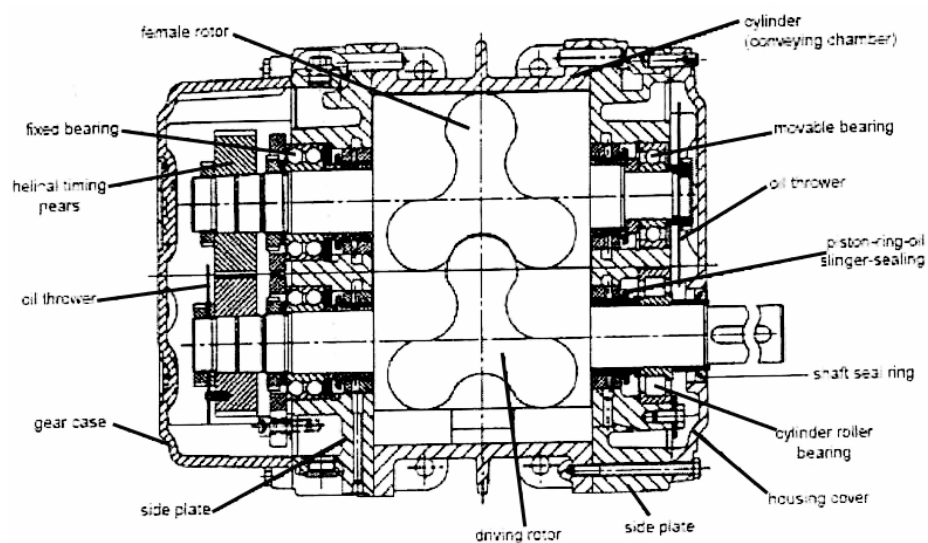


روتورها

روغن کاری:

بلوئرهای جابجایی مثبت دارای سیستم پاشنده روغن کاری می‌باشد. دیسک پرتاب کننده روغن و دنده تایمینگ، روغن روغن کاری را به بلبرینگ‌ها و رولربرینگ‌ها حمل می‌کنند. در واقع به خصوص جائیکه روغن کاری در نتیجه سرعت عملیات زیاد و یا درجه

حرارت زیاد عملیات، مناسب و به اندازه کافی نباشد خنک کردن روغن و یا سیستم دوران دوباره (recirculation) روغن لازم خواهد شد. در مجاور سیل‌های مکانیکی oil-cooled یک نیروی مرکزی سیستم روغن کاری تهیه می‌شود.



نمایی برشی از بلوئر

در ادامه جدول اطلاعات بلوئر مدل‌های GM3S و GM4S و همچنین نمودار عملکرد بلوئر مدل GM35S آورده شده است.

Blower(Aerzener)

Model	Power	Differential Pressure	Free Air Delivery	Dimension			Outlet	Weight
	min~max Kw	mbar	m ³ /min	L (mm)	W (mm)	H (mm)	DN/in	Kg
GM3S	15-75	300-1000	0.55-4.12	960	650	920	50/2	180
GM4S	15-15	300-1000	0.77-5.70	960	800	980	80/3	220
GM7L	2.2-15	300-1000	1.22-8.21	1000	800	1000	80/3	225
GM10S	3-30	300-1000	2.08-9.94	980	800	1130	80/3	260
GM10S	11-30	300-1000	10.1-11.6	1130	1080	1200	100/4	260
GM15L	4-30	300-1000	3.17-17.3	1150	1080	1350	100/4	360
GM25S	5.5-55	300-1000	5.06-24.2	1150	1080	1400	125/5	415
GM30L	7.5-75	300-1000	7.36-34.7	1350	1230	1530	150/6	550
GM35S	11-90	300-1000	11.8-40.3	1160	1230	1580	150/6	725
GM50L	15-75	300-1000	17.9-43.5	1350	1230	1670	150/6	715
GM50L	37-90	300-1000	47.9-55.1	1320	1420	1650	200/8	890
GM60S	15-132	300-1000	16.7-59.0	1470	1420	1640	200/8	1050
GM80L	18.5-160	300-1000	19.1-83.9	1450	1470	1820	250/10	1261
GM90S	30-200	300-1000	29-90.3	1750	1470	1950	250/10	2240
GM130L	37-200	300-1000	43-7-134	1780	2050	2545	300/12	2041
GM150S	55-355	300-1000	68-4-152	1880	2050	2740	300/12	2296
GM220L	75-355	300-1000	96.8-227	2120	2435	3310	400/16	3202
GM240S	90-500	300-1000	100-246	2300	2435	3310	400/16	3/42

Performance Data: T=20 C & P=1bar

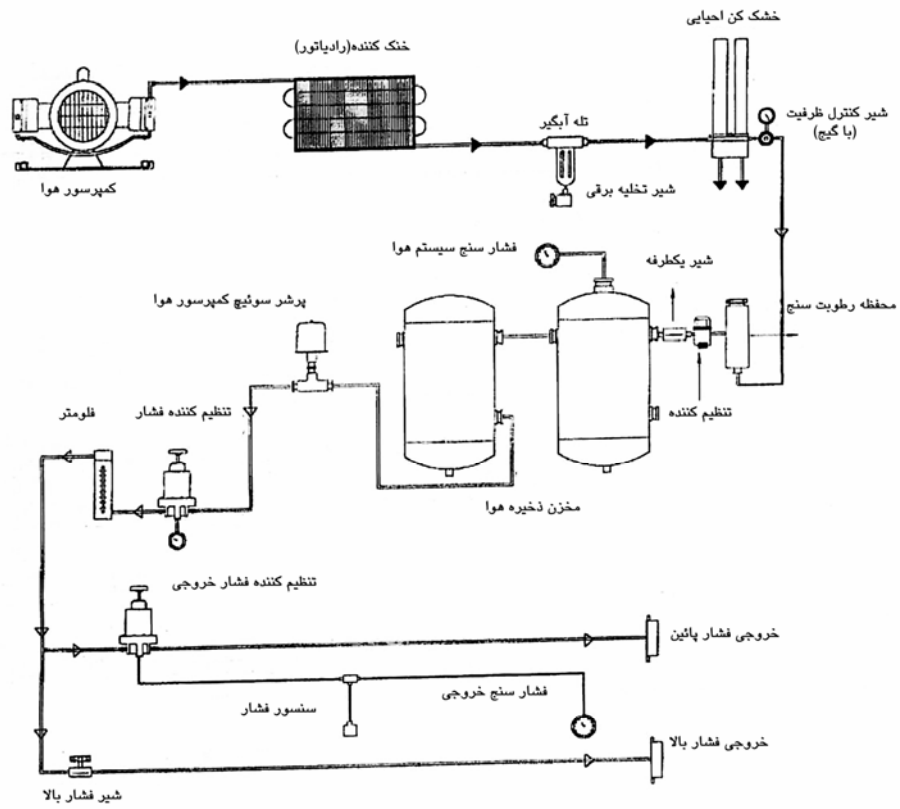
Without Electro Motor

کمپرسور فلومتری (گاز کنترل)

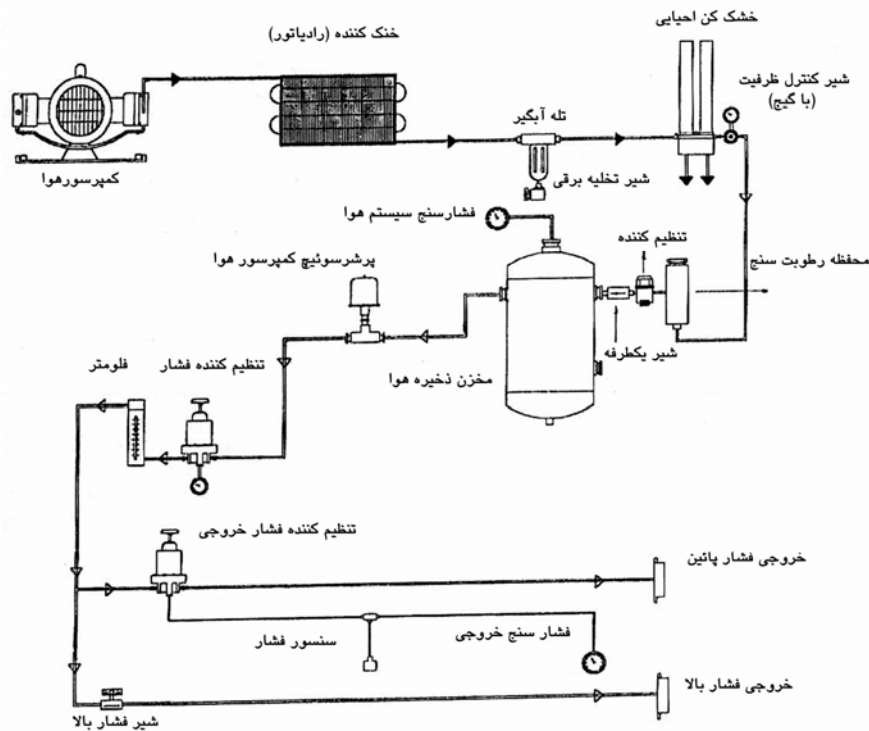
این دستگاه برای استفاده در فضاهای بسته جهت تامین جریان مدارم هوای خشک با فشار قابل تنظیم طراحی شده است. از این دستگاه در کابل‌های مخابراتی موج برها، کابل‌های کواکسیل سیستم‌های انتقال ذرات در لوله و سایز تجهیزاتی که نیاز به جریان هوای خشک با فشار معین دارند، استفاده می‌گردد.

اصول عملکرد:

در شکل زیر جریان هوای خشک کن نشان داده شده است. سیستم تهیه هوای خشک شامل کمپرسور هوا، خنک کننده، خشک کن احیایی با شیر کنترل ظرفیت و گیج و مخزن ذخیره هوا و سیستم رطوبت سنج رگلاتورهای اولیه و خروجی می‌باشد. هوای محیط از طریق فیلترها به دورن کمپرسور هوا مکش می‌شود و در آن جا فشرده می‌شود. سپس هوای گرم و مرطوب از خنک کننده عبور کرده و وارد خشک کن احیایی می‌شود. هنگام عبور از خشک کن احیایی رطوبت هوا جذب می‌شود. هوای خشک از خشک کن احیایی خارج و به مسیر شیر کنترل ظرفیت هدایت می‌شود. هوای خشک از شیر کنترل ظرفیت به داخل مخزن ذخیره هوا وارد می‌شود و سپس به داخل لوله حس کننده رطوبت حرکت نموده و از میان سنسور حس کننده رطوبت عبور می‌نماید. چنانچه رطوبت هوایی که از میان عنصر حس کننده عبور می‌کند بیش از حد تعیین شده باشد سیستم هشدار دهنده رطوبت به کار می‌افتد و جریان هوای مرطوب توسط یک شیر فرعی به هوای محیط خارج می‌شود در غیر این صورت جریان هوا از لوله رطوبت به پرشر سوئیچ فرمان داده و از رگلاتور اولیه ادامه پیدا می‌کند. فشار هوای در حال نوسان مخزن در رگلاتور اولیه به یک فشار ثابت کاهش می‌یابد. هوای خشک از رگلاتور اولیه به داخل شیر برقی فرعی رطوبت عبور می‌کند و اگر به اندازه کافی خشک باشد وارد فلومتر (جریان سنج) خروجی می‌شود. هوای خشک تولید شده در خروجی فلومتر تقسیم می‌شود و از میان شیر قطع کننده فشار بالا به خروجی فشار بالا و به رگلاتور فشار خروجی هدایت می‌شوند و خروجی فشار پایین به مقدار نیاز فشار کابل‌ها توسط رگلاتور فشار خروجی تنظیم می‌شود.



نمودار-جریان هوای فلومتری، مدل PCD120



نمودار-جریان هوای فلومتری، مدل PCD120

شرح اجزاء:

۱- کابینت: دستگاه در قسمت پایین آن دارای عایق صوتی (صداگیر) و سیستم تهویه می باشد.

۲- کمپرسور هوا:

۲-۱ کمپرسور هوا از نوع پیستونی و بدون روغن طراحی گردیده، دارای دو سیلندر و تک مرحله ای می باشد. در طراحی آن از رینگ و پیستون تفلونی استفاده شده و به همین دلیل نیاز به روانکاری ندارد. در داخل دستگاه سیستم محافظت حرارتی تعبیه شده است و بعد از خنک نمودن دستگاه بطور اتوماتیک کمپرسور را به کار می اندازد.

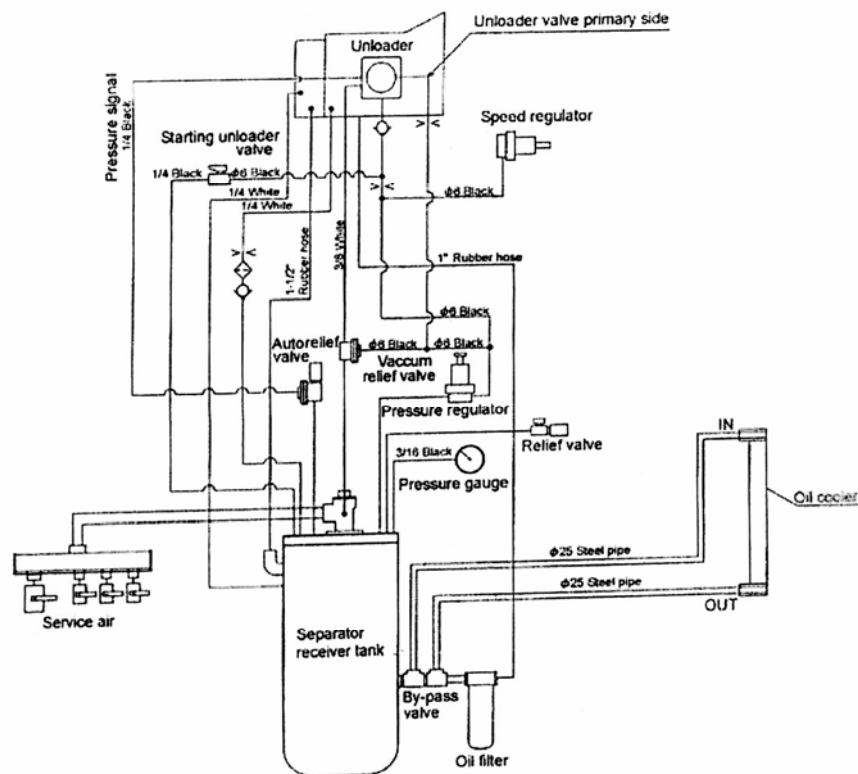
۲-۲ در پشت هر سیلندر لوله و زانوئی قرار دارد که مجموعه فیلتر مکش هوا در این قسمت تعبیه شده است این فیلترها دارای صافی (المنت) قابل تعویض می باشد.

۲-۳ سوپاپ اطمینان.

۲-۴ کمپرسور هوا روی یک پایه کشویی دو تکه نصب شده است که لرزش کمپرسور را از کابینت جدا می‌کند و به راحتی اجازه بیرون آوردن کمپرسور را جهت تعمیرات می‌دهد.

۳- خنک کننده هوا، فن تهویه هوا:

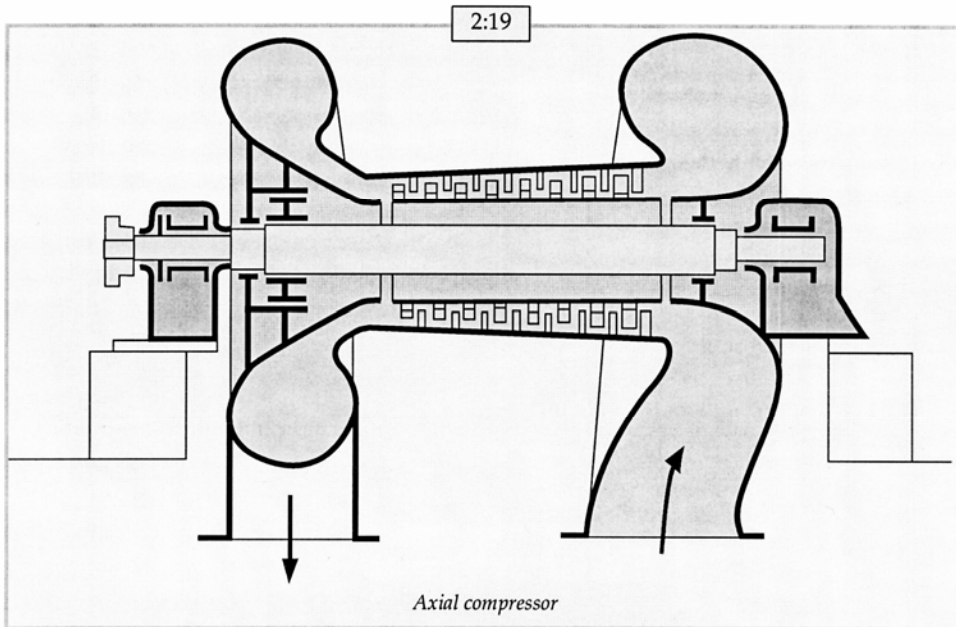
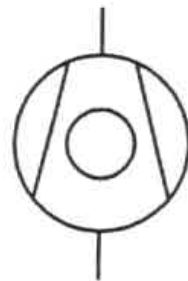
۳-۱ رادیاتور برای خنک کردن هوای فشرده گرم استفاده می‌شود که به مراحل خشک کردن هوا کمک می‌کند. این خنک کننده دارای فن تهویه، در قسمت پشت و روی محفظه کمپرسور هوا قرار گرفته است. فن هم مستقیم بالای کمپرسور هوا نصب شده است. مکش هوا توسط فن از رادیاتور عبور کرده و بر روی کمپرسور و سراسر موتور را خنک و از پشت محفظه کمپرسور به بیرون هدایت می‌گردد.



نمودار لوله کشی، مدل PDS265S4B1

کمپرسورهای سیالی

Axial compressor



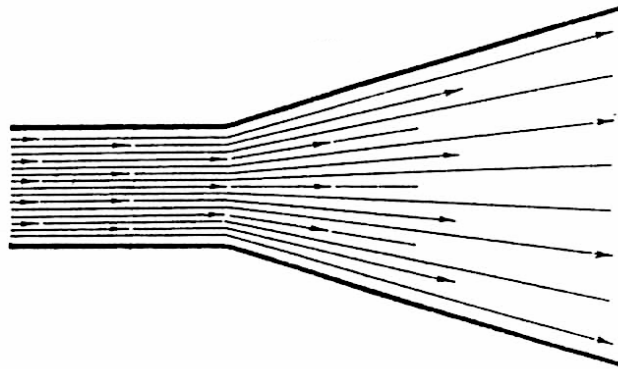
Axial compressor

کمپرسورهای سیالی

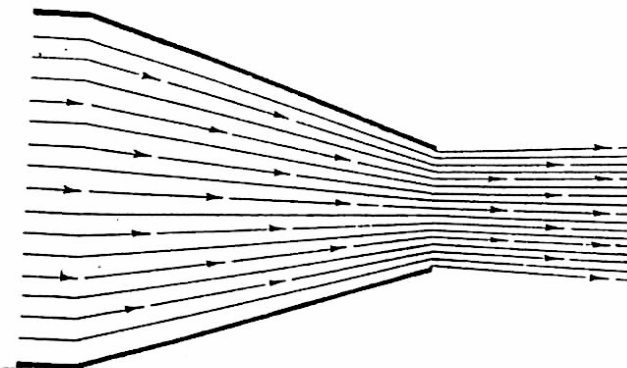
کانال‌ها یا لوله‌ها واگرا (Divergent ducts)

همان‌طور که در تصویر پیداست در یک کانال با مجرای واگرا سرعت هوا کاهش یافته و فشار هوا بالا می‌رود. با افزایش فشار هوا درجه حرارت نیز بالا می‌رود. از این خاصیت در طراحی و ساخت کمپرسورهای سیالی استفاده می‌کنند یعنی مسیری را که هوا در کانال‌های کمپرسور طی می‌نماید به صورت واگرا است و این خاصیت سبب افزایش فشار هوا می‌شود.

افزایش فشار-کاهش سرعت-افزایش حرارت



افزایش سرعت-کاهش فشار-کاهش حرارت



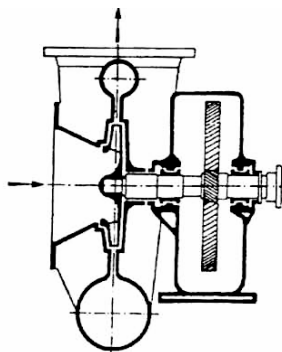
کمپرسور دینامیکی یا توربو کمپرسور DYNAMIC. VOMPRESSO R

کمپرسورهای دینامیکی جهت تهیه حجم بسیار زیاد هوای فشرده استفاده می‌شوند و برای تأسیسات و کارخانجاتی که مصرف هوای فشرده آن‌ها بسیار زیاد است کاربرد فراوانی دارد. کمپرسورهای دینامیکی به دو دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از: کمپرسور دینامیکی با جریان هوای گریز از مرکز که بنام کمپرسور سانتریفوژ CENTRIFUGAL COMPRESSOR نیز خوانده می‌شوند نوع دوم کمپرسور با جهت جریان مستقیم هوا که بنام توربو کمپرسور خطی خوانده می‌شوند.

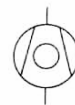
در توربو کمپرسور سانترفوژ هوا از مرکز قطعه چرخنده وارد و بر اثر چرخش و فرم بخصوص آن جریان گریز از مرکز می‌یابد و بدین دلیل جریان گریز از مرکزی سانترفوژ نام دارد. در کمپرسور جریان خطی AXIAL. FLOW. COMPRESSOR جریان هوا به صورت یک خط مستقیم از ورودی کمپرسور وارد و از خروجی آن خارج می‌شود.

کمپرسورهای دینامیکی بر خلاف کمپرسورهای جابجایی که با فشار متغیر کار می‌کنند دارای فشار ثابت هستند. در کمپرسورهای جابجایی جریان ثابت و فشار متغیر است لیکن کمپرسور توربو دارای فشار ثابت و جریان متغیر است یعنی با افزایش دور کمپرسور فشار افزایش نمی‌یابد بلکه جریان خروجی یا دبی افزایش می‌یابد.

کارایی کمپرسور دینامیکی یا توربو با تغییر شرایط هوای خارج از کمپرسور تغییر می‌کند کمترین تغییری در فشار هوای ورودی به کمپرسور در ظرفیت خروجی آن تأثیر زیادی می‌گذارد. کمپرسورهای سیالی یا دینامیکی علاوه بر استفاده در مراکز صنعتی در موتورهای جت توربین‌دار نیز استفاده می‌شوند.



نمای داخلی توربو کمپرسور گریز از مرکز



سمبل توربو کمپرسور

کمپرسور دینامیکی از نوع سانتریفوژ: Centrifugal. Compressor

این نوع کمپرسور نیز مانند انواع دیگر کمپرسورها دارای یک مرحله‌ای و چند مرحله‌ای است در هر مرحله یک قطعه چرخنده که ایمپلر Impeller نام دارد توسط نیروی الکتروموتور و گیربکس مربوطه که دور الکتروموتور را افزایش می‌دهد می‌چرخد هوا وارد مرکز روتور یا ایمپلر گردیده و با چرخش آن سرعت هوا زیاد می‌شود ضمناً فرم تیغه‌های روی روتور به صورت واگرا است و یکی از خاصیت‌های کانال‌های واگرا افزایش فشار است لذا هوایی که روتور یا ایمپلر را ترک می‌کند افزایش فشار و سرعت می‌یابد قبل از ترک هوا از مرحله اول یا بلوک هوا سازی اولی جریان هوا با عبور از کانال‌هایی به شکل واگرا افزایش فشار می‌یابد یعنی افزایش سرعت هوا که در ایمپلر یا روتور به وجود آمده بود به افزایش فشار تبدیل می‌گردد تیغه‌های ثابت که در خروجی کمپرسور قرار دارند دیفیوز نام دارند که علاوه بر افزایش فشار هوا جریان چرخشی و مغشوش خروجی کمپرسور را یکنواخت و متعادل می‌سازند. هوا از بلوک اولی وارد بلوک دومی الی آخر می‌گردد.

قطعه متحرک این نوع کمپرسور که ایمپلر نام دارد به شکل دیسکی است که تعداد تیغه به فرم واگرا روی آن جوشکاری شده است و بسیار بالانس می‌باشد جنس ایمپلر به نسبت مدل کمپرسور و تعداد دوران یا چرخش روتور R.P.M از استینلس استیل و آلیاژهای آلومینیومی و تیتانیومی ساخته می‌شود.

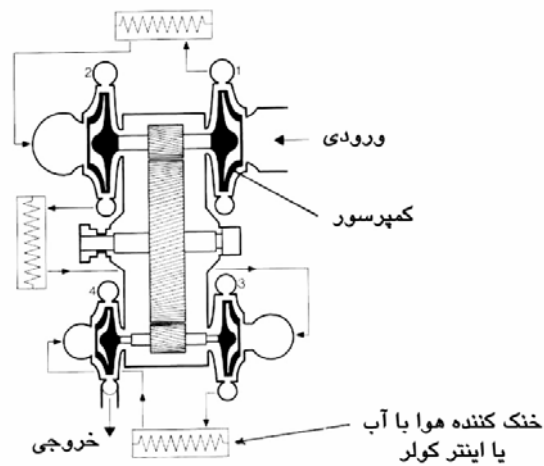
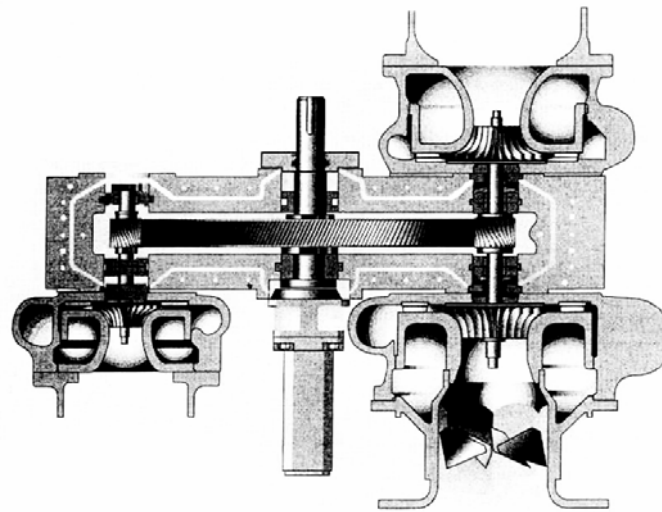
در انواع معمولی این نوع کمپرسور از ۱۲ الی ۱۵ بار فشار تولید می‌نماید و در بعضی از انواع مخصوص تا ۲۵۰ بار فشار را تولید می‌کند.

یکی از دلایل راندمان عالی و مقدار خروجی زیاد هوا (دبی یا دهش بالا) در این نوع کمپرسور R.P.M یا دور بالای آن است. این نوع کمپرسورها دارای چرخش یا R.P.M از ۱۰۰۰۰ الی ۵۰۰۰۰ دور در دقیقه می‌باشد ضمناً آب بندی عالی یعنی حداقل فاصله بین روتور و پوسته در برگیرنده آن باعث به حداقل رسیدن فرار هوا یا بعبارتی پس زدن آن می‌گردد.

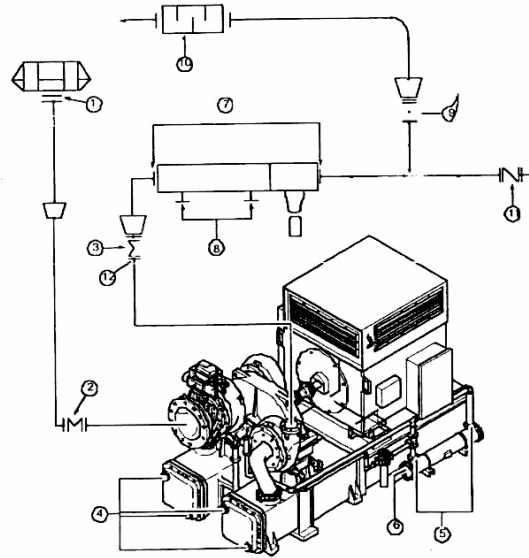
بدلیل دور یا R.P.M بسیار زیاد این نوع کمپرسور بیشتر از برینگ‌های نوع ژورنال JOURNALING. BEARING استفاده می‌گردد.

از برینگ نوع غلطکی ROLLER. BEARING در نوع یک مرحله‌ای با دور پایین این نوع کمپرسورها استفاده می‌گردد.

چون افزایش دما در این نوع کمپرسور زیاد است لذا در بعضی از مدلها بین مرحله‌های مختلف از خنک کننده آب خنک یا WATER. COOLED. INTER.COOLER استفاده می‌گردد.



نحوه اتصال کمپرسور از نوع توربو کمپرسور به ملزومات

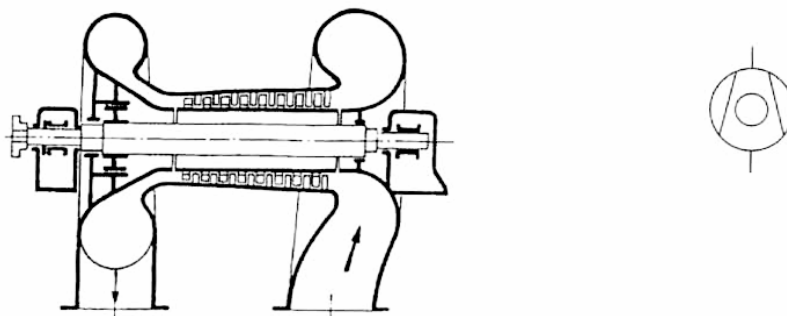


No.	Items	نام
①	Air Inlet Filter Case	فیلتر
②	Air Inlet Expansion Joint	اتصال قابل انعطاف ورودی
③	Air Discharge Expansion Joint	اتصال قابل انعطاف خروجی
④	Inter-cooler Water in/out	اتصال ورودی و خروجی آب
⑤	Oil Cooler Water in/out	اتصال ورودی خروجی آب جهت خنک کننده
⑥	Oil Cooler Oil in/out	اتصال ورودی خروجی آب جهت خنک کردن روغن
⑦	After-cooler Air In/outlet	اتصال هوای فشرده افتر کولر
⑧	After-cooler Water In/Outlet	آب
⑨	B.O.V	شیر تخلیه فشار اضافی
⑩	Silencer In/Outlet	صداخفه کن یا اگزوز
⑪	CHK V/V	شیر یکطرفه
⑫	3 stage Outlet	خروجی کمپرسور

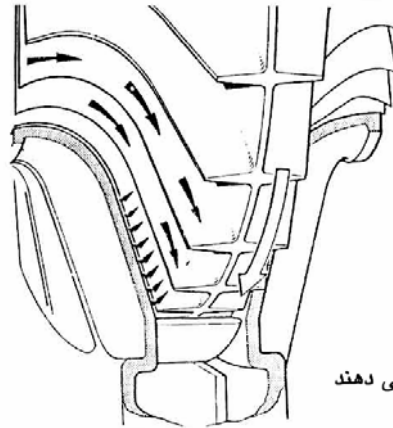
کمپرسور سیالی خطی (توربو کمپرسور خطی): AXIAL COMPRESSOR

در این نوع کمپرسور جریان هوا به صورت یک خط مستقیم از ورودی به خروجی است روتور یا قسمت چرخنده این کمپرسور از چند ردیف دیسک فلزی تشکیل یافته است روی محیط خارجی دیسکها تعدادی تیغه قرار دارد که فرم کانال بین تیغهها واگرا است کل دیسکها روی یک شفت قرار دارند و با آن می چرخند بین هر ردیف دیسک با دیسک بعدی قابهایی قرار دارند که دارای تعدادی تیغه و تیغهها به جدار داخلی پوسته کمپرسور متصل شده اند فرم تیغه های ثابت نیز واگرا است با چرخش روتور هوای محیط از ورودی کمپرسور مکش می گردد و همانند کمپرسور سانتریفوژ روتور یا چرخنده باعث افزایش سرعت و فشار می گردد و تیغه های ثابت: افزایش سرعت هوای هر ردیف چرخنده را کاهش و آن را به افزایش فشار تبدیل می کنند هر چقدر تعداد ردیفها یا STAGES در این نوع کمپرسور بیشتر باشد راندمان و خروجی آن بیشتر است کمترین حجم هوای خروجی یا دبی این نوع کمپرسور ۱۵ متر مکعب در ثانیه است. مقداری خروجی معمولی این نوع کمپرسورها حدود ۶۵ متر مکعب در ثانیه می باشد. این نوع کمپرسور یعنی سیالی خطی از سیالی گریز از مرکزی بیشتری دارد و معمولاً با R.P.M یا دور ۲۵٪ بیشتر از گریز از مرکزی می چرخد.

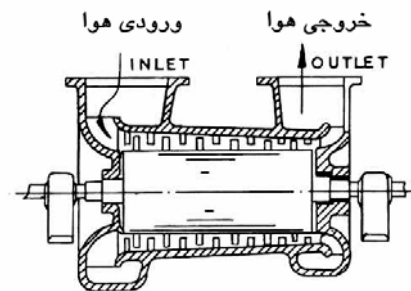
واضح است هر چقدر که فاصله نوک تیغه های چرخنده با پوسته کمتر باشد فرار هوا یا عبارتی نشت هوا کمتر بوده و راندمان بیشتر است. ضمناً بالانس بودن روتور یا مجموعه چرخنده بصورت دینامیکی و استاتیکی نیز جزو واجبات کاری این نوع کمپرسور است.



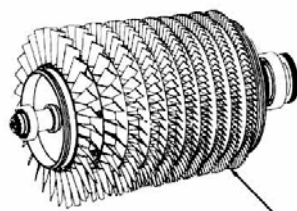
توربو خطی



پیکانهای افقی فرار هوا را نشان می دهند



نمای داخلی کمپرسور سیالی خطی

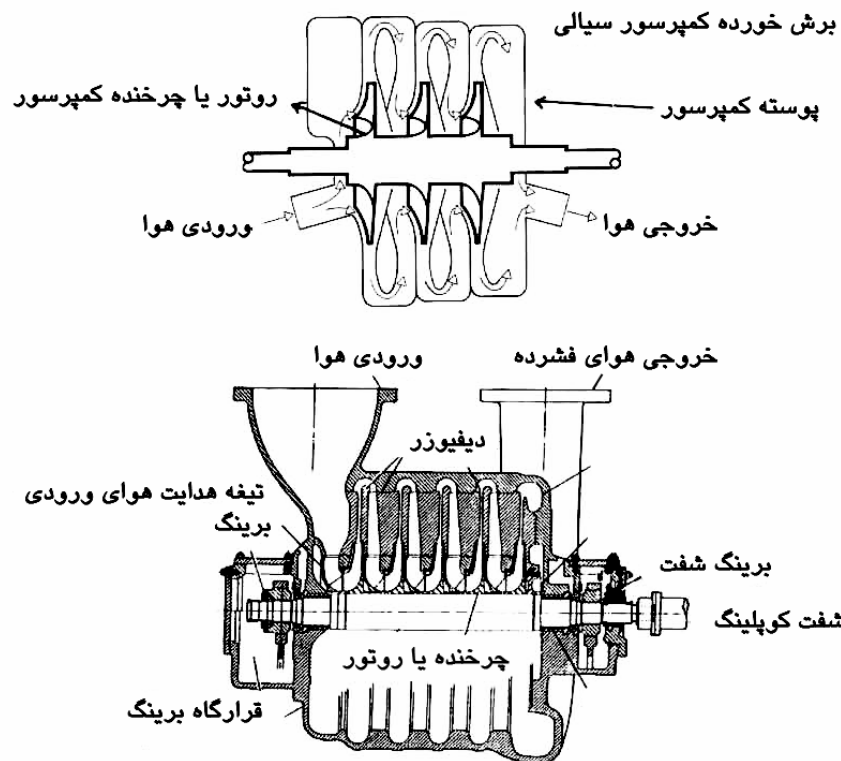


چرخنده کمپرسور

بالانس BALANCING

بالانس کمپرسور روتور هم در کمپرسورهای گریز از مرکز و هم محوری بسیار مهم است جهت بالانس روتور آن را روی دستگاه بالانس نصب نموده و توسط دستگاه بالانس به

چرخش در می‌آید هر گونه غیر بالانس بودن مشخص می‌گردد و قسمتی را که وزن بیشتری دارد با تراشیدن قسمتی از دیسک آن را بالانس می‌کنند.



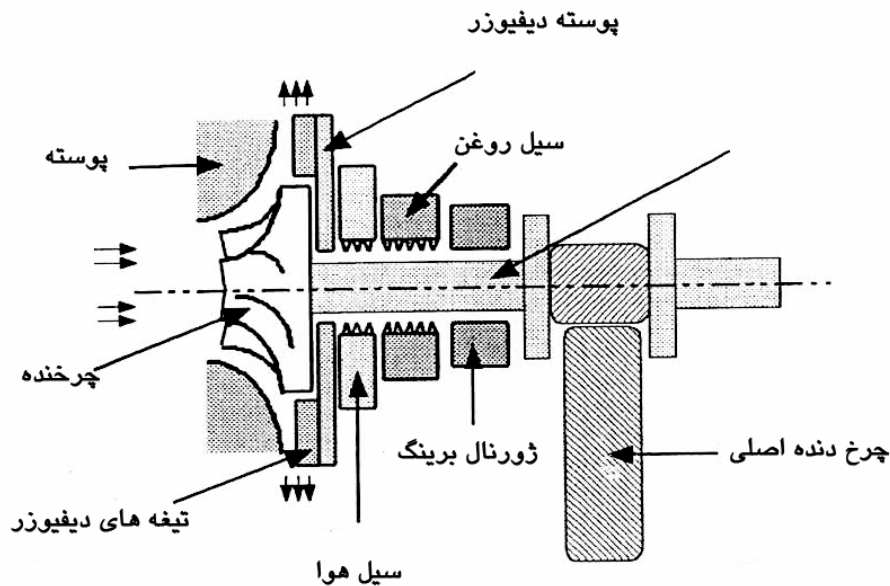
نمای داخلی برش خورده از کمپرسور سیالی گریز از مرکز از نوع ۵ مرحله ای

مواد تشکیل دهنده MATERIALS

در توربو کمپرسورها پوسته‌های کمپرسورها از آلیاژهای منیزیوم و آلومینیوم ساخته می‌شود لیکن جهت کمپرسورهایی که مسئله وزن برای آنها مهم نیست از آلیاژهای فولادی ساخته می‌شوند.

دیسک‌ها و اسپیسرهای کمپرسور روتور از جنس استینلس استیل یا آلیاژهای آلومینیوم ساخته می‌شوند. تیغه‌های کمپرسور روتور و نیز استیتور از آلیاژهای آلومینیوم یا فولاد با

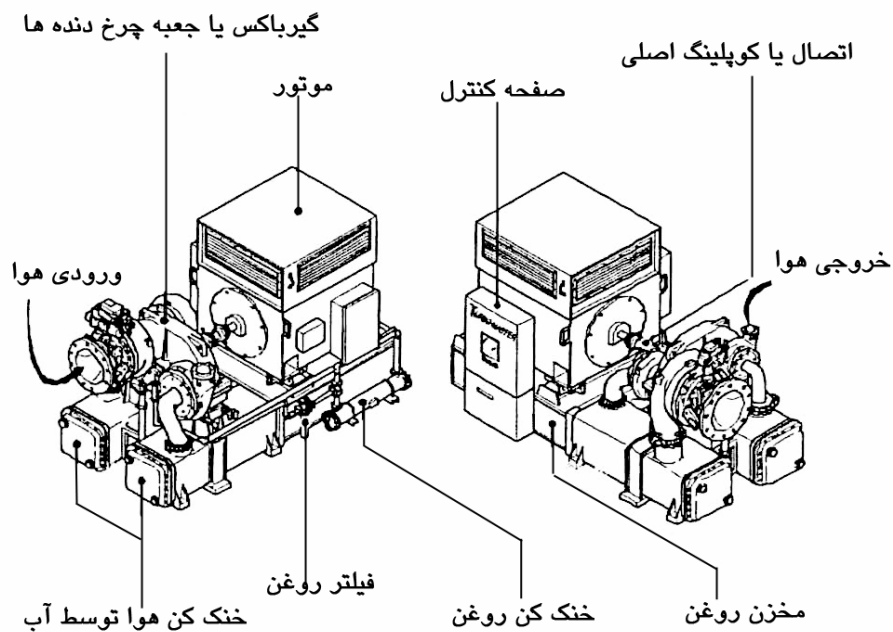
درصدی از کروم و نیکل است. جنس ورودی هوا INLET و دیفیوزر از آلیاژهای فولادی با درصدی از کروم و نیکل ساخته می‌شود.



کمپرسورهای سیالی

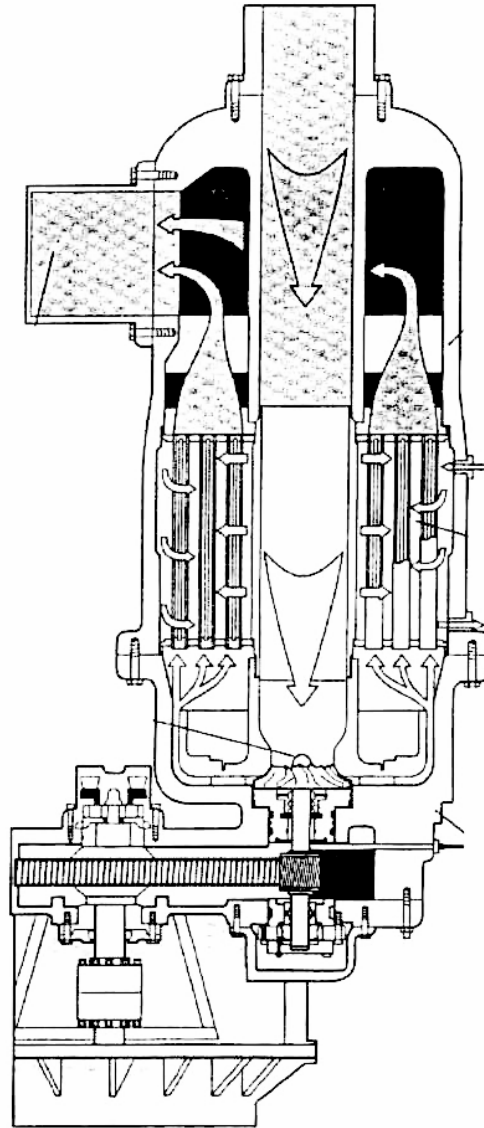
کمپرسورهای سیالی جهت کارخانجات یا مراکز صنعتی و در سیستم‌های استفاده می‌شوند که حجم زیادی هوای فشرده نیاز دارند و کمپرسورهای پیچی و پیستونی قادر به تهیه این حجم زیاد نیستند. در ضمن اینگونه کمپرسورها به دلیل نداشتن حرکت رفت و برگشت (مانند کمپرسور پیستونی) بسیار روان‌تر و یا به عبارتی با لرزش بسیار کمتری کار می‌کنند.

کمپرسورهای سیالی علاوه بر استفاده در مراکز صنعتی در موتورهای جت و موتورهای توربین‌دار نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مراکز صنعتی جهت به گردش در آوردن این نوع کمپرسورها یا از نیروی برق توسط الکتروموتورها بهره می‌گیرند یا توسط نیروی مکانیکی که از موتورهای زمینی تأمین می‌شود استفاده می‌کنند.



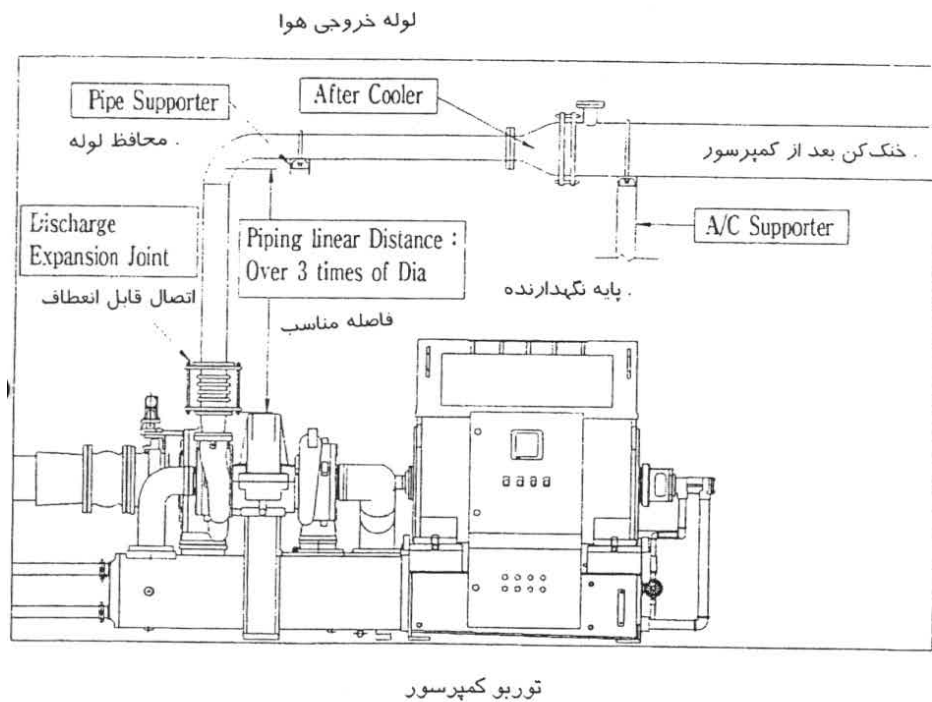
کمپرسورهای سنترافیوز یا توربینی (سیالی) از نوع گریز از مرکز

توسط دوران یک پروانه هوای فشرده تولید می‌گردد. تعداد قطعات بکار رفته در ساخت این کمپرسورها بسیار کم و به غیر از یاتاقان‌ها (بلبرینگ‌ها) هیچ قطعه‌ای به قطعه دیگر اصطکاک ندارد. سرویس و نگهداری نیاز به اپراتور تمام وقت ندارد و کاملاً اتوماتیک می‌باشد و برای کار دائم در شرایط سخت طراحی و تولید می‌گردند. تا چند سال قبل فقط برای مصارف زیاد و در شرایط از این کمپرسورها استفاده می‌شد.



نمای داخلی یک نوع توربو کمپرسور

تولید این کمپرسورها نیاز به تجربه، دانش، تکنولوژی و استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات پیشرفته دارد و معمولاً در صنایع نفت، پتروشیمی نیروگاه‌ها و معادن از این کمپرسورها استفاده می‌شود.



دسته بندی کمپرسورهای سیالی

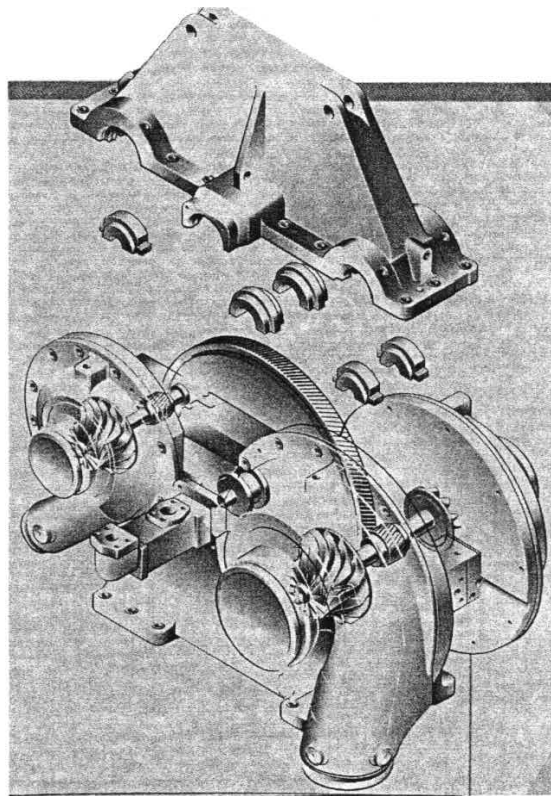
کمپرسورهای سیالی به دو دسته اصلی تقسیم می شوند که عبارتند از:

۱- کمپرسورهای گریز از مرکز Centrifugal compressor

۲- کمپرسورهای محوری یا خطی Axial compressor

نام گذاری این کمپرسورها بر اساس نوع حرکت هوا در ساختمان داخلی آنها است در کمپرسورهای گریز از مرکز هوا از قسمت مرکز یا قسمت وسطی گردنده یا Rotor وارد شده و با چرخش روتور حالت گریز از مرکزی یافته و از قسمت نوک یا خروجی Rotor پرتاب می گردد (با فشار حرکت می نماید).

در کمپرسور محوری یا خطی حرکت هوا تقریباً به صورت یک حرکت خطی از قسمت ورودی به سمت قسمت خروجی است لذا به نام خطی یا محوری خوانده می شود.



کمپرسورهای سیالی گریز از مرکز: The centrifugal compressor

این نوع کمپرسور از یک قطعه چرخنده به نام ایمپلر Impeller به اضافه قسمت یا پوسته آن Casing و دو عدد برینگ روی آن نصب است و می‌چرخند تشکیل یافته است. نوع برینگ‌هایی که شفت ایمپلر روی آن نصب است بستگی به ساختمان و اندازه و فرم قرار گرفتن کمپرسور بوده و از نوع بلبرینگ Ballbearing یا از نوع رولربرینگ Rollerbearing می‌باشد.

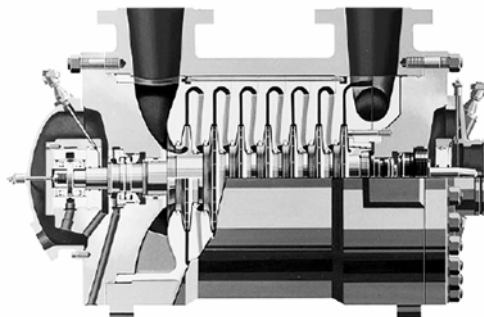
همچنین در بعضی از مدل‌ها جهت کمتر شدن جای دو ایمپلر آنها را به صورت یک تکه و پشت به پشت می‌سازند.



اساس عملکرد کمپرسور سیالی گریز از مرکز: Principles operation

ایمپلر توسط یک نیروی مکانیکی که از موتورهای زمینی بهره می‌گیرند یا توسط الکتروموتور و یا نیروی برق به چرخش در می‌آید. با به چرخش در آمدن ایمپلر از قسمت ورودی هوا که INLET. Section نام دارد هوا را به درون کمپرسور مکش می‌کند. عمل چرخش ایمپلر باعث حرکت گریز از مرکز هوای ورودی می‌شود و هوای وارد شده به قسمت نوک (Impeller tip) ایمپلر رانده می‌شود بنابراین سرعت هوا افزایش می‌یابد در ضمن فرم تیغه‌های ایمپلر به صورت واگرا است Divergent و به خاطر همین فرم و خاصیت واگرا بودن افزایش فشار نیز به هوا داده می‌شود.

برش خورده کمپرسور سیالی

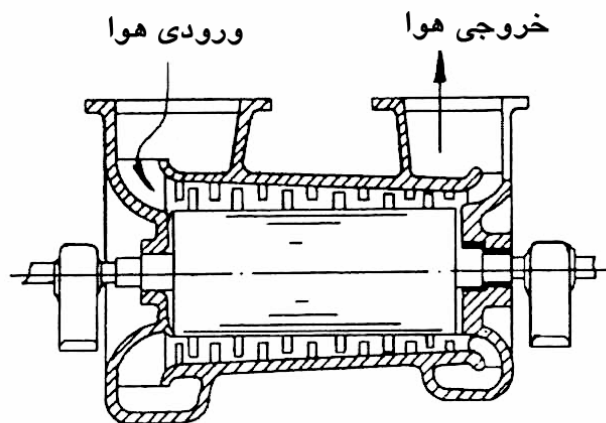


نمای داخلی برش خورده از کمپرسور سیالی گریز از مرکز از نوع ۵ مرحله‌ای

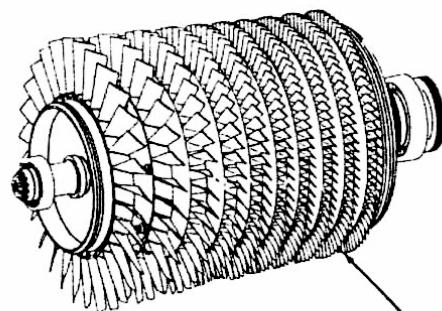
راندمان کمپرسورهای سیالی محوری از راندمان کمپرسورهای سیالی گریز از مرکز بیشتر است زیرا با ورودی هوای یکسان میزان هوای خروجی کمپرس شده از کمپرسور محوری بیشتر است. طراحی و ساخت کمپرسورهای گریز از مرکز راحت تر از کمپرسورهای سیالی محوری است زیرا کمپرسورهای محوری دارای چندین ردیف تیغه‌های گردنده هستند لذا محاسبات و طراحی آنها برای ساخت مشکل تر است.

خارج از بحث مقایسه مزایا و معایب این دو نوع کمپرسور به طور کلی می توان گفت:

- ۱- کمپرسور سیالی محوری راندمان بیشتری را نسبت به گریز از مرکز دارد.
- ۲- کمپرسور گریز از مرکز دارای ساختمان مستحکم تر و قوی تر نسبت به کمپرسور محوری است.



نمای داخلی کمپرسور سیالی خطی



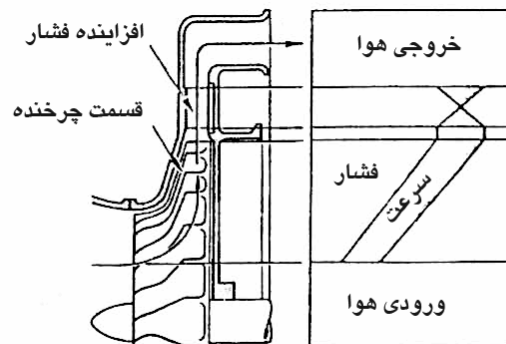
چرخنده کمپرسور

خلاصه عملکرد کمپرسور توربو:

می توان گفت در ایمپلر به هوا هم افزایش سرعت داده می شود به خاطر حرکت گریز از مرکزی که به هوا داده می شود و هم افزایش فشار صورت می گیرد به خاطر فرم واگرا تیغه های ایمپلر.

هوایی که از کمپرسور خارج می شود وارد قسمتی به نام دیفیوزر DIFFUZER می گردد که کار این قسمت نظم دادن به هوای خروجی و متلاطم کمپرسور و نیز افزایش مجدد فشار هوا است زیرا فرم کانال های طراحی شده روی این قطعه به صورت واگرا است پس می توان نتیجه گرفت که در ایمپلر افزایش سرعت و افزایش هوا را داریم. سرعت هوای افزایش یافته در ایمپلر توسط دیفیوزر کاهش یافته و به جای آن فشار افزایش داده می شود یعنی می توان گفت یک افزایش فشار هوا در ایمپلر و یک افزایش فشار نیز در دیفیوزر داریم. نتیجتاً می توان گفت در کمپرسورهای سیالی گریز از مرکز در دو قسمت هوا کمپرس می شود در قسمت ایمپلر یکبار هوا افزایش فشار می یابد و در قسمت دیفیوزر نیز مجدد فشار هوا افزایش می یابد.

افزایش فشار و سرعت در کمپرسور سیالی گریز از مرکز



عواملی که باعث افزایش راندمان کمپرسورهای گریز از مرکز می باشند عبارتند از:

۱- سرعت چرخش کمپرسور

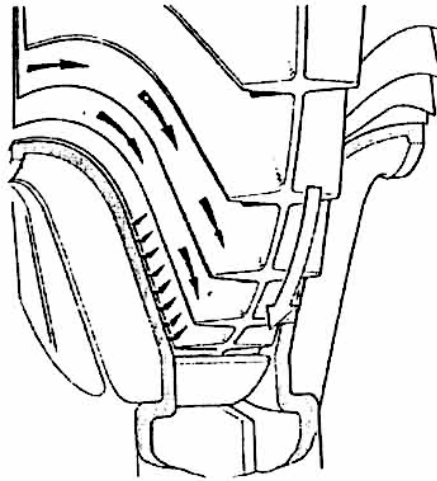
هرچه سرعت چرخش کمپرسور بیشتر باشد هوای مکیده شده به داخل آن و عمل

فشارسازی یا کمپرس هوا بیشتر صورت می پذیرد.

۲- درجه حرارت هوای ورودی

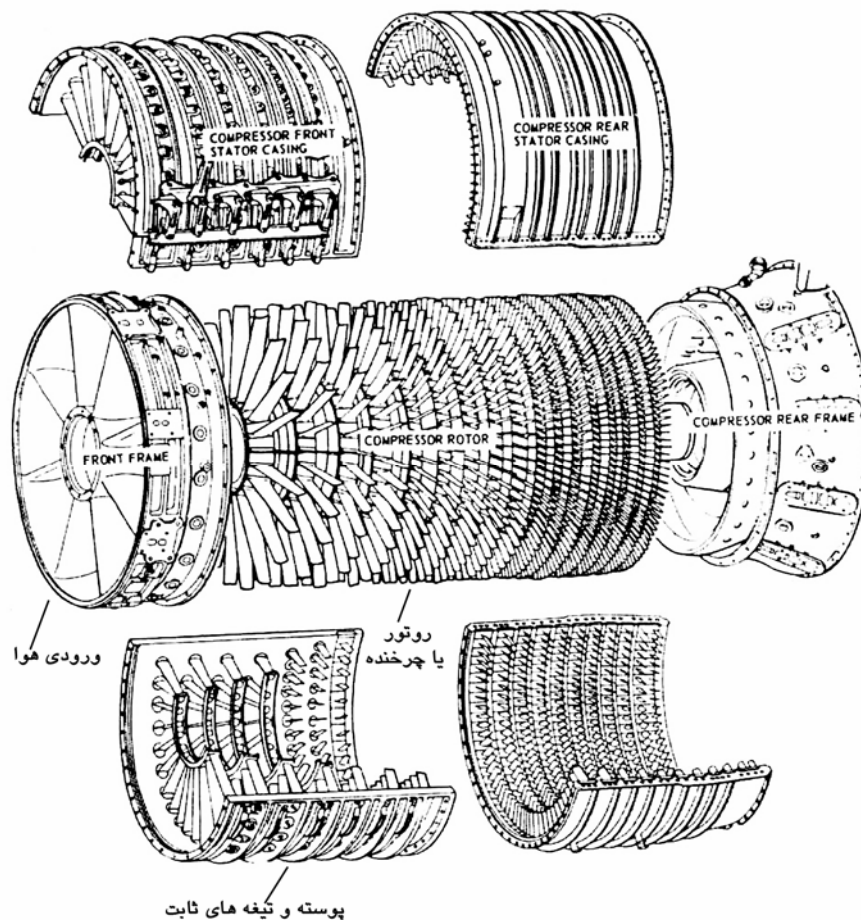
هرچه درجه هوای ورودی کمتر باشد تراکم مولکول‌های هوا که به داخل کمپرسور مکیده می‌شود بیشتر خواهد بود یعنی حجم بیشتری از هوا وارد کمپرسور می‌شود نتیجتاً راندمان افزایش می‌یابد.

۳- هر چقدر فاصله بین ایمپلر و پوسته خارجی دربرگیرنده آن Compressor case کمتر باشد نشت یا فرار هوا کمتر خواهد بود. لذا در طراحی و ساخت و حتی تعمیرات سعی می‌شود که فاصله پوسته کمپرسور و روتور حداقل باشد.



پیکان‌های افقی فرار هوا را نشان می‌دهند

کمپرسور سیالی محوری



این نوع کمپرسور نیز مانند کمپرسور گریز از مرکز جهت صنایعی که به حجم بسیار زیاد هوای فشرده نیاز دارند استفاده می‌شود. همان‌طوری که قبلاً ذکر شد راندمان آن نسبت به کمپرسور گریز از مرکز بیشتر است ولی طراحی و ساخت مشکلتری را دارا می‌باشند. روتور کمپرسور محوری از چند سری دیسک که روی محیط خارجی دیسک‌ها یک سری تیغه‌های با فرم آیرودینامیکی نصب شده تشکیل یافته است.

کل مجموعه دیسک‌ها نیز به هم متصل هستند. این نوع کمپرسور دارای پوسته خارجی نیز می‌باشد. معمولاً پوسته اینگونه کمپرسورها را دو یا چند تکه می‌سازند تا جهت تعمیرات

و دسترسی داشتن به داخل آنها مشکل بروز نکند. روی قسمت داخلی پوسته Compressor case چند سری تیغه نصب شده است که به آنها Stator تیغه‌های ثابت می‌گویند. کمپرسور روتور (قسمت چرخنده) روی دو عدد برینگ که گاهی رولر یا غلطکی و گاهی بال یا توپی است نصب بوده و می‌چرخند. بال یا رولر بودن بستگی به طراحی کمپرسور میزان فشاری که به شفت آن وارد می‌شود و مسائل فنی دارد. این نوع کمپرسور را چند مرحله‌ای Multistage می‌نامند. در کمپرسورهای گریز از مرکزی حداکثر ۲ یا ۳ مرحله کمپرسور داشتیم ولی این نوع کمپرسور می‌تواند چندین مرحله داشته باشد. یک ردیف تیغه گردنده با یک ردیف تیغه ثابت بعد از آن را یک Stage یا مرحله می‌نامند. بعضی از کمپرسورهای یک سری تیغه ثابت در ورودی دارند که از زاویه تنظیم آنها یا ثابت و در بعضی موارد متغیر می‌باشد.

هدف از این سری تیغه که Inlet guide vane تیغه‌های هدایت هوای ورودی نام دارند تنظیم زاویه و مدار هوای ورودی به کمپرسور است.

Inlet guide vane را در صنعت اختصاراً I.G.V می‌نامند.

I.G.V ها معمولاً توسط سیلندرها عمل‌کننده پنیوماتیکی یا هیدرولیکی که از P.L.C فرمان می‌گیرند تنظیم زاویه می‌گردند.

از سمت قسمت ورودی به قسمت انتها کانالی را که هوا می‌پیماید در این نوع کمپرسور یک مقدار کاهش تدریجی قطر کانال وجود دارد. هدف از این نوع کاهش قطر کانال ثابت نگه داشتن سرعت خطی داخل کمپرسور است. برای رسیدن به این مطلب پوسته کمپرسور یا قطعه چرخنده روتور را به صورت مخروطی می‌سازند. این نوع کمپرسورها یک شفته (Single spool) یا دو یا سه شفته است.

پس می‌توان گفت که روتور افزایش سرعت هوا را سبب می‌گردد ولی استیتور سرعت را به فشار تبدیل می‌نماید. در طول کمپرسور عمل افزایش سرعت و افزایش فشار توسط هر استیج یا مرحله تکرار می‌گردد تا به انتها برسد در قسمت انتهایی کمپرسور یک سری تیغه ثابت اضافی وجود دارد که کار آن جلوگیری از حالت چرخشی هوا و منظم نمودن جریان هوا است.

میزان افزایش فشار هوا در کمپرس در هر مرحله یا Stage حدود ۱/۱ الی ۱/۳ است که با افزایش تعداد استیج‌ها راندمان نیز افزایش می‌یابد به همین دلیل کمپرسورهای محوری

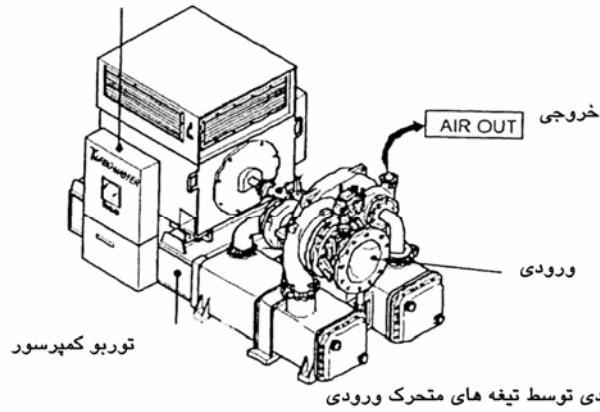
دارای چندین ردیف یا Stage هستند و طول آنها نسبت به کمپرسورهای گریز از مرکز بیشتر است.

طراحان و سازندگان این نوع کمپرسور سعی می‌نمایند تا سرعت هوا از $0/9$ ماخ در این نوع کمپرسور بیشتر نشود، زیرا بیش از این سرعت دیواره صوتی شکسته شده و حالت منظم الیاف هوا به هم خورده باعث مسئله افت راندمان می‌گردد.

کمپرسورهای محوری به دلیل داشتن تعداد ردیف‌های زیاد تیغه‌های گردنده و ثابت می‌توانند فشار زیادتری را نسبت به کمپرسورهای گریز از مرکز تولید نمایند. عمل ثابت نگه داشتن راندمان تمام ردیف‌های روتور و استیتور در طول کمپرسور مشکل است، لذا سیستم اتوماتیک کنترل جریان هوا در طی طول کمپرسور نیاز است. سیستم اتوماتیک کنترل جریان هوا بدین صورت است زمانی که حجم هوای کمپرس شده بیش از حد مصرف باشد از طریق دریچه‌هایی که روی پوسته یا مسیر هوای خروجی تعبیه شده است هوای فشرده اضافی خارج می‌گردد.

سیستم کنترل جریان هوا در کمپرسور Air flow control

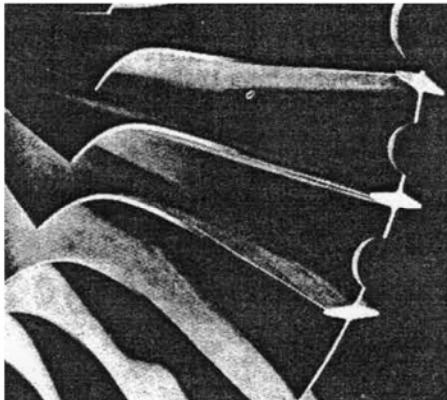
همانطوری که قبلاً اشاره شد کنترل هوای ورودی را یک سری تیغه ثابت نصب شده در ورودی کمپرسور I.g.v انجام می‌دهد و هرگاه به مقدار هوای بیشتری نیاز باشد دریچه ورودی هوا توسط I.g.v بیشتر باز شده و میزان هوای ورودی که کمپرس می‌شود بیشتر خواهد بود. حال در طی کارکرد کمپرسور اگر سیستم مصرفی به یکباره میزان مصرف هوا را کم کند هوای جریان یافته داخل کمپرسور با اغتشاش روبرو می‌شود زیرا جلوی خروج آن به دلیل کم شدن مصرف تا حدودی سد می‌شود لذا باعث surge و نهایتاً استال می‌گردد. (بهم خوردن نظم جریان هوا) جهت جلوگیری از عمل استال یا Surge علاوه بر تنظیم I.g.v یک سری دریچه روی پوسته کمپرسور وجود دارد که با باز شدن آنها و توسط شیرهای برقی یا پنیوماتیکی از تجمع هوای کمپرس شده اضافی و بروز استال جلوگیری می‌شود. عمل تنظیم تیغه‌های ورودی یا I.g.v و باز و بسته شدن دریچه‌های خروجی هوای اضافی توسط یک سیستم اتوماتیک انجام می‌شود. به هم خوردن نظم جریان هوا در کمپرسور استال یا سرژ نام دارد اغتشاش جزئی سرژ و اغتشاش کلی استال نام دارد.



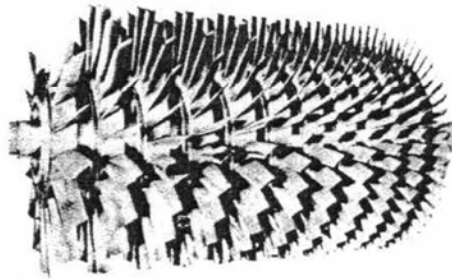
مواد تشکیل دهنده Materials

همانطوری که قبلاً اشاره شد پوسته‌های کمپرسورها از آلیاژهای منیزیوم و آلومینیوم ساخته می‌شوند لیکن جهت کمپرسورهایی که مسئله وزن برای آنها مهم نیست از آلیاژهای فولادی ساخته می‌شوند.

دیسک‌ها و اسپیسرهای کمپرسور روتور از جنس استینلس استیل یا آلیاژهای آلومینیوم ساخته می‌شوند. تیغه‌های کمپرسور روتور و نیز استیتور از آلیاژهای آلومینیوم یا فولاد با درصدی از کروم و نیکل است. جنس ورودی هوا Inlet و دیفیوزر از آلیاژهای فولادی یا درصدی از کروم و نیکل ساخته می‌شود.



قسمتی از روتور که جهت بالانس تراشیده شده است —



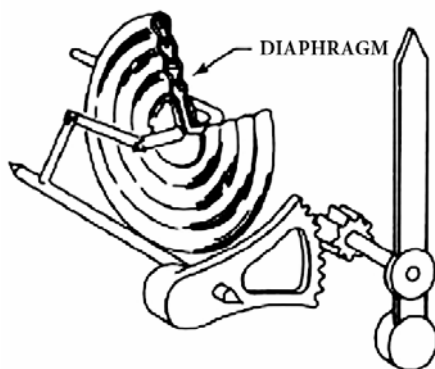
بالانس

بالانس Balancing

بالانس کمپرسور روتور هم در کمپرسورهای گریز از مرکز و هم محوری بسیار مهم است جهت بالانس روتور آن را روی دستگاه بالانس نصب نموده و توسط دستگاه بالانس به چرخش در می‌آید هرگونه غیر بالانس بودن مشخص می‌گردد و قسمتی را که وزن بیشتری دارد با تراشیدن قسمتی از دیسک آن را بالانس می‌کنند.

راندمان کمپرسورهای سیالی

در کمپرسورهای سیالی چون هدف افزایش فشار است لذا طراحی داخلی و فرم کانال یا کانال‌هایی را که هوا از آنها عبور می‌کند به صورتی طراحی می‌کنند که حداکثر افزایش فشار هوا وجود داشته باشد. در طراحی و ساخت کمپرسورهای سیالی از قوانینی که در مورد کانال‌ها یا مجراهای واگرا و همگرا صادق است استفاده می‌شود. مادامی که هوا از یک کانال عبور می‌کند اگر کانال تنگ‌تر شود به آن کانال همگرا گفته می‌شود. در کانال همگرا فشار کاهش یافته و سرعت بیشتر می‌شود و طبیعتاً مادامی که فشار هوا کاهش یابد درجه حرارت هوا نیز کاهش می‌یابد.



کانال واگرا دارای خاصیت عکس همگرا است در صورتی که هوا از یک کانال با قطر کمتر وارد محوطه با قطر بیشتر شود فشار افزایش یافته همچنین درجه حرارت افزایش یافته و سرعت کمتر می‌شود.

از اصل یا خاصیت مجراها یا کانال‌های واگرا جهت طراحی و ساخت کمپرسورهای سیالی استفاده می‌شود. مسیری را که هوا در کمپرسور طی می‌کند معمولاً به صورت واگرا

- است، همچنین زاویه‌ای که تیغه‌های قسمت چرخنده کمپرسور (روتور) با هم دارند به صورت واگرا است و نیز زاویه نصب تیغه‌های ثابت به صورت واگرا می‌باشد.
- راندمان کمپرسور علاوه بر صحیح طراحی کردن مسیرهای هوا که بایستی تا حد امکان به صورت واگرا باشد به عوامل مختلفی وابسته است که اختصاراً عبارتند از:
- ۱- فاصله نوک کمپرسور روتور تا پوسته باید در حداقل باشد تا از فرار هوا از انتها یا لبه تیغه‌های چرخنده جلوگیری شود.
 - ۲- فاصله اسپیسرها با نوک تیغه‌های ثابت باید حداقل باشد تا از فرار هوا از انتها یا لبه تیغه‌های چرخنده جلوگیری شود.
 - ۳- اصطکاک برینگ‌های کمپرسور باید حداقل باشد.
 - ۴- هوایی که وارد کمپرسور می‌شود در جهت و زاویه مناسب وارد کمپرسور شود. (هیچگونه مانعی سر راه هوای ورودی به کمپرسور نباشد).
 - ۵- طراحی کمپرسور به نحوی باشد تا از آشفتگی جریان‌ها هوا بکاهد و در حد امکان جریان هوا به صورت یکنواخت از کانال طراحی شده برای آن عبور کند.
- معمولاً برای کمپرسورهای سیالی راندمان ۹۰٪ بسیار عالی است زیرا هرچه طراحی و ساخت دقیق باشد به هر حال برینگ‌ها اصطکاک جزئی دارند و نیز فرار هوا از لبه تیغه‌ها هم به صورت جزئی صورت می‌پذیرد.

مسائل تعمیر و نگهداری در کمپرسورهای سیالی

کمپرسورهای سیالی در صنعت معمولاً به نام توربو کمپرسور خوانده می‌شود توربو کمپرسورها به علت دارا بودن سرعت چرخش فوق‌العاده زیاد و نیز توان بالا جهت تهیه حجم زیادی از هوای فشرده دارای دستورالعمل‌های خاصی جهت سرویس و نگهداری و نیز تعمیرات هستند. اینگونه کمپرسورهای دارای بازرسی‌های ویژه‌ای می‌باشند که عبارتند از: بازرسی‌های روزانه - بازرسی‌های ماهانه - بازرسی‌های سالانه و نیز نوع بخصوصی از بازرسی‌های فنی که به نسبت ساعت کارکرد انجام می‌پذیرد. از مهمترین نقاطی که باید بازرسی شوند می‌توان فیلتر ورودی هوا را نام برد که باید بادگیری و بادمش هوا تمیز شوند در اکثر موارد فیلتر نیز یکبار مصرف است و بعد از چند ماه کار باید تعویض شود.

بازرسی قطعات متحرک تیغه‌های ورودی هوا یا I.g.v و نیز گریسکاری آن از نکات مهم است. تعویض به موقع روغن کمپرسور نیز از مسائل مهم به شمار می‌رود. گریسکاری

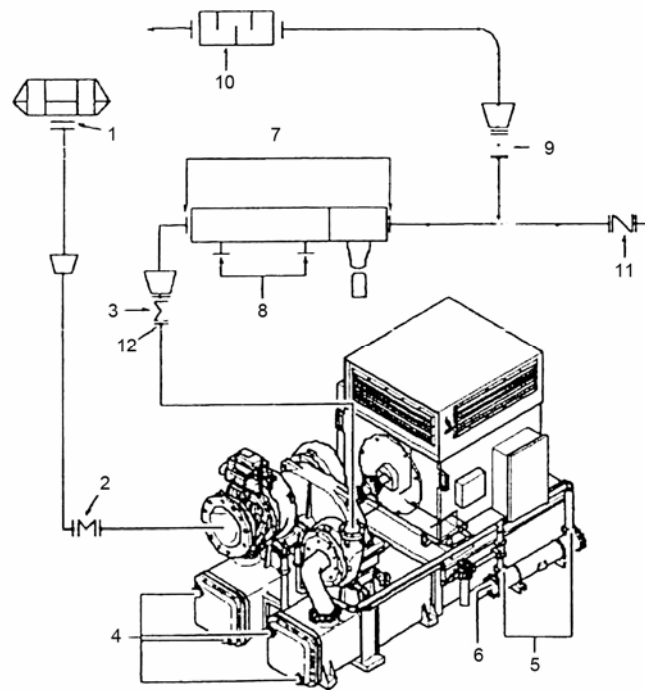
قطعات مکانیکی از قبیل برینگ‌ها و اتصالات متحرک روی I.g.v و بازرسی نقاط مختلف از لحاظ نشت هوا، روغن و نیز نشت آب در مواردی که خنک‌کننده هوا از نوع آب خنک Water. Cooled. Air. Cooler باشد جزو واجبات است.

قابل ذکر است بازرسی‌های مختلف و نحوه تعمیر و نگهداری و بخصوص تعویض قطعات هر نوع توربو کمپرسور در کتاب دستورالعمل تعمیر و نگهداری آن ذکر شده است. جهت آشنایی دستورالعمل بازرسی روانه یک نوع توربو کمپرسور به صورت زیر است.

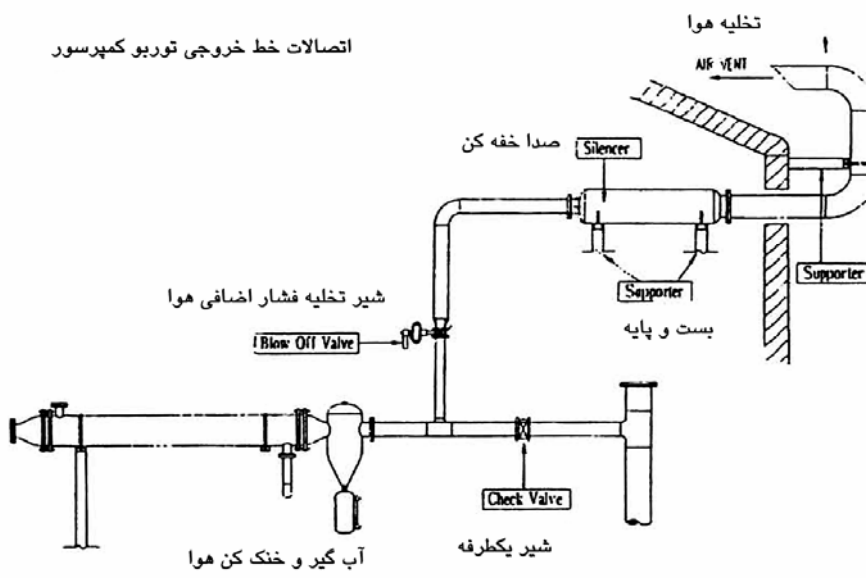
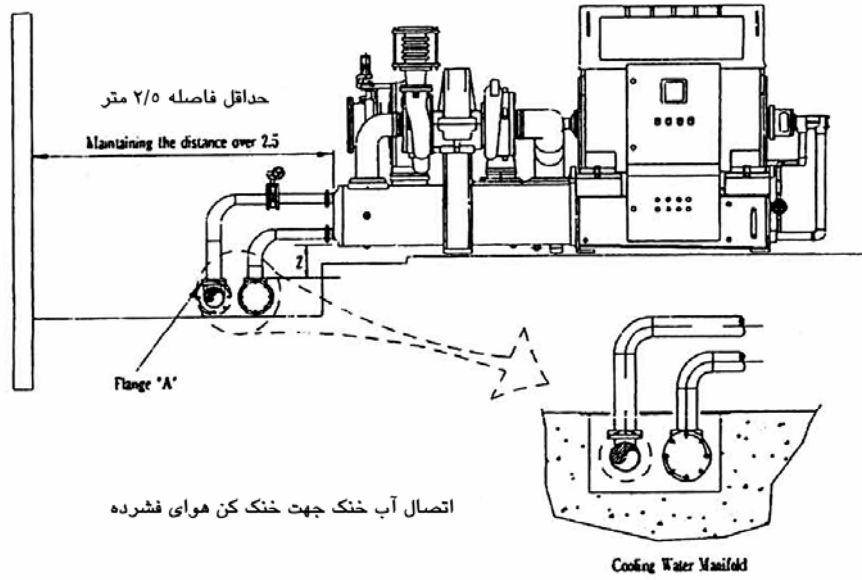
بازرسی روزانه توربو کمپرسور

تاریخ	نام مسئول	نوع بازرسی و کنترل	قسمت بازرسی
		<ul style="list-style-type: none"> - بازرسی صفحه کنترل یا مانیتور و اصلاح اطلاعات اگر تغییر کرده است. - نشت هوا، روغن، آب از اتصالات بازرسی از لحاظ ارزش بدنه و موتور بازرسی عقربه‌های نشان‌دهنده حرارت و فشار و لرزش. - بازرسی جدا شدگی اتصالات الکتریکی و یا قطع سیم‌های برق 	کلی General
		<ul style="list-style-type: none"> - مقداری روغن داخل مخزن سطح روغن، فشار روغن. - درجه حرارت روغن در ورودی و خروجی خنک‌کننده روغن. - بازرسی فشار روغن در ورودی و خروجی فیلتر و در صورت نیاز تعویض فیلتر 	سیستم روغنکاری
		<ul style="list-style-type: none"> - درجه حرارت ورودی و خروجی هر مرحله. - تخلیه آب از قسمت هوای خنک‌کننده‌ها. - بازدید نشت هوا. 	خنک‌کننده‌های هوا

نحوه اتصال کمپرسور از نوع توربو کمپرسور به ملزومات

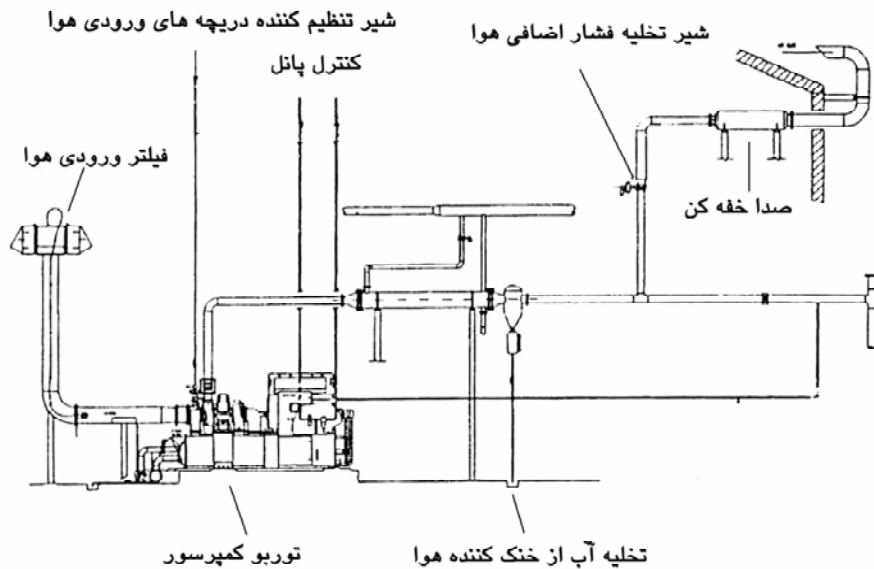


No	Items	نام
1	Air Inlet filter case	فیلتر
2	Air inlet expansion joint	اتصال قابل انعطاف ورودی
3	Air discharge expansion joint	اتصال قابل انعطاف خروجی
4	Inter-cooler water in/out	اتصال ورودی خروجی آب
5	Oil cooler water in/out	اتصال ورودی خروجی آب جهت خنک کننده
6	Oil cooler oil in/out	اتصال ورودی خروجی آب جهت خنک کردن روغن
7	After-cooler air in/ outlet	اتصال هوای فشرده افتر کولر
8	After-cooler water in/ outlet	آب
9	B.o.v	شیر تخلیه فشار اضافی
10	Silencer in/outlet	صدا خفه کن یا اگزوز
11	Chk v/v	شیر یک طرفه
12	3 stage outlet	خروجی کمپرسور



Bypass & Silencer Layout

مجرای خروجی هوای اضافی



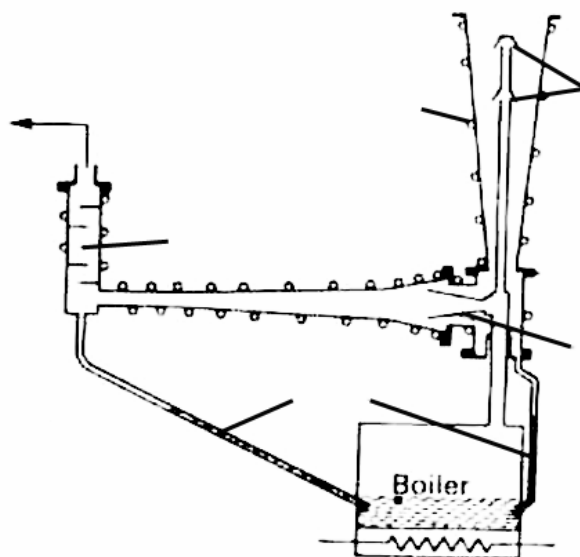
اجکتور (پرتاب کننده سیال) Ejector (کمپرسور بدون قطعه چرخنده)

اجکتور دستگاهی است که از آن برای ترکیب سیالات استفاده می شود هیچگونه قطعه متحرک در ساختمان داخلی آن وجود ندارد. چون اعمال تغییرات فشار و سرعت داخل این وسیله یا طرح صنعتی به خاطر حرکت سیال در کانال های واگرا و همگرا است. لذا آنرو جزو دسته کمپرسورهای سیالی می دانند. گاهی اجکتور را جت اجکتور Jet ejector می نامند. دلیل این نامگذاری فوران یا حالت پرتاب سیال در قسمت های ورودی و خروجی آن است. اجکتورها به صورت یک مرحله ای یا چند مرحله ای ساخته می شوند برای درک بهتر موضوع می توان به کمپرسور پیستونی یک مرحله ای و چند مرحله ای اشاره کرد. اساس کار اجکتور بدین صورت است که سیال اصلی که قبلاً تحت فشار قرار گرفته است با فشار از مجرای ورودی یا کانال ورودی وارد محفظه اجکتور می گردد. به علت فرم بخصوص مجرای فشار سیال به سرعت تبدیل می گردد. لذا یک حالت مکش در این مرحله پدید آمده و سیال دوم از طریق مجرای که به این کانال مرتبط است مکش می گردد و با سیال اولیه ترکیب می شود سپس دو سیال ترکیب شده از کانال خروجی خارج می شوند.

فرم کانال به صورت واگرا است لذا سرعت گازها یا سیال‌های خروجی کاهش یافته و فشار هوا افزایش می‌یابد. از اجکتورها علاوه بر ترکیب کردن گازها می‌توان بخارات و نیز مواد به صورت پودری را نیز ترکیب نمود. کاربرد اجکتور در صنایع بسیار گسترده است و اکثراً در صنایع سنگین استفاده می‌شوند.

مثال‌هایی از کاربرد سیستم اجکتور در صنایع عبارتند از:

- ۱- پالایشگاه‌های نفت و گاز
- ۲- صنایع شیمیایی
- ۳- صنایع غذایی
- ۴- صنایع تصفیه روغن خوراکی
- ۵- صنایع تصفیه روغن‌های صنعتی و مواد بودار
- ۶- متالوژی خلا
- ۷- تست موتورهای راکت



جنس اجکتورها معمولاً از موادی است که در مقابل فرسایش مولکول‌های سیال‌ها مقاوم است. اکثراً از آلیاژهای آهنی یا آهن خالص ساخته شده مجراها یا گلوگاه‌ها از جنس

استینلس استیل هستند. گاهی مجراهای کوچکتر را از برنز می‌سازند. در بعضی از موارد نیز از آلیاژهای مخصوص یا حتی تفلونی در ساخت اجکتورها استفاده می‌گردد تا درصد ترکیب مواد بدنه اجکتور با سیال عبورکننده از آن کاهش یابد. حتی در بعضی موارد جنس قطعات اجکتور از پلی استر یا آلیاژهای تیتانیوم است. چون در اجکتورها قطعات متحرک وجود ندارد در صورت رعایت دستورالعمل کاربرد و نگهداری مسئله تعمیرات آن بسیار جزئی است. معمولاً در بازرسی‌ها گلوگاه‌ها جهت بررسی مسئله خوردگی مدنظر قرار دارند. جهت هر نوع اجکتور باید همان نوع مواد یا سیال را استفاده کرد زیرا خارج از فشار کاری مخصوص اجکتور راندمان خوبی نداشته و در بعضی از موارد کار نمی‌کند و نیز باید از اجکتور برای همان سیالی که ساخته شده استفاده کرد بخاطر از بین بردن مسئله فرسودگی داخلی اجکتور.

بازرسی دوره‌ای اجکتور معمولاً بر طبق ساعات کاری آن انجام می‌پذیرد و زمانی که بازرسی می‌شود بیشتر مجراهای داخلی و گلوگاه‌ها مدنظر هستند و در پرونده بازرسی تاریخ بررسی و نیز وضعیت کلی اجکتور ثبت می‌گردد.

تعدادی از عواملی که سبب خرابی اجکتور می‌گردند عبارتند از:

۱- عوامل داخلی

الف: خوردگی یا فرسودگی مجراها و کانال‌ها

ب: گرفتگی مجرا بر اثر رسوبات

ج: ترک خوردگی یا نشست مجراها

د: خسته شدن آلیاژ بدنه (FATIGUE)

۲- عوامل خارجی

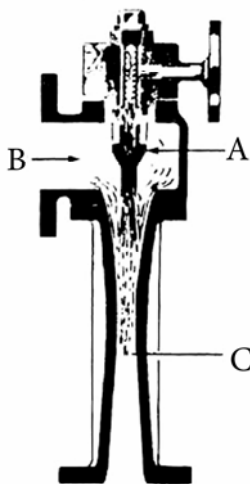
الف: کم بودن یا زیاد بودن فشار ورودی

ب: کم بودن یا زیاد بودن فشار خروجی

ج: درجه حرارت زیاد

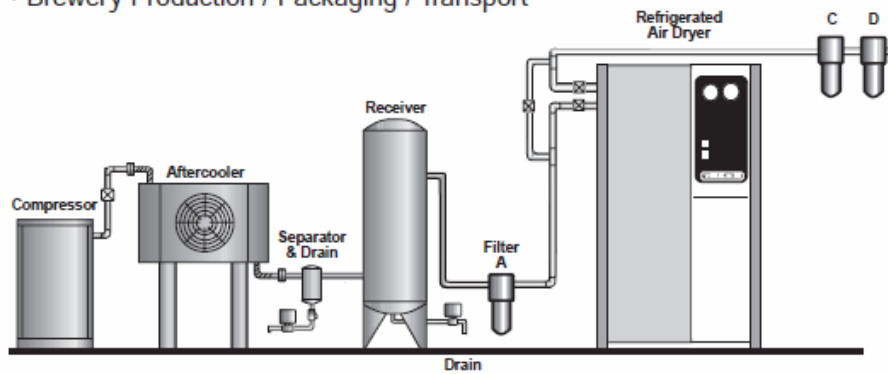
د: ورود و خروج مواد به صورت غیر منظم یا نوسان دار (کم

و زیاد شدن فشار خروجی)



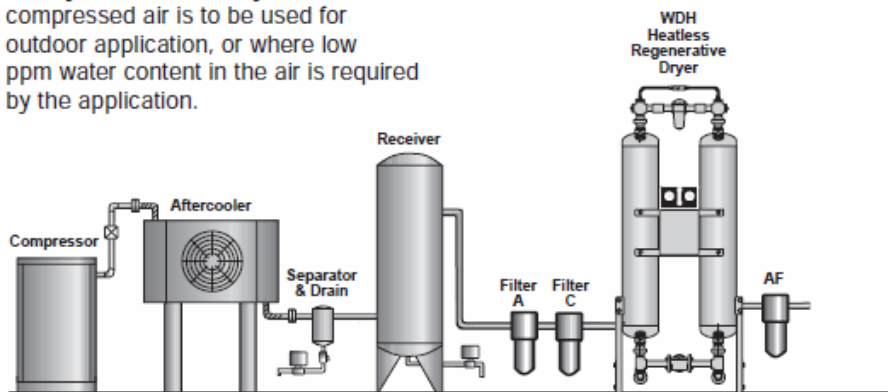
آماده‌سازی هوای فشرده

• Brewery Production / Packaging / Transport



Extremely Low Dew Point System

Where dew point must be below 32°F (0°C). For example, indoor factory installation of dryer, but where compressed air is to be used for outdoor application, or where low ppm water content in the air is required by the application.



جهت سالم ماندن سیستم‌های مصرف‌کننده هوای فشرده بعد از تولید توسط یکی از انواع کمپرسورها بایستی عملیات آماده‌سازی روی هوای فشرده صورت پذیرد یک متر مکعب هوای فشرده با فشاری معادل شش بار 6 BAR حدود ۱۷ گرم آب، ۱۶۰ میلیون ذرات ناخالصی‌ها و مقداری نیز روغن سوخته کمپرسور دارد ضمناً بر اثر عملیات کاری کمپرسور که هوا فشرده می‌شود دمای هوا نیز افزایش یافته و لذا باید عملیات (۱) آب‌گیری یا خشک کردن هوای فشرده (۲) خنک کردن یا کاهش درجه حرارت (۳) تصفیه یا فیلتراسیون صورت پذیرد.

قابل ذکر است اولین و اصلی‌ترین دشمن سیستم‌های پنیوماتیک و هوای فشرده آب است که باعث زنگ‌زدگی و نیز تجمع رسوبات می‌گردد همراه بودن آب با ناخالصی‌های هوا و روغن سوخته کمپرسورها که همراه هوای فشرده است باعث بوجود آمدن خمیر مایه یا ماده ژل ماندنی می‌شود که باعث آسیب دیدن سیستم‌های مصرف‌کننده هوا نظیر انواع شیرها و جک‌ها و ... می‌گردد ضمناً در بعضی از صنایع که هوای فشرده دمش می‌کنند مانند اسپری رنگ یا صنایع غذایی و دارویی این ماده ژل مانند مضر است لذا جزو واجبات است که هوای فشرده آماده سازی گردد.

خشک کردن هوای فشرده:

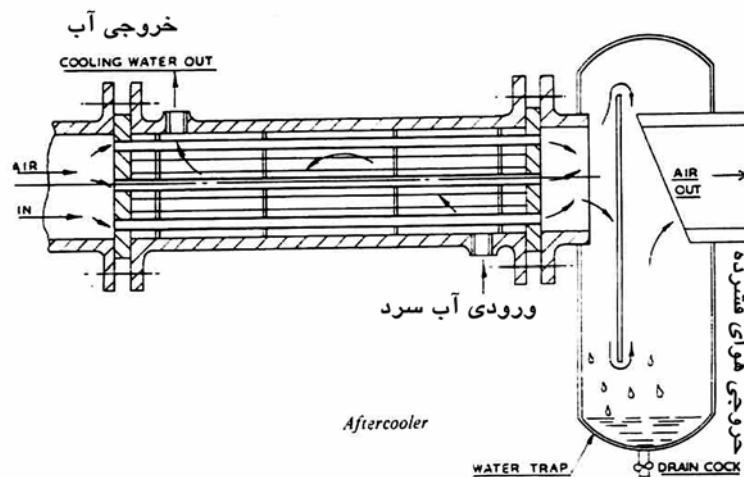
هوای اتمسفر دارای رطوبت (بخار آب) می‌باشد و مقدار رطوبت در هوا به نسبت درجه حرارت و نیز در نواحی مختلف کره زمین متفاوت است. هوای گرم‌تر دارای رطوبت بیشتری است زمانی که کمپرسور کار می‌کند از ورودی آن همراه هوا رطوبت نیز وارد گردیده و بر اثر متراکم شدن رطوبت به قطرات آب در هوای فشرده تبدیل می‌گردد. برای مثال کمپرسوری که 7BAR فشار تولید می‌کند و ظرفیت تولید یا دبی آن ۲۰۰ لیتر در ثانیه است و هوای محیطی دارای دمای ۲۰C درجه و رطوبت نسبی ۸۰٪ است با ۸ ساعت کار کمپرسور ۸۰ لیتر آب در مخزن هوای فشرده جمع می‌شود.

اصطلاح PDP که مخفف حروف اول سه کلمه PRESSURE.DEW.POINT است مقدار رطوبت در هوای فشرده را بیان می‌کند.

LOW.PDP یعنی کم بودن PDP نشان‌دهنده کم بودن مقدار آب در هوای فشرده است همانگونه که می‌دانیم وجود رطوبت و قطرات آب در هوای فشرده علاوه بر صدمه به تجهیزات تولید و آماده‌سازی هوای فشرده به تجهیزاتی که با هوای فشرده کار می‌کنند و بویژه روی کیفیت محصول تولیدی نیز اثر مخربی را خواهد داشت.

به طور کلی ۴ طریق آب‌گیری یا خارج کردن آب از هوای فشرده وجود دارد.

- ۱- خنک کردن هوای فشرده
 - ۲- متراکم کردن یا کمپرس کردن مجدد
 - ۳- آب‌گیری جذبی فیزیکی
 - ۴- آب‌گیری جذبی شیمیایی
- نوع دیگری از آب‌گیری وجود دارد که در دسته‌بندی‌های کتب فنی به آن اشاره‌ای نمی‌شود و برخورد فیزیکی نام دارد که به آن نیز اشاره می‌گردد.

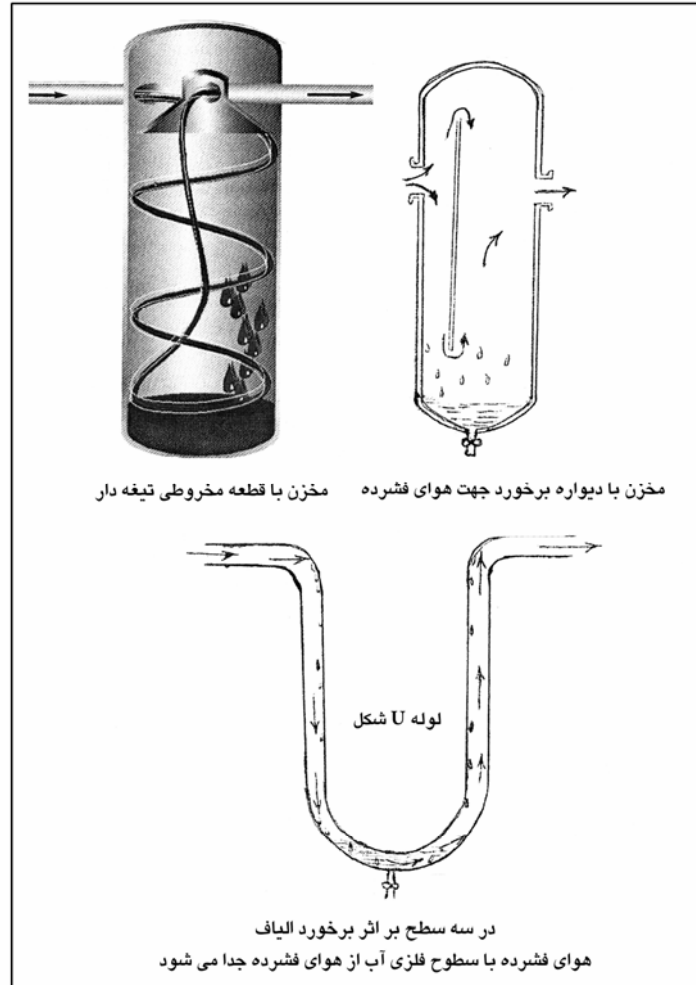


نمایی از سه نوع آب‌گیر فیزیکی AFTER.COOLER INTER.COOLER

جهت خنک کردن هوای فشرده طرق مختلفی وجود دارد که عبارتند از خنک کردن از طریق رادیاتورهای هوا خنک AIR.COOLED.HEAT.EXCHANGER خنک کردن از طریق رادیاتورهای آب خنک که به آنها لوله و پوسته نیز می‌گویند با نام لاتین SHELL and TUBE یا MATRIX.TUBE خنک کردن از طریق سیستم تبریدی یا لوله‌های مارپیچی که در آنها گاز فرئون وجود دارد.

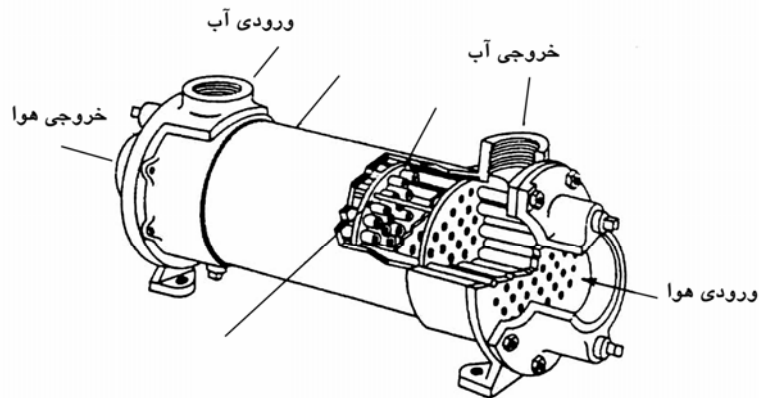
با خنک کردن هوای فشرده رطوبت به صورت قطرات آب و بر اثر جاذبه ریزش می‌نماید تمامی خنک‌کننده‌های هوا خنک و تبریدی به تجهیزات تخلیه اتوماتیک آب مجهز هستند و آب به صورت اتوماتیک از مخازن و لوله‌کشی‌های مربوطه خارج می‌شود.

نمایی از سه نوع آبگیر فیزیکی

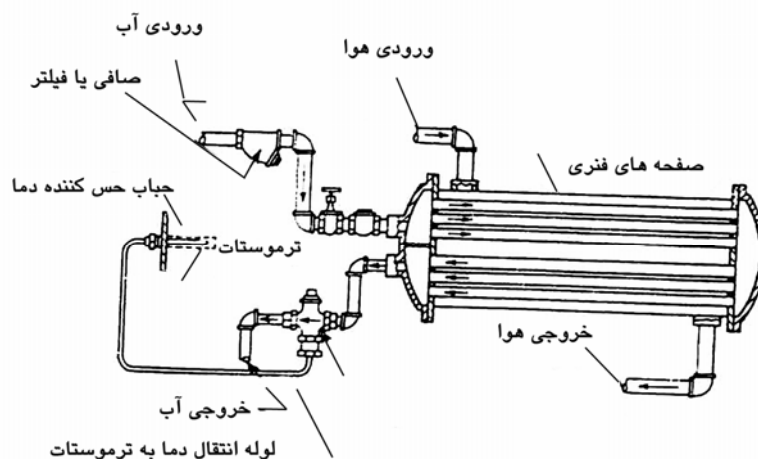


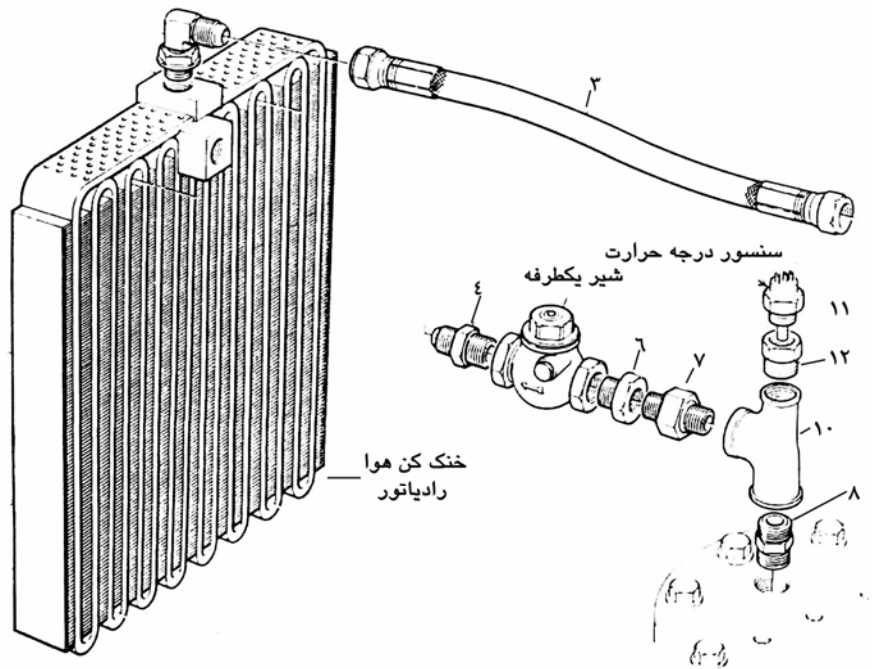
عمل خنک کردن هوای فشرده علاوه بر کاهش رطوبت موجود در هوای فشرده باعث می گردد که کیفیت هوای فشرده نیز بهتر شود سیستم هایی که با هوای فشرده کار می کنند در صورت کارکرد با هوای فشرده با دمای کمتر راندمان بهتر و عمر بیشتری خواهد داشت علی الخصوص هوای فشرده خنک در اکثر موارد باعث می شود کیفیت محصول تولیدی نیز بهتر شود برای مثال می توان به استفاده از هوای فشرده در صنعت رنگ (رنگ پاشی با پیستوله) دمش هوای فشرده در پروسه های تولید مواد غذایی و دارویی اشاره نمود.

در صورتی که خنک‌کننده هوای فشرده در داخل کمپرسور جاسازی شده باشد به آن خنک‌کاری داخلی یا INTER.COOLER و در صورتی که خنک‌کننده هوای فشرده بعد از کمپرسور نصب شده باشد به آن خنک‌کاری بعد از کمپرسور یا AFTER.COOLER می‌گویند. اکثر کمپرسورهای مدرن امروزی دارای تجهیزات خنک‌کاری کمپرسور داخلی مجموعه کمپرسور و نیز بعد از آن می‌باشند حدود ۸۰٪ الی ۹۰٪ رطوبت در طی عمل خنک‌کاری در تجهیزات اینترکولر و افترکولر از هوای فشرده تخلیه می‌گردد ساختمان داخلی و نحوه کار تخلیه آب اتوماتیک که جزئی از تجهیزات خنک‌کننده هوا است در بخش مخازن توضیح داده شده است.

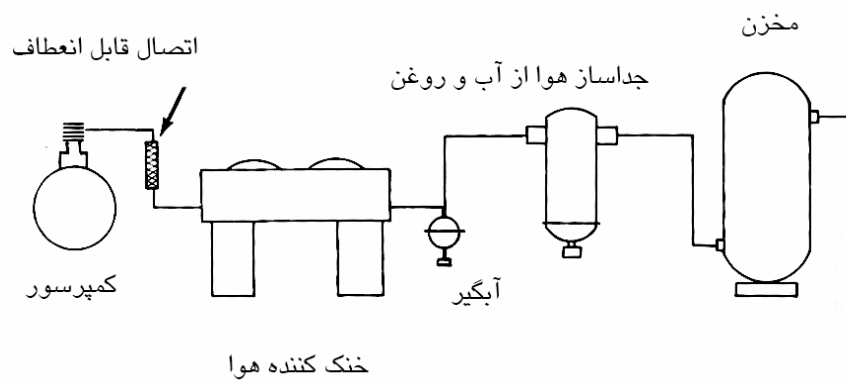


نمای داخلی خنک‌کننده هوا از نوع پوسته و لوله یا ماتریس تیوب



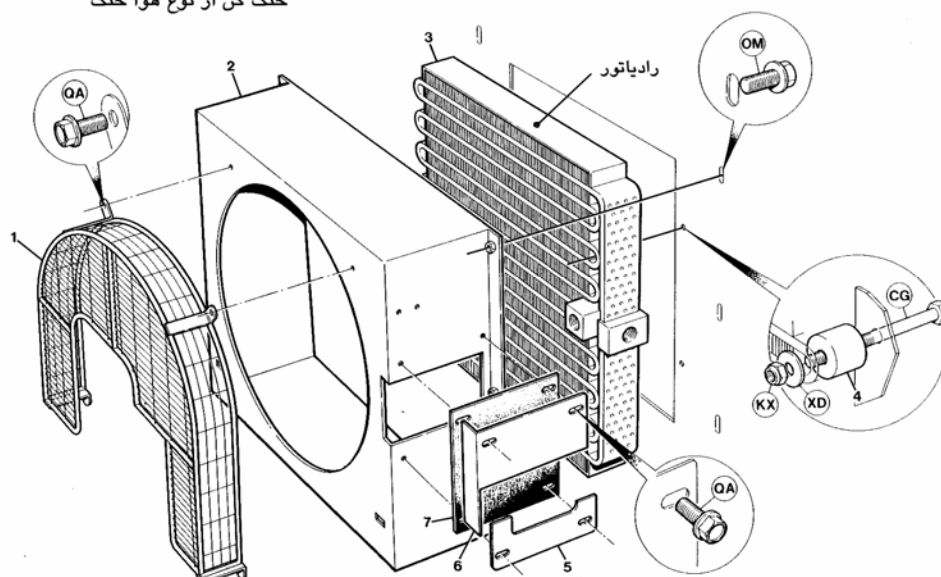


نمایی از یک خنک کننده هوای فشرده از نوع هوا به هوا



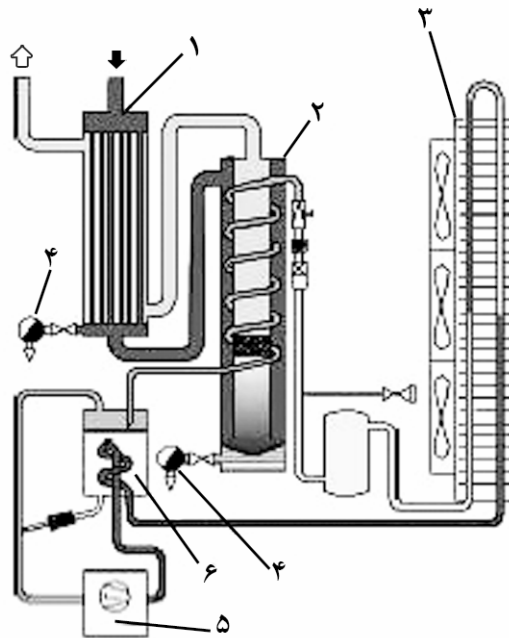


خنک کن از نوع هوا خنک

**REFRIGERANT DRYER****خنک کننده برودتی (یخچالی)**

همانگونه که از نام این نوع خنک کننده هوای فشرده پیدا است مانند سیستم خنک کننده یخچال می باشد که در این نوع سیستم همانگونه که در تصویر دیده می شود از گاز فرئون استفاده می گردد که در پروسه خاصی و در یک مدار بسته گاز فرئون باعث خنک کردن لوله های مارپیچ می گردد در یخچال و فریزر لوله های مارپیچ باعث خنک کردن فضای داخلی آنها می گردد. در خنک کننده ها یخچالی یا برودتی جهت خنک کردن هوای فشرده لوله های مارپیچ درون یک محفظه مخزن مانند قرار دارند هوای فشرده ای که وارد

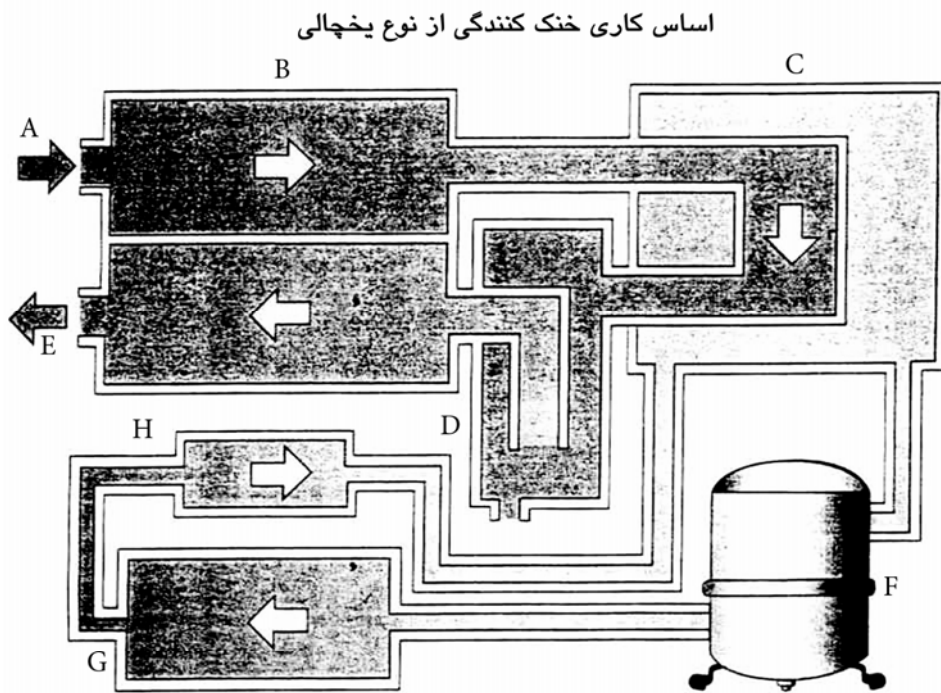
مخزن می‌شود ضمن تماس با لوله‌های مارپیچ سرد می‌شود و همراه با سرد شدن رطوبت موجود در آن به صورت ریزش قطرات آب در پایین‌ترین نقطه مخزن جمع می‌گردد (برای مثال می‌توان به قرار دادن یک پارچ آب در هوای گرم تابستان روی یک میز اشاره کرد که رطوبت محیطی روی سطح خارجی پارچ جمع می‌شود و تجمع رطوبت باعث ریزش قطرات آب از سطح خارجی پارچ می‌گردد) آب جمع شده در ته مخزن نیز به صورت اتوماتیک از مخزن خارج می‌شود.



تراکم مجدد (کمپرس مجدد) OVER-COMPRESSION

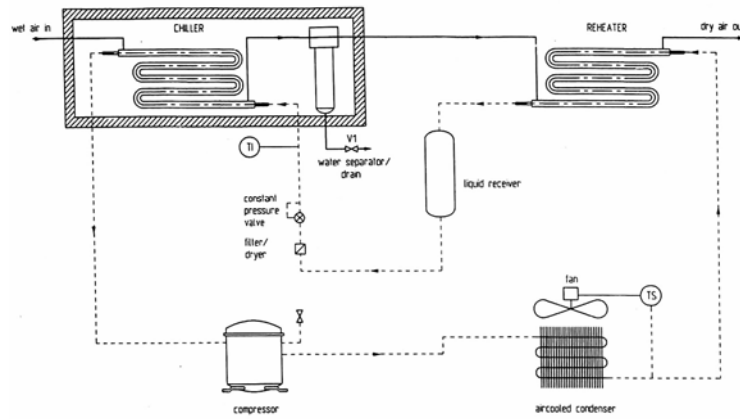
این نوع خشک کردن هوای فشرده راحت‌ترین نوع خشک کردن یا آب‌گیری است هوا ابتدا توسط کمپرسور با فشار بیشتر از مورد نیاز ما کمپرس یا متراکم می‌گردد بدین طریق مقدار بیشتری از رطوبت یا بخار آب به قطرات آب تبدیل و از سیستم تهیه و آماده‌سازی هوای فشرده خارج می‌گردد سپس هوا انبساط می‌یابد که با این عمل یعنی انبساط دمایی هوا نیز کاهش می‌یابد لذا بدین طریق رطوبت زیادی از سیستم خارج می‌شود این روش آب‌گیری جهت مقدار بسیار کم هوا بکار می‌رود ضمناً مصرف انرژی در آن نیز بالا است. و کاربرد زیادی در صنعت ندارد.

اساس کاری خنک‌کنندگی از نوع یخچالی



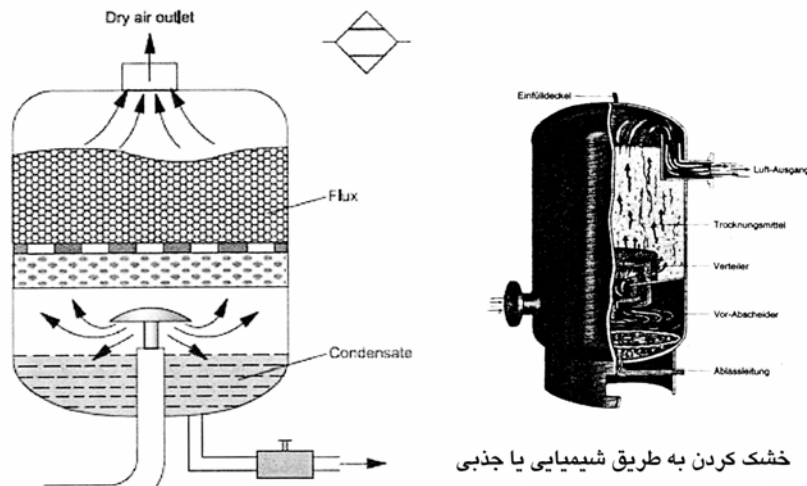
E- هوای خشک خروجی
 F- کمپرسور
 G- کندانسور
 H- شیر انبساط

A- هوای فشرده ورودی
 B- رادیاتور هوا خنک هوا به هوا
 C- رادیاتور هوا خنک
 D- جدا ساز آب



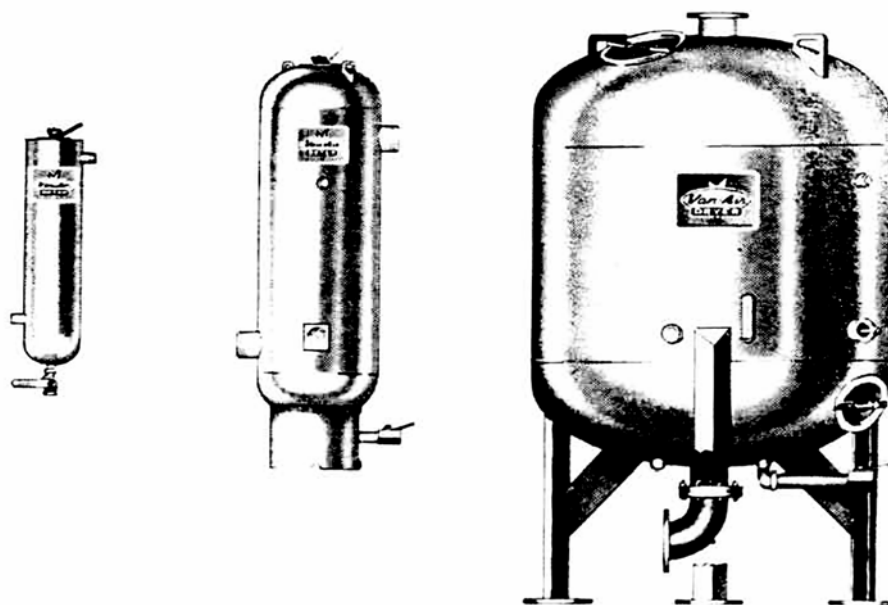
روش جذب شیمیایی AB SOLUTION.DRYING

این نوع آب‌گیری یک روش شیمیایی است هوای فشرده از مخازن مخصوصی که در آنها مواد شیمیایی وجود دارد عبور نموده و مواد شیمیایی رطوبت را جذب و هوای فشرده آب‌گیری شده از دستگاه خارج می‌گردد مواد جاذب رطوبت جامد و مایع هستند از سدیم کلراید و اسید سولفوریک و مواد مشابه در این نوع دستگاه‌ها استفاده می‌شود در این نوع خنک‌کنندگی احتمال خوردگی دستگاه بسیار زیاد است. این نوع روش غیر معمول و مصرف مواد آن و نتیجتاً هزینه نگهداری و سرویس بالا است و رطوبت هوای فشرده نیز تا حد معینی کاهش می‌یابد.



خشک کردن به طریق شیمیایی یا جذبی

مخزن آب‌گیر شیمیایی (جذب ذرات بخار آب از هوای فشرده توسط مواد شیمیایی)

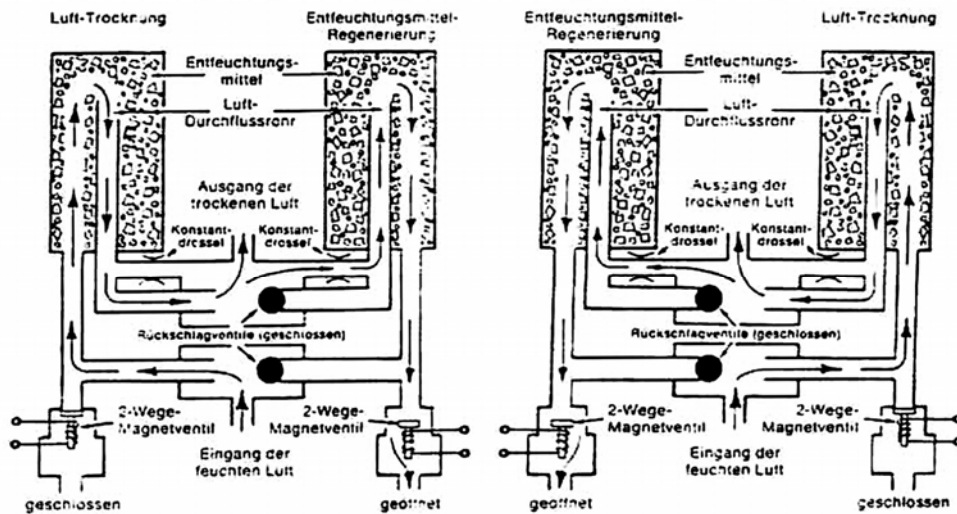


آب‌گیری از نوع جذبی احیایی AD SORPTION. DRYING

در این نوع آب‌گیری مواد جاذب رطوبت وجود دارد و هوای فشرده دارای رطوبت وارد دستگاه گردیده و مواد جاذب، رطوبت را جذب و هوای خروجی با درصد بسیار جزئی رطوبت از آن خارج می‌گردد. در این نوع آب‌گیری مواد جاذب رطوبت داخل خود دستگاه احیاء با به عبارتی رطوبت‌زدایی می‌شوند.

دستگاه دارای دو محفظه یا مخزن یا اصطلاحاً برج است که مواد جاذب رطوبت درون آنها قرار دارد هوای فشرده از یکی از مخازن وارد می‌گردد بعد از انجام عمل رطوبت‌گیری هوای فشرده از مخزن خارج می‌شود لیکن قبل از خروج هوا قسمتی از هوای خشک شده به مخزن دیگری دمش می‌گردد قابل ذکر است دائماً یکی از مخازن در حال آب‌گیری و دیگری در حال احیاء قرار دارد دمش قسمتی از ۲۰٪-۱۵٪ هوای فشرده از خروجی مخزنی که در حال آب‌گیری است به مخزن در حال احیاء باعث خروج رطوبت از خروجی این مخزن و خشک‌شدن یا به عبارتی احیاء مخزن دوم می‌گردد شیر کنترل که ورودی هوا به مخزن را کنترل می‌کند از نوع برقی است و توسط تایمری که زمان را مشخص می‌نماید به تناوب هوا را وارد یکی از مخازن می‌نماید یعنی یک مخزن در حال آب‌گیری یا رطوبت‌گیری و همزمان دیگری در حال از دست دادن رطوبت است عمر و راندمان این نوع

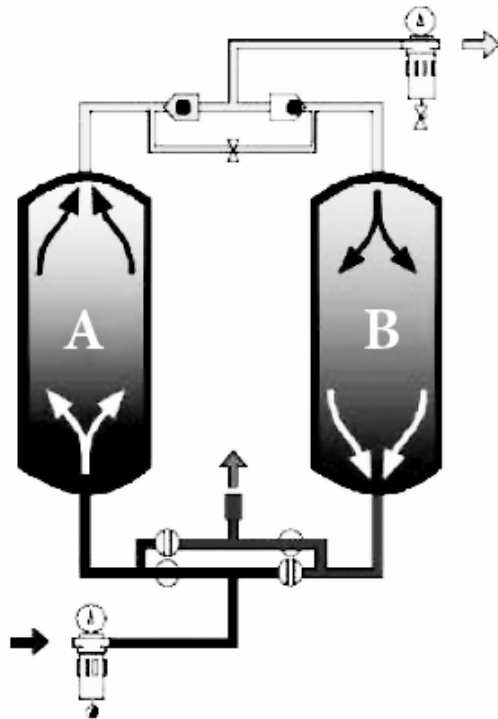
رطوبت‌گیر یا خشک‌کن هوا بسیار بیشتر از نوع یک مخزنه است و نیاز به نگهداری و تعمیرات کمتری دارد ضمناً هزینه و استهلاک آن نیز کمتر بوده و به صورت وافر و گسترده در صنایع و کارخانجات مختلف جهت رطوبت‌گیری و خشک‌کردن هوای فشرده از آن استفاده می‌کنند.



درایر احیاء‌کننده بدون حرارت (Regenerative dryer- heatless)

این نوع درایرها، دو برج با بسترهایی از جاذب‌های شیمیایی دارند. یک سیستم زمان‌بندی اتوماتیک متناوباً جریان هوا را بین دو برج تغییر می‌دهد. چون در این درایرها از همان هوای خشک شده توسط برج خشک‌کن برای احیاء کردن مواد جاذب استفاده می‌شود. بنابراین نیازی به منبع خارجی حرارتی نیست.

در یک سیکل کاری، هوای مرطوب ورودی به برج خشک‌کن از روی بستر مواد شیمیایی که رطوبت را به خود جذب می‌کنند، عبور می‌کند، یک بخش کمی از هوای خشک خروجی به وسیله یک شیر قابل تنظیم به برج احیاء شده منحرف می‌شود. این هوای خشک خروجی، در فشار جو رطوبت را از بستر شیمیایی جمع‌آوری کرده و از صدا خفه‌کن به خارج از درایر فرستاده می‌شود، بعد از یک فاصله زمانی کوتاه بطور خود کار، عملکرد برج‌ها تعویض می‌شود و هوای ورودی مرطوب به برجی که احیاء شده است وارد می‌شود.



معمولاً جدول انتخاب درایرها به دو صورت تدوین شده‌اند:

اول: در اینگونه جداول: ظرفیت تمامی مدل‌های درایر در فشارهای مختلف داده شده‌اند که برای انتخاب دستگاه کافیسیت فشار و ظرفیت هوادهی مورد نیاز را داشته باشیم، با این دو مشخصه می‌توان دستگاه را مستقیماً انتخاب کرد.

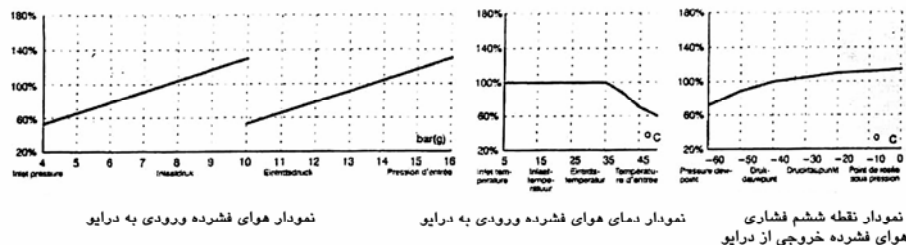
دوم: در این نوع جداول، ظرفیت هوادهی دستگاه‌ها فقط در فشار اسمی (7 barg) داده شده است. برای انتخاب دستگاه در فشارهای دیگر باید ضرایب تبدیل را اعمال کرد سپس دستگاه را انتخاب نمود. این ضرایب برای فشارهای بزرگتر از 7barg عددی بزرگتر از واحد و برای فشارهای کوچکتر از آن عددی کوچکتر از واحد است، این ضرایب باید طوری اعمال شوند که در فشارهای بزرگتر از فشار اسمی، دستگاه‌های درایر احیاءکننده با ابعاد کوچکتر انتخاب شوند و بالعکس.

در کاتالوگ محصولات نیز، جداول تصحیح ظرفیت به دو دسته تقسیم می‌شوند: یکی براساس فشارهای ورودی مختلف هوای فشرده و دیگری براساس دماهای ورودی مختلف هوای فشرده.

تذکره ۱: در کاتالوگ محصولات ضرایب تصحیح F1 جهت تصحیح ظرفیت هوای فشرده ورودی به درایر و ضرایب تصحیح F2 جهت تصحیح ظرفیت هوای مصرفی احیاء درج شده است.

تذکره ۲: در برخی کاتالوگ‌ها علاوه بر دو دسته ضریب تصحیح ذکر شده در بالا، یک ضریب تصحیح دیگر با عنوان ضریب تصحیح براساس نقطه شبنم فشار خروجی، نسبت به دمای هوای ورودی، درج شده است که از آن جهت تصحیح ظرفیت درایر به منظور تعیین ظرفیت واقعی دستگاه درایر جهت دستیابی به هوای فشرده خشک با نقطه شبنم مورد نظر استفاده می‌شود.

تذکره ۳: در برخی کاتالوگ‌ها مقدار هوای تغذیه برای برج احیاء (Purge) برحسب درصدی از کل ظرفیت دستگاه درج شده است که این مقدار هوا برحسب درجه حرارت ورودی، فشار کارکرد سیستم و همچنین نقطه شبنم فشاری به صورت جدول یا نمودار ارائه شده است (در کاتالوگ محصولات برای فشار 7 bar و نقطه شبنم فشاری 40°C و دمای ورودی 35°C ، مقدار هوای تغذیه برای برج احیاء 15% کل ظرفیت دستگاه در نظر گرفته شده است).



نمودار -مقدار هوای تغذیه برای برج احیاء (Purge) برحسب درصدی از کل ظرفیت دستگاه، مدل‌های ED۵۴-۱۳۳۵

به منظور تفهیم بهتر نحوه کاربرد این ضرایب، به مثال زیر توجه کنید:
می‌خواهیم دستگاه درایر احیاءکننده بدون حرارتی را انتخاب کنیم که ظرفیت هوای فشرده در ورودی آن $900 \text{ m}^3/\text{hr}$ ، فشار هوای ورودی آن 10 barg، دمای هوا در ورودی آن 40°C و نقطه شبنم فشاری هوای فشرده آن 40°C باشد. ضمناً هوای ورودی به کمپرسور دارای دمای 20°C و فشار 1 bara است.
بدین منظور باید ظرفیت درایر مورد نیاز را محاسبه کنیم که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$v2 = \frac{v1}{F1a * F1b}$$

ظرفیت هوای فشرده در ورودی

$$\text{ظرفیت درایر مورد نیاز} = \frac{\text{ظرفیت تصحیح دمای ورودی} \times \text{ضریب تصحیح فشار}}{\text{ظرفیت تصحیح دمای ورودی} \times \text{ضریب تصحیح فشار}}$$

$$v2 = \frac{900}{1.37 * 0.92} = 714 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

با توجه به ظرفیت درایر مورد نیاز یعنی $714 \text{ m}^3/\text{hr}$ ، درایر مدل ED 252 مناسب است. مقدار میانگین هوای مصرفی جهت احیاء از رابطه زیر بدست می‌آید:

ضریب تصحیح دمای ورودی \times ضریب تصحیح فشار ورودی \times درصد هوای احیاء \times ظرفیت هوای فشرده در ورودی = مقدار میانگین هوای مصرفی جهت احیاء

$$= [v2 * 15\%] * (F2a * F2b)$$

$$= [900 * 0.15] * (0.77 * 1.13) = 117 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

بنابراین مقدار میانگین هوای خشک در خروجی درایر از اختلاف ظرفیت هوای فشرده ورودی با مقدار میانگین هوای مصرفی جهت احیاء بدست می‌آید:

$$900 - 117 = 783 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

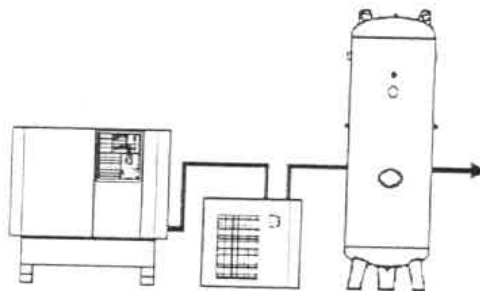
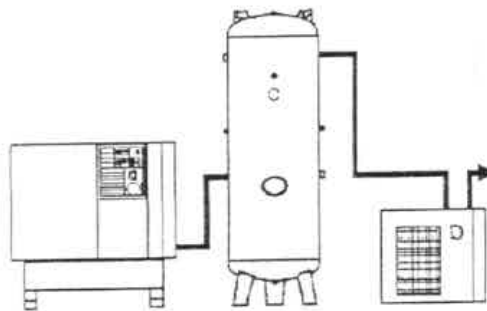
* در ادامه، P&ID مدل‌های ED 54-1335 و همچنین جداول ضرایب تصحیح آورده شده

است.

مزایای قراردادن خشک‌کن هوای فشرده بعد از مخزن

- قرار دادن درایر بعد از مخزن این مکان را به ما می‌دهد که درایر یا خشک‌کنی را نصب نمائیم که به اندازه مصرف سیستم باشد نه بزرگتر لذا صرفه‌جویی مالی می‌گردد.
- جریان یکنواخت و بدون اغتشاش در درایر برقرار می‌گردد.

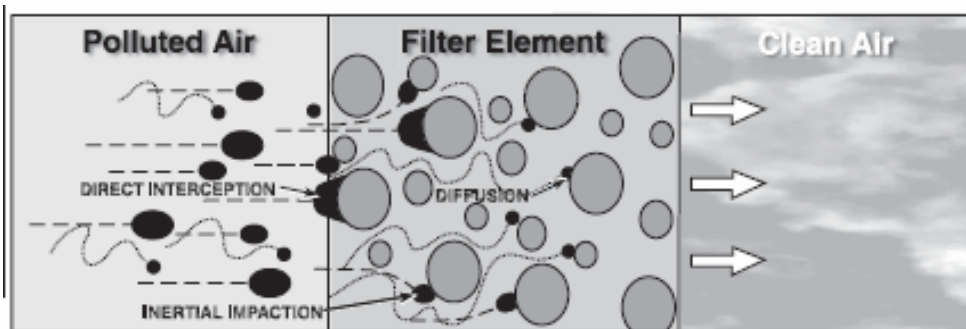
- دمای هوای ورودی خشک کن یا درایر کمتر است زیرا مقداری از دمای هوای فشرده به علت تماس پوسته مخزن با محیط پیرامونی کاهش می یابد.
- مقدار رطوبت یا آب ورودی به درایر یا خشک کن کمتر است زیرا فرم بخصوص مخزن و وجود تخلیه اتوماتیک باعث ریزش آب و نهایتاً خروج مقداری از رطوبت و آب از سیستم هوای فشرده می گردد.



مضرات:

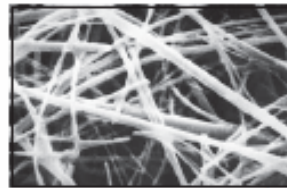
- وجود آب در مخزن هوای فشرده باعث زنگ زدگی مخزن و نیز تأثیر زنگ زدگی روی کیفیت هوای فشرده می گردد.
- در صورت نبودن مصرف، هوای فشرده ورودی به خشک کن فشار زیادی وارد می کند که اصطلاحاً به آن OVER.LOAD می گویند.
- ضمناً درجه رطوبت یا PRESS.DEW.POINT افزایش می یابد.
نتیجه: قراردادن درایر بعد از مخزن بهتر است زیرا اقتصادی تر و نیز از درایر کوچک تری استفاده می کنیم.

فیلترها



Coalescing Filters

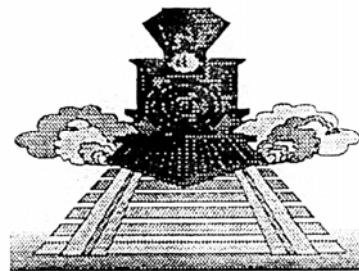
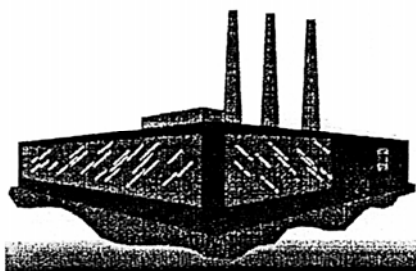
Essentially, coalescing filters (Type B, B1 and C) rely on what is known as mechanical filtration for their effectiveness. The main mechanisms of mechanical filtration are direct interception, inertial impaction and diffusion. Electrostatic attraction can have some bearing although the efficiency of Wilkerson coalescing filters is not dependent on this mechanism.



Above: Clean borosilicate microfiber seen at a magnification factor of 3900.
Right: The same filter material in a contaminated state at the same degree



When all mechanisms are combined and utilized by a deep bed of the correct type of filter material, removal of virtually all particles whether liquid



چرا ما نیاز به فیلتر کردن هوای فشرده داریم؟

جهت پاسخ به این سؤال بایستی بررسی نمود که هوای فشرده تولید شده توسط کمپرسور دارای چه موادی می‌باشد. هوای تولید شده توسط کمپرسور دارای مواد و مایعات زیر می‌باشد که این امر باعث خراب شدن قطعات کنترل‌کننده و عمل‌کننده می‌گردد.

۱- ۱۴۰ میلیون ذرات ریز در هر متر مکعب هوای فشرده.

۲- ۱۷ گرم آب در هر متر مکعب هوای فشرده.

۳- مقدار زیادی کربن‌های سوخته نشده و روغن.

چگونه بایستی از ورود این ذرات و مایعات به سیستم جلوگیری به عمل آورد تا از خراب شدن و توقف ماشین‌آلات تولیدی جلوگیری به عمل آورده شود.

با توجه به نوع تولید بایستی فیلتر مناسب با آن تولید در نظر گرفت، زیرا با نصب واحدهای مراقبت معمولی که دارای فیلترهای با ۴۰ میکرون می‌باشند مشاهده گردیده است که ۸۰ درصد ذرات از این فیلترها عبور می‌نماید، زیرا بیشتر ذرات به اندازه‌های ۲ میکرون و بزرگتر می‌باشند. در صنایعی مانند شیمیایی و داروسازی- صنایع غذایی بایستی حتماً از فیلترهایی که دارای ۱ میکرون و یا ۰/۰۱ میکرون می‌باشند استفاده نمود.

در کارخانجاتی که دارای رنگ کاری می‌باشند نیز بایستی از فیلترهای پایین‌تر مانند ۱ میکرون و یا ۰/۰۱ میکرون در قسمت مربوطه استفاده نمود، زیرا در غیر این صورت با ورود قطرات آب به رنگ بر روی سطح قطعه تولیدی ایجاد حباب‌هایی می‌گردد که پس از انجام عملیات حرارتی بر روی قطعه تولیدی به صورت جوش و یا ترک‌های موئی ملاحظه خواهد گردید، که این امر باعث پایین آمدن کیفیت قطعه تولیدی می‌گردد.

بایستی جهت جلوگیری از اشباع فیلترهای ۰/۰۱ ابتدا از فیلتر (با میکرون بالاتر) بزرگتر استفاده نمود و به ترتیب به فیلتراسیون ۰/۰۱ برسیم.

مسئله مهم دیگری که در فیلتراسیون بایستی در نظر گرفت بایستی بررسی نمائیم که چه مقدار هوای فشرده L/MIN مورد نیاز می‌باشد که سایز مناسب فیلتر را انتخاب نمائیم، زیرا در صورتی که سایز کوچک انتخاب نمائیم دبی ما کم گردیده و ماشین با مشکل کمبود مقدار هوا مواجه خواهد شد، اگر سایز بزرگ‌تر انتخاب نمائیم مبلغ بیشتری را بی‌جهت پرداخت خواهیم نمود.

نتایج حاصله از عملکرد سیستم‌ها با هوای فشرده‌ای که ناخالصی دارد

ناخالصی‌ها و آب موجود در هوای فشرده باعث اثرات مخرب روی سیستم‌های آماده‌سازی و انتقال و ذخیره هوای فشرده و نیز عمل‌کننده‌ها یا مصرف‌کننده‌های هوای فشرده می‌شود. ناخالصی‌ها با عبور از لوله‌کشی‌ها و عناصر مختلف سیستم‌های پنیوماتیکی با تماس سایشی باعث خرابی و فرسودگی سیستم‌ها می‌شوند و در بعضی موارد برای مثال صنایع تولید مواد غذایی و دارویی با اثر سوء بر روی محصول تولیدی برای سلامتی انسان‌ها مضر می‌باشند.

تأثیر ذرات جامد در هوای فشرده:

- فرسایش داخلی سیستم‌های پنیوماتیکی
- ذرات ناخالصی هوا بانضمام گردو غبار وارد شده درون سیستم هوای فشرده باعث فرسایش داخلی سیستم‌های پنیوماتیکی می‌شود و در صورتی که روغن کمپرسور با ناخالصی‌ها تشکیل فرم بخصوص خمیری شکل صمغ مانند دهد باعث اثرات مخرب روی عمل‌کننده‌ها و شیرهای پنیوماتیکی می‌گردد.
- ذرات ناخالصی هوا فشرده برای سلامتی نیز مضر هستند (بخصوص در صنایع دارویی، شیمیایی، غذایی)
- رسوبات علاوه بر اثر فرسایشی می‌توانند خرابی شیمیایی نیز در سیستم‌ها ایجاد نمایند.

تأثیر روغن در هوای فشرده

روغن‌های سوخته کمپرسور که ناشی از کارکرد کمپرسور می‌باشند و نیز وجود بخارات روغن‌های موجود در هوا در مناطق صنعتی که از ورودی کمپرسور وارد کمپرسور می‌گردند با تجمع درون لوله‌کشی‌ها و گذرگاه‌های داخل شیرها باعث کاهش قطر داخلی مسیرهای عبور هوای فشرده می‌گردند.
یکی از دلایل عمده استفاده از هوای فشرده بدون روغن OIL.FREE در صنایع دارویی و غذایی علاوه بر ایمنی در سلامتی، جلوگیری از خرابی دستگاه‌ها بر اثر رسوبات روغن درون سیستم انتقال و مصرف هوای فشرده می‌باشد.

تأثیر آب در هوای فشرده

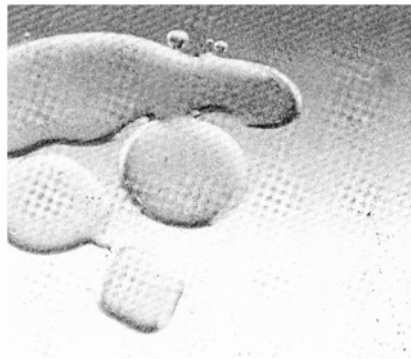
- باعث زنگ‌زدگی در سیستم‌ها می‌گردد علاوه بر اثر زنگ‌زدگی باعث خوردگی اتصالات و لوله‌کشی‌های فلزی و نهایتاً نشت هوای فشرده می‌گردد.
- وجود آب در سیستم‌های پینوماتیکی که روغن‌زن دارند باعث فاصله انداختن بین مولکول‌های روغن‌شده و در سیستم روانکاری اثر سوء برجا می‌گذارد.
- وجود آب باعث زنگ‌زدگی اتصالات یا کنتاکت‌های عناصر الکتریکی و الکتروپینوماتیکی می‌گردد.
- وجود رطوبت و آب در لوله‌کشی‌های هوای فشرده در سیستم‌هایی که در دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد کار می‌کنند باعث یخ‌زدگی و کاهش قطر لوله‌کشی و نهایتاً قطع جریان هوای فشرده می‌گردد.

ناخالصی‌های هوای فشرده عبارتند از:

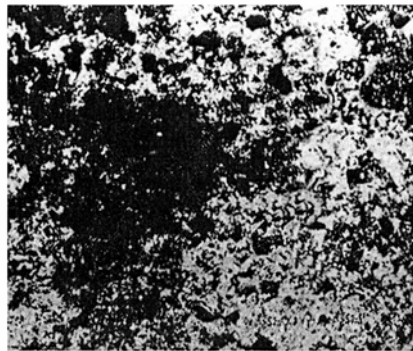
- (۱) آب در هوا به صورت ذرات بخار وجود دارد در طی خنک کردن هوای فشرده ذرات آب به صورت قطرات در هوای فشرده نمایان می‌شوند.



۲) ذرات روغن موجود در هوا همراه هوای کمپرس شده داخل سیستم هوای فشرده شده می‌شوند (این ذرات ناشی از کارکرد و احتراق موتورهای با سوخت فسیلی در هوا پخش می‌شوند)



۳) ذرات غبار و ناخالصی‌های هوا همواره در هوا وجود دارند که در هوای فشرده درصد زیادی از این ناخالصی‌ها موجود است.



فیلترهای هوای فشرده

استفاده از هوای فشرده در صنایع امروزی بسیار رایج و لازم می‌باشد و در مقایسه با موارد دیگر انتقال انرژی مزایای زیادی دارد و استفاده از آن رو گسترش می‌باشد. یکی از مشکلات هوای فشرده وجود آلودگی (آب، ذرات روغن کمپرسور، ذرات شناور در هوا، هیدروکربن و ...) در آن می‌باشد.

ذرات موجود در سیستم هوای فشرده ممکن است از سه منبع نتیجه شود. هوای اطراف کمپرسور، دستگاه کمپرسور و لوله‌کشی سیستم هوای فشرده. در محیط‌های شهری در شرایط نرمال در هوای اطراف حدود $180/000/000$ ذره در متر مکعب وجود دارد. ۸۰ درصد این ذرات کوچکتر از ۲ میکرون می‌باشند و فیلتر ورودی هوای کمپرسور قادر به گرفتن این ذرات نمی‌باشد. همچنین ذرات هیدروکربن و بخار موجود در هوا که به داخل کمپرسور مکش می‌شود.

در داخل کمپرسور ذراتی که به علت اصطکاک قطعات با یکدیگر به وجود می‌آیند و ذرات روغن نیز به هوای فشرده اضافه می‌شود.

مقدار روغن بستگی به نوع کمپرسور دارد. به طور متوسط از ۳ تا ۳۰ میلی‌گرم در متر مکعب ممکن است روغن در هوای فشرده خروجی از کمپرسور باشد.

هوای فشرده خروجی از کمپرسور معمولاً توسط افتر کولر (مبدل حرارتی آخری) خنک شده و مقداری از بخار موجود در هوا تبدیل به آب و تخلیه می‌گردد. با این حال در داخل سیستم لوله‌کشی مجدداً مقداری از بخار تبدیل به آب شده و باعث زنگ زدن داخل لوله‌ها می‌شود.

فیلترها یا تصفیه‌کننده‌های هوا: AIR.FILTER

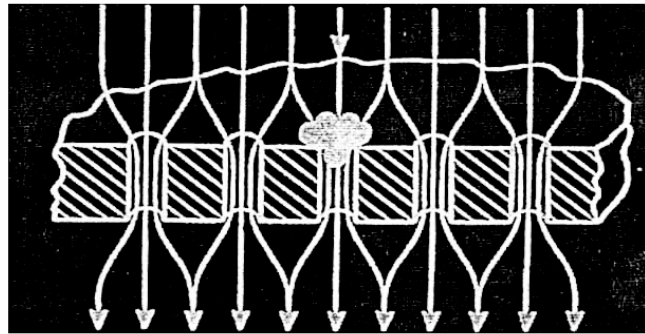
هوای اتمسفر دارای ناخالصی‌های مختلفی است که عبارتند از: بخار آب، ذرات و غبار، ذرات روغن معلق در هوا، گرده گیاهان و گل‌ها و غیره که در مناطق شهری و صنعتی ناخالصی‌ها و ذرات معلق در هوا بیشتر است. ذراتی نظیر روغن‌های سوخته حاصل از احتراق اتومبیل‌ها، ذرات معلق در هوا ناشی از ترمز اتومبیل‌ها (ذرات لنت‌های ترمز- ذرات لاستیک حاصل از ترمز) و در مناطقی که کارخانجات قرار دارند ذرات معلق در هوا نظیر رنگ‌ها، حلال‌ها، مواد شیمیایی، پودرهای سیمان، پودرهای غذایی و دارویی و ... نیز به ناخالصی‌های هوا اضافه می‌شوند.

اگر کمپرسور فیلتر یا صافی هوا نداشته باشد، ناخالصی‌های هوا وارد کمپرسور شده و علاوه بر اثر مخرب و سوء روی کمپرسور و متعلقات آن روی خطوط انباره (مخزن) و انتقال هوای فشرده نیز اثر مخرب می‌گذارد. و نهایتاً هوای فشرده که حاوی ناخالصی‌ها باشد روی دستگاه‌ها و سیستم‌هایی که با هوای فشرده کار می‌کنند نیز اثر مخرب می‌گذارد. لذا وجود فیلتراسیون جهت ورودی کمپرسور واجب است.

هوا قبل از ورود به کمپرسور توسط یکی از انواع فیلترها تصفیه می‌گردد. ضمناً وجود سیستم فیلتراسیون در خط خروجی هوای فشرده کمپرسور نیز واجب است زیرا در طی فرایند کاری کمپرسور مقداری روغن نیز به صورت سوخته که جهت روغن‌کاری کمپرسور استفاده می‌شود و رسوبات احتمالی مخازن و لوله‌کشی‌ها نیز در هوای فشرده تولید شده تجمع می‌کند.

فیلتراسیون سطحی

اساس فیلتراسیون



فیلترهای صنایع هوای فشرده کلاً به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند.

۱- فیلترهای هوای ورودی کمپرسور

۲- فیلترهای هوای فشرده خروجی از کمپرسور یا خط تولید هوای فشرده یا ورودی به سیستم‌های پنیوماتیک (خط مصرف) در صورتی که فیلتر هوای ورودی به کمپرسور از نوع مرغوب و استاندارد و مناسب سیستم باشد، علاوه بر افزایش عمر خود کمپرسور جهت

افزایش عمر مصرف‌کننده‌ها نیز مفید و مؤثر است، زیرا ناخالصی‌های هوای فشرده قبل از ورود به کمپرسور جدا می‌شود و سیستم تهیه و آماده‌سازی، ذخیره و انتقال هوای فشرده نیز آلوده نمی‌گردند.

فیلترهای ورودی هوا به کمپرسور به دو دسته فلزی و غیر فلزی تقسیم می‌شوند.

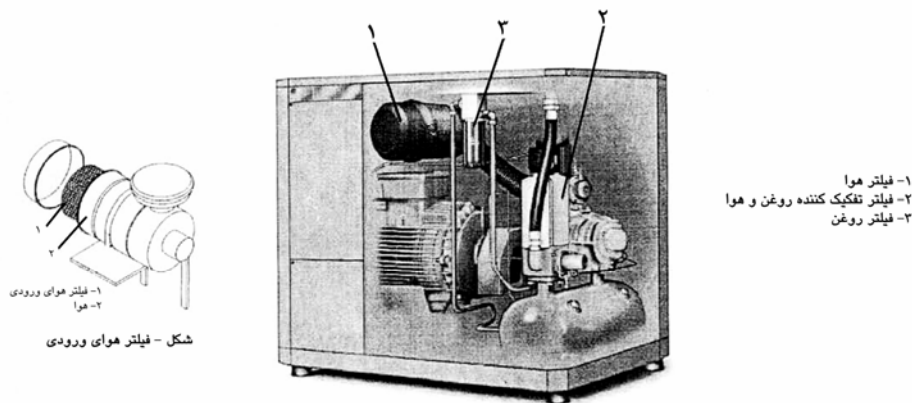
فیلترهای فلزی: این نوع فیلترها به صورت توری بافته شده فلزی می‌باشند و قدیمی هستند و امروزه کاربرد زیادی ندارند. به نسبت ساختار و نیاز با درجه بافت و دانه‌بندی یا خلل و فرج آنها متغیر است. توری‌های فلزی در دو نوع خشک و آغشته به روغن هستند. در نوع خشک توری در محفظه مخصوص جای دارد و در بازرسی‌های فنی زمانی که کمپرسور خاموش است از جای خود خارج و توسط هوای فشرده فیلتره شده بادگیری می‌گردد. و جهت سرویس نیز با مواد حلال شستشو و خشک‌شده و نهایتاً مجدد در جای خود نصب می‌گردد. فیلتر از نوع توری فلزی آغشته به روغن نیز به نسبت نوع مصرف و نیاز دارای بافت دانه‌بندی یا خلل و فرج مختلف است و این نوع فیلتر به روغن آغشته می‌باشد و در محفظه مخصوص خود قرار دارد. هوای ورودی به کمپرسور ضمن عبور از خلل و فرج این نوع فیلتر تصفیه می‌گردد. ضمناً مقداری از ذرات و ناخالصی‌های معلق در هوای ورودی به کمپرسور به روغن موجود در توری فلزی می‌چسبند. جهت سرویس این نوع فیلترها زمانی که کمپرسور خاموش است، فیلتر از محفظه خود خارج با حلال شسته شده خشک می‌گردد و مجدداً به روغن تمیز آغشته شده و در جای خود نصب می‌شود.

فیلترهای غیر فلزی: جهت ورودی کمپرسور از جنس‌های کاغذی سلولزی یا پارچه‌ای یا پلیمری ساخته می‌شود. نوع کاغذی کاربرد بیشتری دارد و یکبار مصرف می‌باشد و تقریباً مشابه فیلتر هواکش موتور اتومبیل‌ها است. از فیلترهای کاغذی در سائرها و فرم‌های مختلف استفاده می‌شود. در انواع کمپرسورهای پیستونی و پیچ از این نوع فیلتر استفاده وافر می‌گردد. از فیلترهای کاغذی مخصوص به صورت چند مرحله‌ای از درجه درشت تا ریزتر در ورودی توربو کمپرسورها استفاده می‌گردد.

فیلترهای غیرفلزی قابل شستشو نیستند. فقط در بازرسی‌های فنی با هوای فشرده فیلتره شده بادگیری (دمش هوا) می‌شوند. دمش هوا در جهت عکس ورودی هوا می‌باشد و در صورتی که فیلتر تغییر رنگ داده و مجراها پر شده باشد فیلتر تعویض می‌گردد.

یکی از مشکلات هوای فشرده وجود آلودگی (آب، ذرات روغن، ذرات غبار و ناخالصی‌ها و ...) در آن می‌باشد. تراکم هوا از طریق کمپرسور، میزان ذرات گرد و غبار موجود در هوا را

۸ برابر بیشتر می‌کند. ذرات موجود در سیستم هوای فشرده ممکن است از سه منبع نتیجه شود، هوای اطراف کمپرسور، دستگاه کمپرسور و لوله‌کشی سیستم هوای فشرده، در طی فرآیند کاری کمپرسور، ذرات (که به علت اصطکاک قطعات با یکدیگر به وجود می‌آیند) و همچنین مقداری روغن که بستگی به نوع کمپرسور دارد، هوای فشرده تولید شده را آلوده می‌کنند. ضمناً رسوبات احتمالی مخازن و لوله‌کشی‌ها نیز در آلوده کردن هوای فشرده سهیم هستند.



اگر کمپرسور فیلتر یا صافی نداشته باشد، ناخالصی‌های هوا وارد کمپرسور شده و باعث ایجاد اثرات مخرب روی کمپرسور، دستگاه‌ها و سیستم‌هایی که با هوای فشرده کار می‌کنند می‌شود. ضمناً با توجه به منابع ایجاد آلودگی که به آنها اشاره شد، وجود سیستم فیلتراسیون در خط خروجی هوای فشرده کمپرسور نیز ضروری است. خصوصاً در شهرها و کارخانجاتی که آلودگی هوا زیاد است، ذرات هیدروکربن موجود در هوا، وارد کمپرسور می‌شود.

توجه: استفاده از کمپرسورهای بدون روغن به این معنی نیست که حتماً هوای فشرده خروجی، بدون روغن می‌باشد.

در سیستم‌های مصرف‌کننده هوای فشرده که نیاز به هوای فوق‌العاده سالم و با درصد تصفیه بالا دارند نظیر صنایع دارویی، غذایی، شیمیایی و ... علاوه بر استفاده از فیلترهای فلزی و غیرفلزی در مراحل اولیه فیلتراسیون، در مراحل ثانویه از میکروفیلترها استفاده می‌شود.

فیلترها را برحسب درجه میکرون دسته‌بندی و شناسایی می‌کنند و با علامت μ نشان می‌دهند. ($1\mu = 10^{-6} \text{ m}$) یا یک میلی متر برابر ۱۰۰۰ میکرون است.

هوای فشرده خروجی از کمپرسور نیز باید تصفیه شود. همانگونه که قبلاً ذکر شد، فرآیند کاری کمپرسور و نیز رسوبات مخازن و لوله‌کشی‌ها نیز می‌تواند رسوباتی در هوای فشرده باقی بگذارد. فیلترهای خروجی از کمپرسور یا ورودی به مصرف‌کننده‌ها نیز به دو دسته فلزی و غیر فلزی تقسیم می‌شوند.

نوع فلزی این نوع فیلترها از جنس دانه‌های بسیار ریز فلزی که پرس شده است می‌باشد. فیلترهای فلزی معمولاً از جنس برنز می‌باشند، و به نام فیلتر زینتری خوانده می‌شود و دارای درجه‌بندی (خلل و فرج) مختلف هستند. معمولاً از المنت فیلتر یا سنگ فیلتر ۳۰ میکرونی در فیلتراسیون یک مرحله‌ای استفاده می‌شود ولی در مواردی که فیلتراسیون بهتر و راندمان بیشتری نیاز است از فیلترهای با مجاری ریز استفاده می‌گردد. در این صورت از چند فیلتر به صورت سری بهره می‌گیرند تا فیلترها سریعاً کثیف و پر نشوند. معمولاً از فیلتر با درجه خلل و فرج بزرگتر تا ریزتر را پشت سر هم به صورت سری در یک خط نصب می‌کنند. فیلترهای فلزی قابل شستشو با حلال و استفاده مجدد هستند.

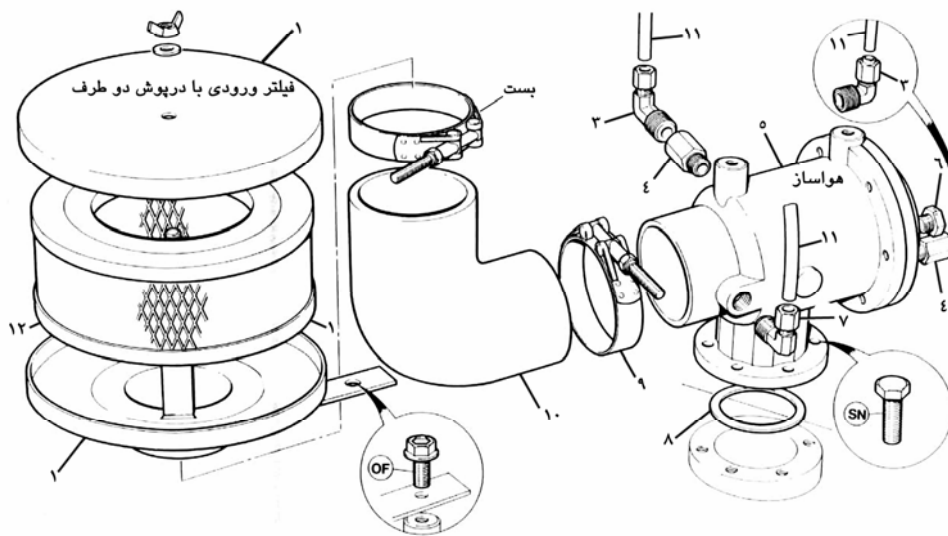
فیلترهای غیرفلزی از جنس پلی‌مرها- پلی‌یورتان- پلی‌آمید پلاستیک و ... هستند، قابل شستشو نمی‌باشند و تعویض می‌گردند. این نوع فیلترها نیز دارای درجه‌بندی (خلل و فرج) مختلف هستند. در سیستم‌های مصرف‌کننده هوای فشرده که نیاز به هوای فوق‌العاده سالم و با درصد تصفیه بالا هستند نظیر صنایع دارویی، غذایی، شیمیایی و ... علاوه بر استفاده از فیلترهای فلزی معمولی فلزی و غیرفلزی که به آنها اشاره شد در مراحل اولیه فیلتراسیون، در مراحل ثانویه از میکروفیلترها استفاده می‌کنند. میکروفیلترها معمولاً چند لایه و از جنس‌های سلولزی کاغذی پارچه‌ای و ترکیبی از کاغذ و پارچه می‌باشند، قابل شستشو نبوده و تعویض می‌گردند. (باید دستورالعمل مطالعه شود)

جهت جریان هوای فشرده در فیلترهای فلزی از خارج فیلتر به داخل آن است. لیکن در میکروفیلترها جهت جریان هوای فشرده از داخل فیلتر به خارج آن است.

روی بدنه اصلی یا Housing قرارگاه فیلتر علامت \rightarrow پیکان جهت جریان هوای فشرده را نشان می‌دهد و در فیلترهای مدرن روی بدنه عقربه نشان‌دهنده میزان تمیزی فیلتر نصب شده است. مادامی که عقربه روی رنگ سبز است، فیلتر سالم و زمانی که عقربه روی رنگ قرمز قرار گیرد فیلتر کثیف و مجراهای فیلتر در حال مسدود شدن هستند. ضمناً

روی بدنه فیلترهای مدرن پرشر سویچ قرار دارد که با گرفتگی المنت یا عامل فیلترکننده سیگنال الکتریکی ارسال می‌دارد تا P.L.C یا آلارم را آگاه سازد. در بعضی از کارخانجات مدرن خط فیلتراسیون جهت ایمنی و کارایی بیشتر به صورت دو خط موازی است تا در صورت گرفتگی یک خط، خط دیگری کار کند و خطی که فیلتر آن آلوده است سرویس شود و در هنگام سرویس توقفی در روند تولید بوجود نیاید.

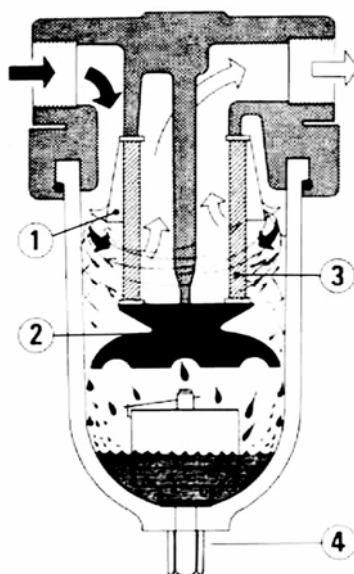
سیستم هوای ورودی به کمپرسور



نکات مهم جهت انتخاب فیلترها و سپریتورها:

- ۱- درصد فیلتراسیون و نوع فیلتر (نوع ذرات مایع و جامد یا ترکیبی است) مد نظر قرار گیرد.
- ۲- آیا نیاز به نشانگر عقربه نشاندهنده درصد گرفتگی فیلتر و نیز مقدار عبور جریان هوای فشرده می‌باشد یا خیر. Flowmeter Pressure Drop
- ۳- نوع تخلیه آب چگونه باشد (تخلیه آب دستی - تخلیه اتوماتیک)
- ۴- محاسبه مقدار جریان عبوری از فیلتر - سایز فیلتر - سایز اتصالات ورودی و خروجی مدنظر قرار گیرد.
- ۵- جهت راحتی سرویس و افزایش راندمان نصب دو فیلتر موازی پیشنهاد می‌گردد.
- ۱- عامل ایجاد چرخش هوا جهت جدا شدن ذرات آب

- ۲- عامل جلوگیری از بالا آمدن آب جمع شده در ته کاسه
 ۳- فیلتر فلزی زینتری جهت تصفیه هوای عبوری
 ۴- مجرای تخلیه آب جمع شده در کاسه آبگیر



انتخاب فیلتر

با انتخاب صحیح فیلتر می‌توان هوای فشرده با کیفیت لازم را تهیه کرد. بستگی به مشخصات هوای فشرده (مقدار مجاز ذرات، آب و ذرات روغن) مورد نیاز تعداد لازم فیلتر مناسب در مسیر هوای فشرده در نقاط لازم نصب کرد و همچنین ظرفیت هوای فشرده، حداکثر، حداقل و درجه حرارت هوای فشرده ورودی به فیلتر را در نظر داشت. محل نصب فیلتر بستگی به نوع لوله‌کشی، محل نصب کمپرسور، تجهیزات دیگر سیستم هوای فشرده و محل دستگاه‌های مصرف‌کننده دارد و باید سعی شود در سردترین محل و بعد از مخزن ذخیره نصب گردد. در ضمن حتماً کمپرسور دارای افترکولر (مبدل حرارتی آخری) باشد. در صورتی که برای گرفتن رطوبت موجود در هوای فشرده از خشک‌کن برودتی (REFRIGERATED) در سیستم استفاده می‌شود. بهتر است برای بالابردن عمر المنت، فیلترها بعد از خشک‌کن نصب شوند.

توجه: معمولاً تولیدکنندگان ظرفیت هوای فشرده فیلتر را در شرایط استاندارد فشار ۷ بار و درجه حرارت ۲۱ درجه سانتی‌گراد در کاتالوگ‌های فروش اعلام می‌نمایند و ظرفیت فیلتر باید در شرایط محل نصب محاسبه گردد.

در صورتی که فقط تعدادی از دستگاه‌های مصرف‌کننده نیاز به هوای فشرده با کیفیت مناسب یا بدون روغن دارند. فیلترها باید نزدیک به دستگاه مصرف‌کننده نصب گردند.

توجه: معمولاً تولیدکنندگان ظرفیت هوای فشرده فیلتر را در شرایط استاندارد فشار ۷ بار و درجه حرارت ۲۱ درجه سانتی‌گراد در کاتالوگ‌های فروش اعلام می‌نمایند و ظرفیت فیلتر باید در شرایط محل نصب محاسبه گردد.

در صورتی که فشار ورودی به فیلتر از ۷ بار کمتر گردد، ظرفیت فیلتر نیز به همان نسبت کم می‌گردد.

عمر المنت فیلترها بستگی به درجه حرارت هوای فشرده و کیفیت آن دارد و در بعضی از فیلترها توسط شاخصی که معمولاً روی فیلتر نصب می‌گردد، زمان تعویض مشخص می‌گردد. و افت فشار تعیین‌کننده عمر المنت فیلتر می‌باشد.

افت فشار خشک: که معمولاً باید حداکثر حدود $1/5 \text{ PSI}$ باشد و در زمانی است که المنت نو و تازه عوض شده باشد.

چند نکته در مورد فیلترها

فیلترها را برحسب درجه میکرون دسته‌بندی و شناسایی می‌کنند و با علامت (u) نشان می‌دهند. یک میلیون متر را میکرون می‌نامند.

$$1u = \text{یک میکرون}$$

معمولاً در سیستم‌ها از فیلترهای ۶۰ میکرونی - ۴۰ میکرونی و ۵ میکرونی زیاد استفاده می‌شود.

گلبول قرمز خون ۸ میکرون و گلبول سفید ۲۵ میکرون است. ذرات زیر ۴۰ میکرون با چشم غیر مسلح دیده نمی‌شوند فقط توسط میکروسکوپ قابل دید می‌گردند. درجه فیلتراسیون به نوع سیستم، درجه حرارت کاری، مقدار فشار و غیره بستگی دارد. در صورتی که نیاز به فیلتراسیون بالا باشد هوای فشرده را از چند فیلتر پشت سر هم با درجه‌های

متفاوت عبور می‌دهیم در فیلتر ابتدایی ذرات درشت‌تر و در انتهای ذرات ریزتر جدا می‌گردند تا فیلتر با درجه ریزتر پر شود.

— ۲۰ میکرونی → ۵۰ میکرونی → فیلتر ۱۰۰ میکرونی

ورودی هوای فشرده

در هنگام طراحی سیستم معمولاً درجه میکرونی فیلتر و نیز تعداد فیلترها را مورد توجه قرار می‌دهند. قابل ذکر است که فیلتر مقداری از فشار هوا را می‌کاهد.

روی بدنه مخازن فیلتر علامت پیکان (→) جهت ورودی و خروجی را مشخص می‌سازد.

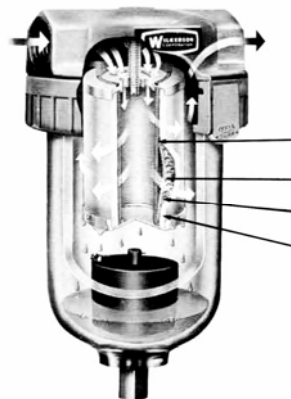
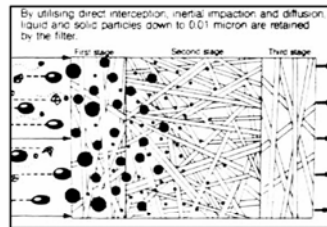
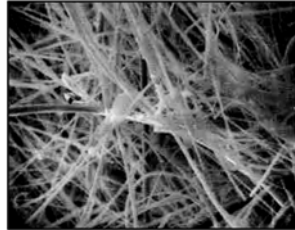
در صورتی که فیلتر عکس نصب شود یعنی از خروجی به ورودی هوا وارد شود علامت بر صدمه داخلی به مخزن یا نگه‌دارنده خود فیلتر نیز معیوب و نیز آلوده می‌گردد.



عامل اصلی فیلتر کننده که در پوسته قرار می‌گیرد

میکروفیلتر در سایزهای مختلف

افت فشارتر: معمولاً باید دو برابر افت فشار خشک و ۳ PSI باشد و بسیار مهم است. بعد از اینکه المنت جدید در فیلتر قرار داده شد در مدت زمان کوتاهی حدود چند ساعت سریعاً افت فشار زیاد می‌شود و سپس ثابت می‌گردد که افت فشارتر نامیده می‌شود.



نمای داخلی یک میکروفیلتر و مسیر عبور هوای فشرده و نحوه جدا شدن قطرات آب

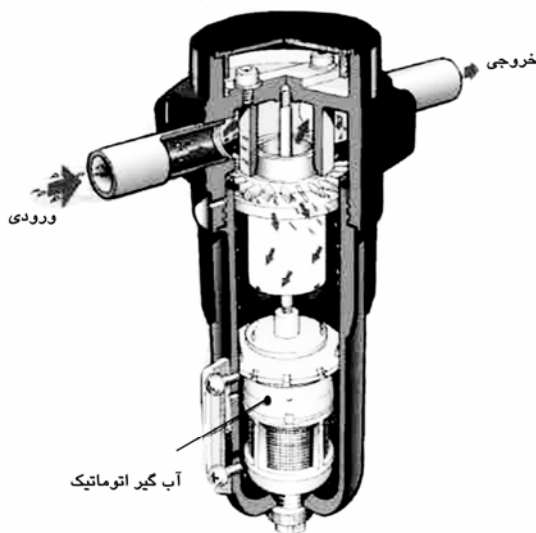
نوعی از فیلترهای هوای فشرده:

این نوع فیلتر آبنگیر ذرات جامد ریز خارجی موجود در هوای فشرده را جدا می‌سازد ساختمان ساده و مفید آن بصورتی است که برای بارها و نیز چندین سال قابل سرویس و تعمیر می‌باشد. حلقه پیچی دور قمقمه یا کاسه آب به راحتی باز و بسته می‌شود تا مکانیک جهت نظافت قطعات داخلی و کاسه آبنگیر اقدام نماید.

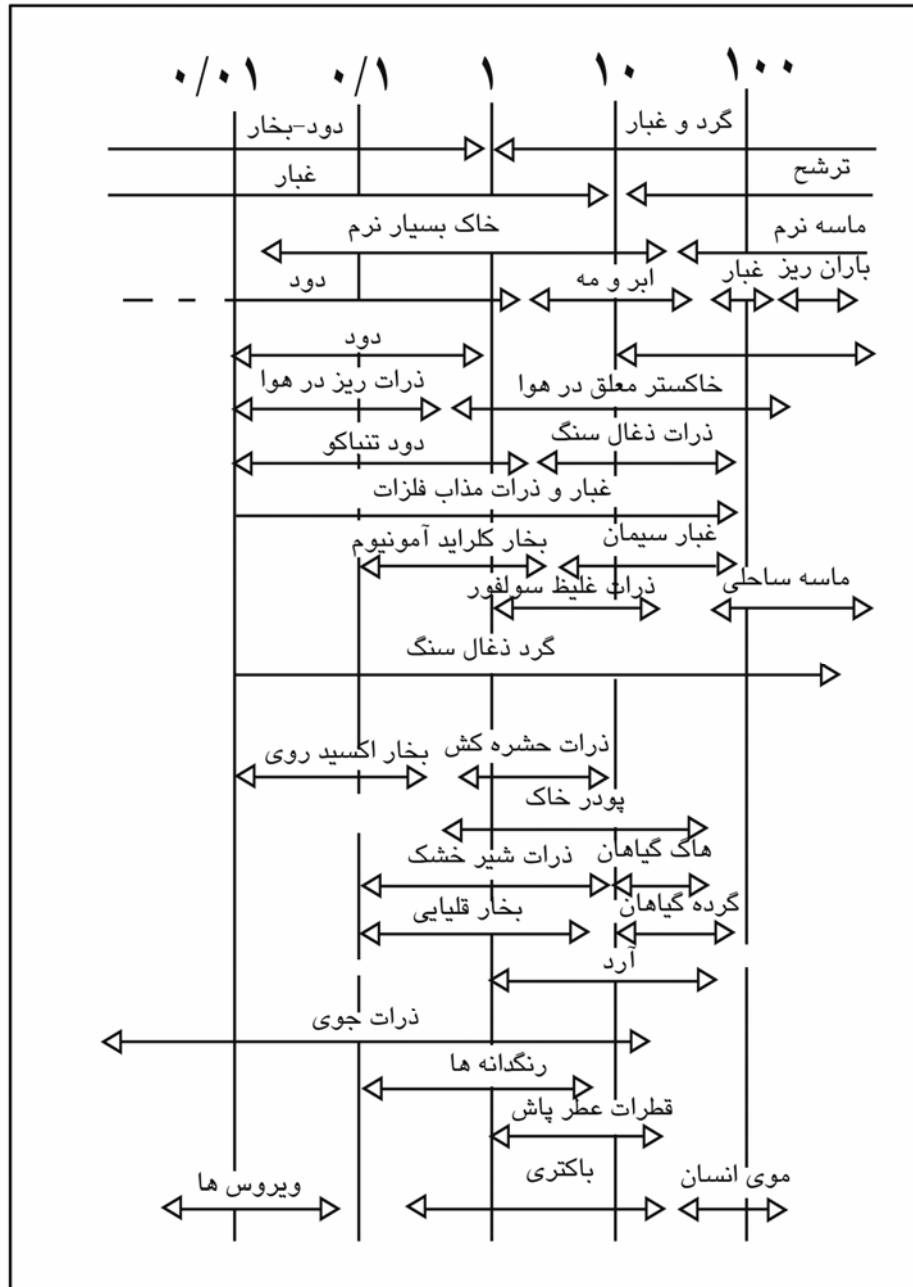
جنس سنگ فیلتر معمولاً از جنس زینتر- برنز است و بنا به نیاز هر سیستم درجه یا سوراخ‌های ریز خلل و فرج آن انتخاب می‌گردد. گاهی جهت فیلتراسیون هوای فشرده از چند فیلتر پشت سر هم استفاده می‌شود یعنی در ابتدا هوای فشرده وارد یک فیلتر با درجه بالا می‌شود بعد درجه کمتر و الی آخر. چون در صورتی که یکبار از فیلتر با درجه بسیار بالا استفاده شود فیلتر سریعاً پر می‌شود. بازرسی روزانه فیلتر در کارخانجات دارای سیستم پنوماتیک ضروری است و هر روزه آب جمع شده در کاسه از طریق شیر آن تخلیه می‌گردد. در بعضی موارد کاسه آبگیر فیلتر دارای تخلیه آب اتوماتیک است و با تجمع آب تا حد معینی آب اتوماتیک تخلیه می‌گردد. جهت نظافت کاسه‌های آبگیر که معمولاً از مواد پلاستیک شفاف می‌باشد نباید از تینر و بنزین و حلال‌های پیران که سریعاً تبخیر می‌شود استفاده نمود زیرا باعث شکستن کاسه آبگیر می‌شوند، فقط باید از آب گرم و مواد شوینده استفاده کرد. سنگ یا عامل فیلترکننده یا با حلال‌های نظیر تینر و بنزین تمیز می‌گردند و یا در صورت تجمع جرم زیاد در سنگ و قابل شستشو نبودن تعویض می‌گردند. بعضی از فیلترهای مدرن دارای یک درجه نشان دهنده هستند که درصد پاکیزگی یا گرفتگی عامل فیلترکننده را نشان می‌دهند.

قابل ذکر است بعد از کمپرس کردن هوا در کمپرسورخانه کارخانجات ضمن عبور هوا از

داخل مخزن و لوله‌کشی‌ها احتمال وجود ذرات و براده‌های داخل مخزن و لوله‌کشی و نیز زنگ‌زدگی وجود دارد، لذا وجود اینگونه فیلترها که شرح داده شد علاوه بر فیلتراسیون داخل کمپرسورخانه در ورودی سیستم پنوماتیک ضروری است.



نمای داخلی یک فیلتر آب گیر



نمودار - ابعاد ذرات برحسب میکرون

کاربرد هوای فشرده با درجه درشتی ناخالصی‌ها

تجهیزات	برداشتن ذرات
وسایل سنگین ساختمان و راهسازی	بزرگتر از ۴۰ میکرون
ابزارهای صنعتی و کارگاهی	بزرگتر از ۴ میکرون
ابزارهای با سرعت بالا و دقت زیاد	بزرگتر از ۵ میکرون
هوای آلات دقیق و دمش جهت برینگ‌ها	بزرگتر از ۱ میکرون

با انتخاب صحیح فیلتر می‌توان هوای فشرده با کیفیت لازم را تهیه کرد. براساس برخی مشخصات اعم از: مقدار مجاز روغن، ظرفیت و دمای (حداقل و حداکثر) هوای فشرده ورودی به فیلتر می‌توان فیلتر (فیلترهای) مناسب را تعیین کرد. محل نصب فیلتر بستگی به نوع لوله‌کشی، محل نصب کمپرسور، تجهیزات دیگر سیستم هوای فشرده و محل دستگاه‌های مصرف‌کننده دارد و باید سعی شود در سردترین محل و بعد از مخزن ذخیره هوا نصب گردد.

توجه:

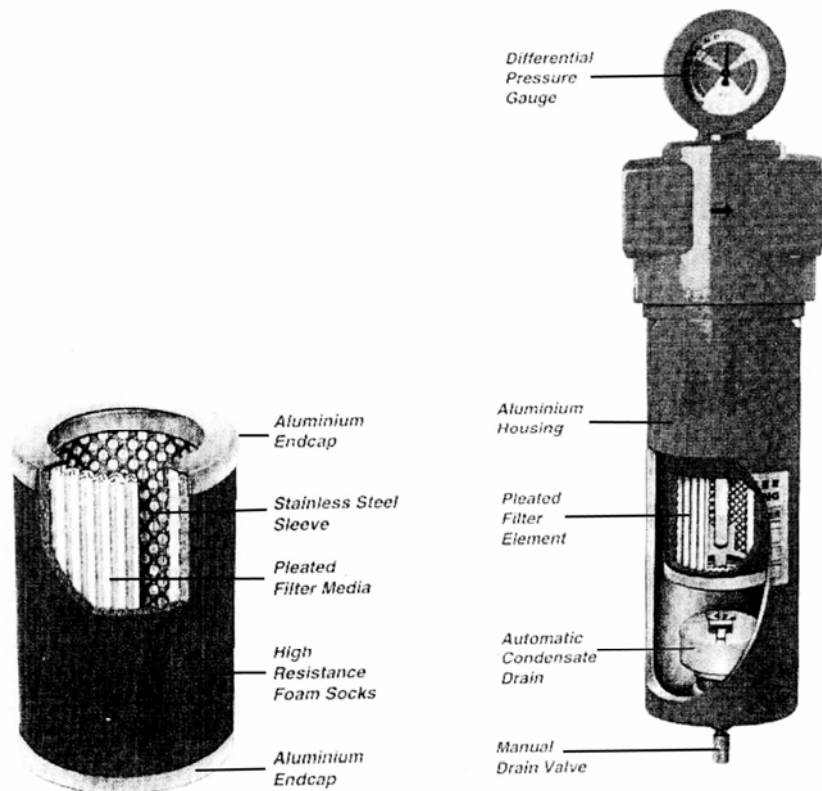
معمولاً تولیدکنندگان فیلتر، ظرفیت فشرده فیلتر را در شرایط استاندارد فشار 7 bar و درجه حرارت 21^{0c} در کاتالوگ‌های فروش اعلام می‌نمایند. به همین خاطر جدولی با عنوان «ضریب تصحیح برای فشارهای کاری مختلف» در این کاتالوگ‌ها آورده می‌شود تا بتوان ظرفیت فیلتر را در شرایط محل نصب محاسبه کرد. در صورتی که فشار هوای ورودی به فیلتر از 7 bar کمتر گردد، ظرفیت فیلتر نیز کم می‌شود.

Pressure (فشار)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Factor (ضریب)	0.25	0.38	0.5	0.65	0.75	0.88	1.0	1.13	1.25	1.38	1.5	1.63	1.75	1.88	2.0	2.13

جدول - ضریب تصحیح ظرفیت برای فشارهای کاری مختلف

درجه فیلتراسیون به نوع سیستم، درجه حرارت کاری، مقدار فشار و ... بستگی دارد. در صورتی که نیاز به فیلتراسیون بالا باشد هوای فشرده را از چند فیلتر پشت سرهم (به

صورت سری در یک خط) با درجه‌های مختلف، معمولاً از فیلتر با درجه خلل و فرج بزرگتر تا ریزتر، عبور می‌دهیم تا فیلتر با درجه ریزتر دیرتر پر شود. جهت جریان هوای فشرده در فیلترهای فلزی از خارج فیلتر به داخل آن است، لیکن در میکروفیلترها جهت جریان هوای فشرده از داخل فیلتر به خارج آن است. در فیلترهای مدرن، روی بدنه، عقربه نشان‌دهنده میزان تمیزی فیلتر نصب شده است. مادامی که عقربه روی رنگ سبز است، فیلتر تمیز و زمانی که عقربه روی رنگ قرمز قرار گیرد فیلتر کثیف و مجراهای فیلتر در حال مسدود شدن هستند. ضمناً روی بدنه فیلترهای مدرن، سوئیچ فشار قرار دارد که با گرفتگی المنت (عامل فیلتر کننده)، سیگنال الکتریکی ارسال می‌کند تا PLC یا آلام را آگاه سازد.



شکل - المنت فیلتر

شکل - فیلتر

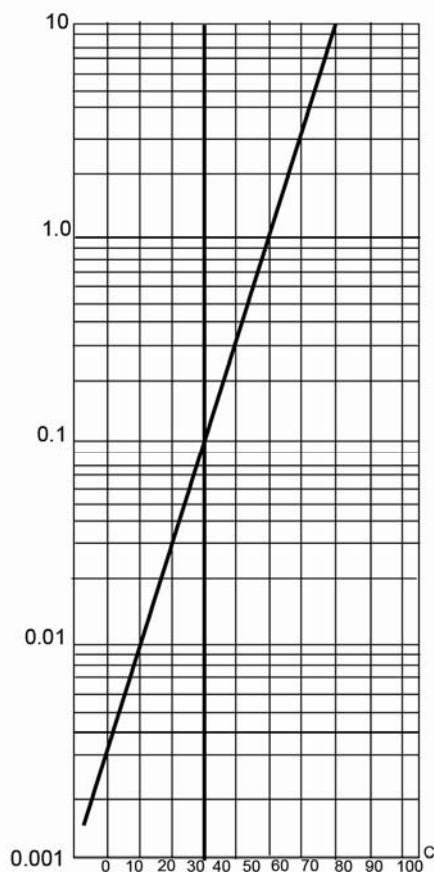
در صورتی که برای گرفتن رطوبت موجود در هوای فشرده از خشک‌کن برودتی (Refrigerated Dryer) در سیستم استفاده شود، بهتر است برای بالا بردن عمر المنت، فیلترها بعد از خشک‌کن نصب شوند. در صورتی که فقط تعدادی از دستگاه‌های مصرف‌کننده نیاز به هوای فشرده با کیفیت مناسب یا بدون روغن دارند، فیلترها باید نزدیک به دستگاه مصرف‌کننده، نصب گردند. عمر المنت فیلترها بستگی به درجه حرارت هوای فشرده و کیفیت آن دارد که افت فشار ایجاد شده در هوای فشرده عبوری از فیلتر، زمان تعویض این المنت کثیف را تعیین می‌کند. مقدار روغن، تأثیری در عمر المنت ندارد و ذرات جامد می‌باشند که باعث مسدود شدن المنت و زیاد شدن افت فشار می‌شوند.

افت فشار خشک: که معمولا باید

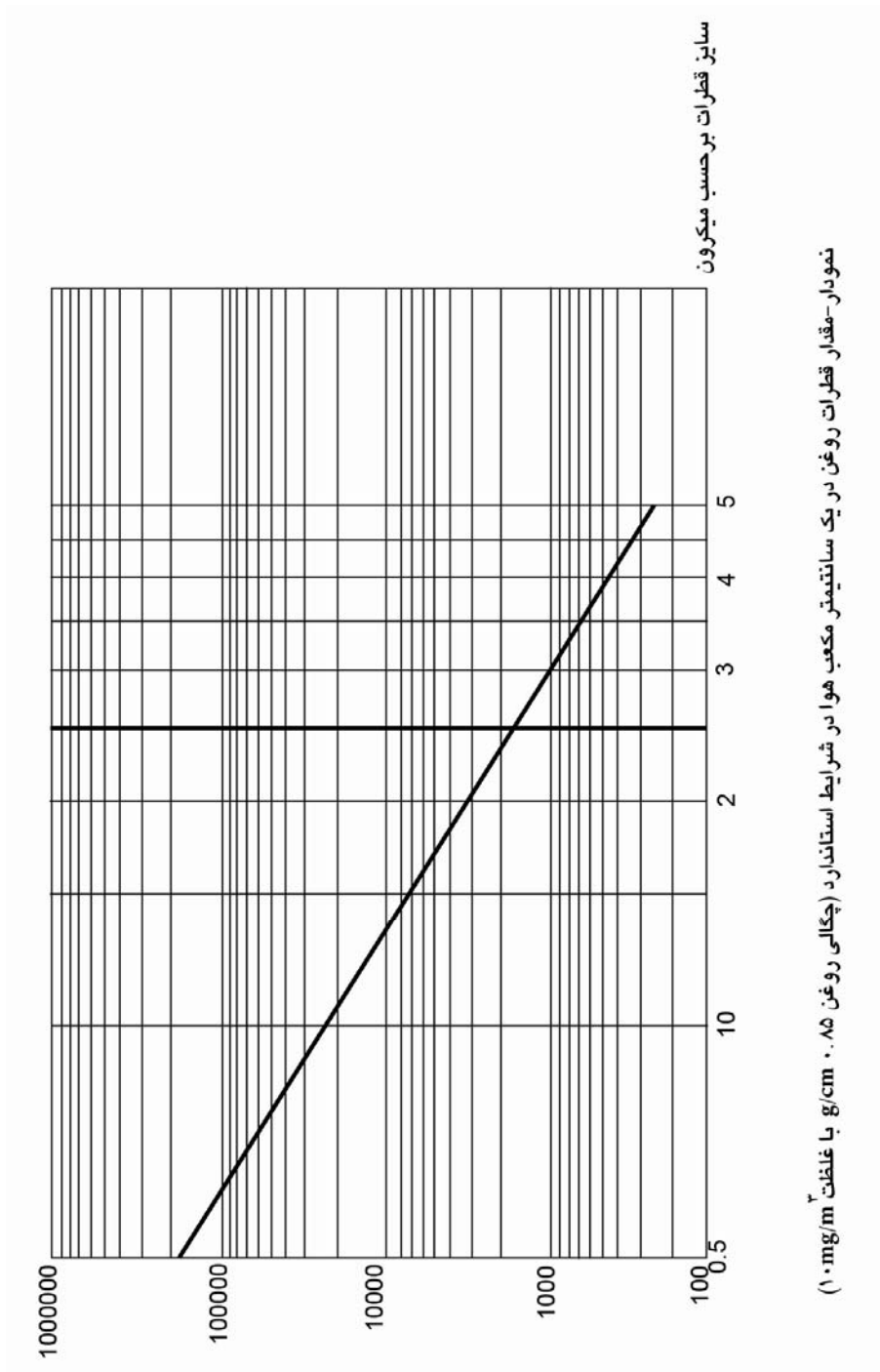
حداکثر 1.5 PSI باشد و در زمانی است که المنت نو و یا تازه عوض شده باشد.

افت فشار تر: معمولا باید دو برابر

افت فشار خشک، 3 PSI باشد، بعد از اینکه المنت جدید در فیلتر قرار داده شد در مدت کوتاهی (حدود چند ساعت) سریعاً افت فشار زیاد می‌شود و سپس ثابت می‌گردد، که افت فشار تر نامیده می‌شود.

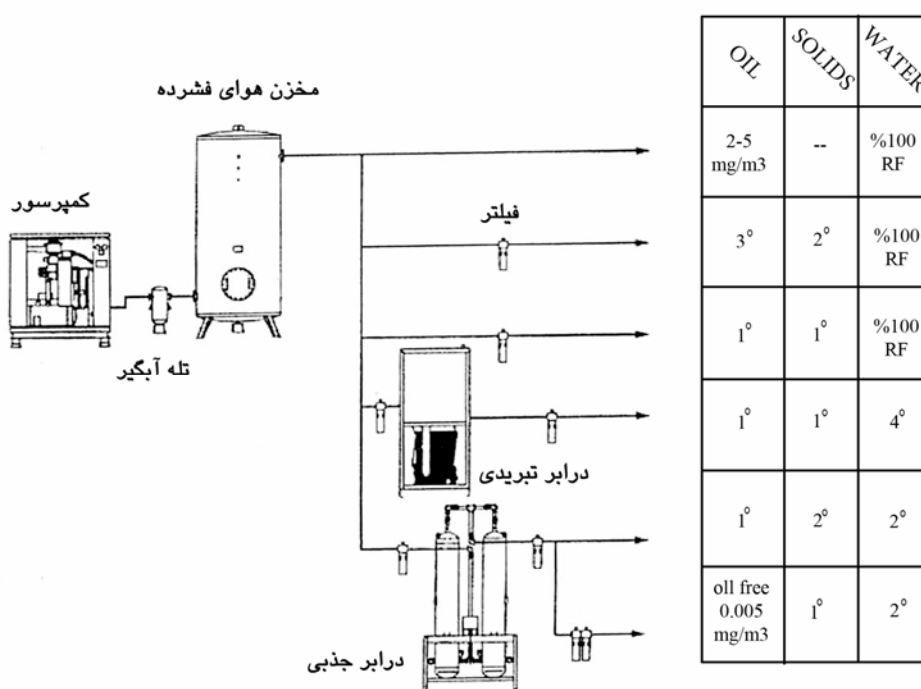


نمودار - میزان بخارات روغن‌های معدنی نسبت به دما








































جدول - درجه بندی کیفیت هوای فشرده براساس استاندارد DIN ISO 8573.1:

کلاس کیفیت	سایز ذرات گرد و غبار (برحسب میکرون)	نقطه شبنم آب در فشار نسبی 7bar (ppm.vol)	مقدار روغن و بخارات (برحسب mg/m^3)
1	0.1	-70 (0.3)	0.01
2	1	-40 (16)	0.1
3	5	-20 (128)	1
4	15	+3 (940)	5
5	40	+7 (1240)	25
6	-	+10 (1500)	-

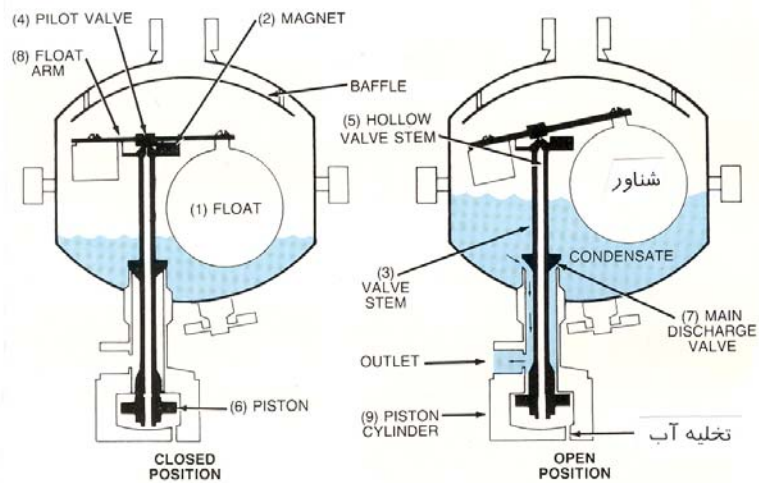


شکل -ارتباط بین چیدمان تجهیزات با کیفیت هوای فشرده تولیدی

Area of application of compressed air	Quality classes DIN ISO 8573-1			Compressor	Dust separator *)	Prefilter	Refrigeration dryer	Microfilter	Membrane dryer	Adsorption dryer	prefilter	Active carbon filter	Active carbon absorber	Sterile filter	
	Oil	Particle	Water												
General air Blowing air	—	—	—	BOGE screw and piston compressors											
Sand blasting Simple varnishing work	—	3	—												
General works air Conveyance air Simple spray painting Sandblasting with higher quality requirements	5	3	4												
Pneumatic tools Control air Process control eqpt. Spray painting Conditioning Fluid elements	1	1	4												
Dental laboratories Photo laboratories	1	1	4												
Breathing air Instrument air Pneumatics Spray painting with higher quality requirements Surface treatment	1	1	1-3												
Medical equipment Conveyance air with higher quality requirements Food and luxury food industry	1	1	3-4												
Breweries Dairies Pharmaceuticals industry	1	1	1-3												

*) The dust separator is not required under certain circumstances.
The quality classes are explained on page 5.12.

تخلیه آب WATER. TRAP



نمای داخلی تخلیه اتوماتیک آب
حالت بسته

نمای خارجی تخلیه اتوماتیک آب
حالت باز

جهت تخلیه آب از مخازن هوای فشرده و مخازن خنک‌کننده‌های هوای فشرده و خشک‌کن‌ها یا DRYER,S از سه طریق استفاده می‌گردد.

۱- تخلیه آب از طریق شیرهای تحریک دست که از نوع توپی یا BALL.TYPE هستند این نوع شیرها که معمولاً به عنوان شیر گازی نیز در صنایع معمولی معروف هستند به علت آب‌بندی خوب و نیز ساختمان داخلی استیل (ضد زنگ هستند) و با کوچکترین تحریک دست عمل می‌کنند (کسری از یک چرخش کامل اهرم) لذا در پایین‌ترین نقاط مخازن و لوله‌کشی‌های هوای فشرده از این نوع شیر استفاده می‌گردد و بایستی این نوع شیر به تناوب توسط افراد مسئول تحریک گردیده تا آب تخلیه شود در صورت فراموشی افراد مسئول مخازن پر از آب می‌گردد و کارکرد سیستم مشکل و در بعضی موارد نیز مانند پر شدن مخازن هوای فشرده از آب باعث می‌گردد که کمپرسور تحت فشار قرار گیرد و به دفعات بیشتر خاموش و روشن شود و الکتروموتور مربوطه در معرض خطر سوختن قرار گیرد ضمناً هوای فشرده دارای آب باعث نقص سیستم‌های مصرف‌کننده گردیده و محصول تولیدی نیز کیفیت خود را از دست می‌دهد.

۲- تخلیه آب از طریق شیرهای قطع و وصل از نوع برقی که جریان برق را تایمر برقی کنترل می‌کند و به نسبت مدت زمان تنظیم شده توسط اپراتور و مسئول سیستم تایمر برقی به فواصل مشخص و در مدت زمان محدود چند ثانیه‌ای باعث عملکرد شیر برقی و تخلیه آب از سیستم می‌گردد در صورت قطع جریان برق یا نقص سیستم الکتریکی و یا سوختن بویین شیر برقی این سیستم نیز تخلیه آب را متوقف می‌سازد.

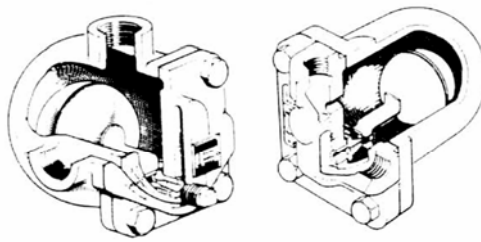
AUTO.DRAIN

۳- تخلیه آب اتوماتیک که بهترین تخلیه آب از مخازن هوای فشرده است ساده‌ترین نوع تخلیه اتوماتیک از نوع ساختمان مکانیکی دارای شناور است که با تجمع آب در آن شناور بالا آمده و راه خروج آب را باز می‌نماید با تخلیه آب، فشار هوای داخل مخزن و وزن شناور مجرا را مسدود می‌سازد.

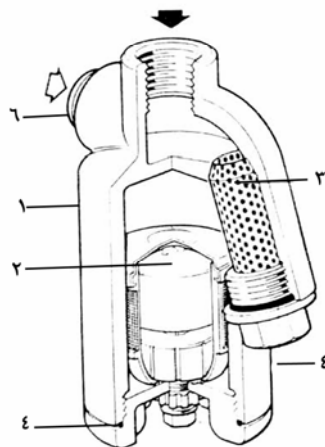
نوع دیگر تخلیه اتوماتیک استفاده از سنسورهای حسگر است که در صورت تجمع آب در مخزن تخلیه اتوماتیک توسط سنسور یا حسگر آب تشخیص داده می‌شود سیگنال ارسالی از سنسور برقی به بویین شیر برقی باعث عملکرد آن گردیده و راه خروج آب باز می‌شود با تخلیه آب و قطع سیگنال از سنسور جریان برق نیز از بویین شیر قطع و مجرای خروج آب مسدود می‌گردد این نوع تخلیه آب نیز با قطع جریان برق قادر به تخلیه آب نیست.

آب تخلیه شده از مخازن بدلیل وجود ناخالصی‌های هوای فشرده اعم از روغن سوخته کمپرسور ذرات معلق در هوا، مواد روغنی و شیمیایی موجود در هوا بخصوص در نقاط صنعتی که کمپرسور نصب است و از طریق مجرای مکش وارد کمپرسور می‌گردد وارد مخازن هوای فشرده می‌گردد ناخالصی‌های مذکور در آب حل شده در پایین‌ترین نقطه مخزن تجمع می‌کند لذا تخلیه آب به هر طریقی باشد باعث نفوذ مواد حل شده در سفره‌های زیرزمینی می‌نماید و آلودگی ایجاد شده بعثت اثر در آب آشامیدنی برای سلامتی مضر است لذا آب تخلیه شده از مخازن طبق استانداردهای بین‌المللی بایستی تصفیه گردیده سپس تخلیه گردد لذا وجود فیلترهای مخصوص در خروجی تخلیه آب الزامی است. انواع آبگیرهای اتوماتیک جهت خارج کردن آب از لوله‌کشی یا سیستم هوای فشرده قابل نصب در نقاط مختلف شبکه لوله‌کشی هوای فشرده.

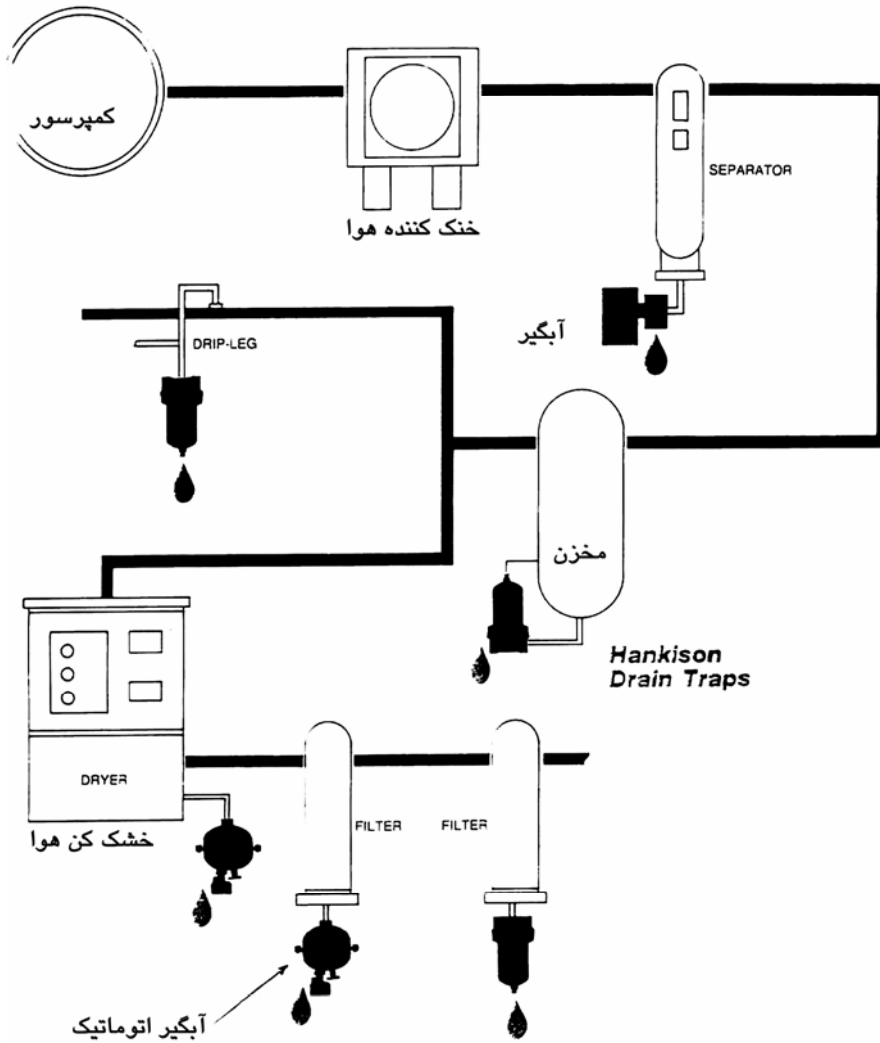
تخلیه آب از نوع شناور تویی



تخلیه آب اتوماتیک اسپیرکس



نمونه ای از کاربرد آبگیر اتوماتیک در سیستم تهیه هوای فشرده

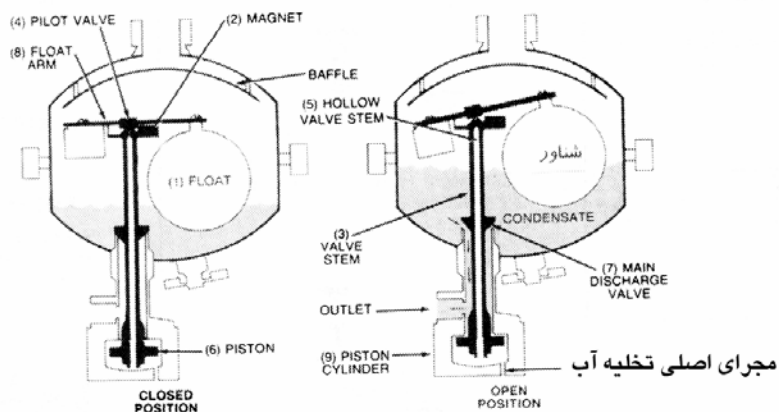
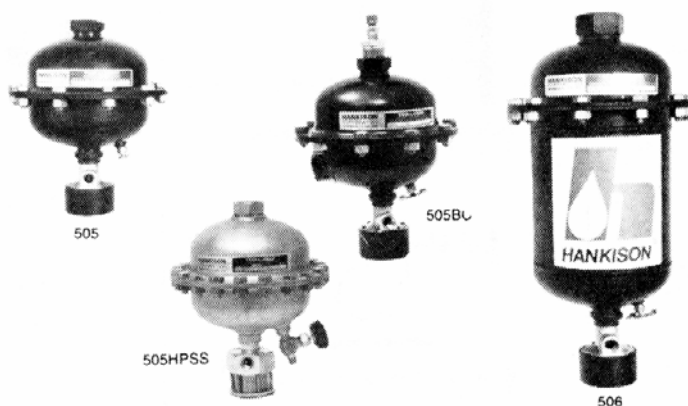


تخلیه اتومات (واتر تراپ)

از واتر تراپ و معمولا به جای شیر دستی برای تخلیه آب به صورت اتوماتیک استفاده می گردد. و در زیر مخازن، سپریتور و در انتهای لوله هایی که در آنها امکان وجود آب باشد

نصب می‌گردد. با بالا آمدن سطح آب در داخل تراپ فلوتر به طرف بالا حرکت کرده و مسیر خروجی آب باز شده و آب تخلیه می‌گردد.

انواع آبگیرهای اتوماتیک جهت خارج کردن آب از لوله‌کشی یا سیستم هوای فشرده قابل نصب در نقاط مختلف شبکه لوله‌کشی هوای فشرده



نمای خارجی تخلیه اتوماتیک آب
حالت بسته

نمای خارجی تخلیه اتوماتیک آب
حالت باز

نتایج حاصله از عملکرد سیستم‌ها با هوای فشرده‌ای که ناخالصی دارد ناخالصی‌ها و آب موجود در هوای فشرده باعث اثرات مخرب روی سیستم‌های آماده‌سازی و انتقال و ذخیره هوای فشرده و نیز عمل‌کننده‌ها یا مصرف‌کننده‌های هوای

فشرده می‌شود. ناخالصی‌ها با عبور از لوله‌کشی‌ها و عناصر مختلف سیستم‌های پینوماتیکی با تماس سایشی باعث خرابی و فرسودگی سیستم‌ها می‌شوند و در بعضی موارد برای مثال صنایع تولید مواد غذایی و دارویی با اثر سوء بر روی محصول تولیدی برای سلامتی انسان‌ها مضر می‌باشند.

تأثیر ذرات جامد در هوای فشرده:

- فرسایش داخلی سیستم‌های پینوماتیکی
- ذرات ناخالصی هوا با نضام گرد و غبار وارد شده درون سیستم هوای فشرده باعث فرسایش داخلی سیستم‌های پینوماتیکی می‌شود و در صورتی که روغن کمپرسور یا گریس با ناخالصی‌ها تشکیل فرم بخصوص خمیری شکل صمغ مانند می‌دهد و باعث اثرات مخرب روی عمل‌کننده‌ها و شیرهای پینوماتیکی می‌گردد.
- ذرات ناخالصی هوا فشرده برای سلامتی نیز مضر هستند (بخصوص در صنایع دارویی، شیمیایی، غذایی)
- رسوبات علاوه بر اثر فرسایشی می‌توانند خرابی شیمیایی نیز در سیستم‌ها ایجاد نمایند.

تأثیر روغن در هوای فشرده

- روغن‌های سوخته و کمپرسور که ناشی از کارکرد کمپرسور می‌باشند و نیز وجود بخارات روغنی‌های موجود در هوا در مناطق صنعتی که از ورودی کمپرسور وارد کمپرسور می‌گردند با تجمع درون لوله‌کشی‌ها و گذرگاه‌های داخل شیرها باعث کاهش قطر داخلی مسی‌های عبور هوای فشرده می‌گردند.
- یکی از دلایل عمده استفاده از هوای فشرده بدون روغن OIL.FREE در صنایع دارویی و غذایی علاوه بر ایمنی در سلامتی جلوگیری از خرابی دستگاه‌ها بر اثر رسوبات روغن درون سیستم انتقال و مصرف هوای فشرده می‌باشد.

تأثیر آب در هوای فشرده

- باعث زنگ‌زدگی در سیستم‌ها می‌گردد علاوه بر اثر زنگ‌زدگی باعث خوردگی اتصالات و لوله‌کشی‌های فلزی و نهایتاً نشت هوای فشرده می‌گردد.

نصب کمپرسور

(COMPRESSOR INSTALIATION)

کمپرسور خانه



جهت نصب هر کمپرسور بایستی در صورتی که کمپرسور ثابت است برای آن فونداسیون مناسب و طبق دستورالعمل کارخانه سازنده ساخته شود. معمولاً بهترین فونداسیون یا پایه از جنس بتون مسلح و نیز استفاده از Shock Mount یا ضربه گیر لاستیکی مخصوص زیر پایه‌های کمپرسور است.

هر دو نوع کمپرسور چه ثابت چه متحرک بایستی قبل از شروع به کار به صورت طولی و عرضی تراز شوند تا در حد امکان از لرزش آنها کاسته شود.

فونداسیون جهت کمپرسورهای ثابت بایستی در حد امکان تراز و غیرقابل لرزش باشد کمپرسور در یک کارخانه یا محیط صنعتی بایستی در جایی نصب شود که بتواند از هوای تمیز، خشک و خنک بهره گیرد. چون کمپرسور یک ماشین صدادار است و صدا جهت پرسنل می‌تواند مضر باشد لذا باید در جایی نصب شود تا در حد امکان پرسنل کارخانه از صدا در امان باشند.

کمپرسور باید در کمپرسورخانه به گونه‌ای نصب شود که تا حد امکان هوای کافی به ورودی آن برسد در ضمن هوای آلوده و چرب نیز می‌تواند علاوه بر اثرات زیان بار روی کمپرسور روی کیفیت هوای فشرده خروجی از کمپرسور اثر نامطلوب بگذارد. بایستی از فیلتر جهت ورودی هوا و نیز صدا خفه‌کن استفاده شود.

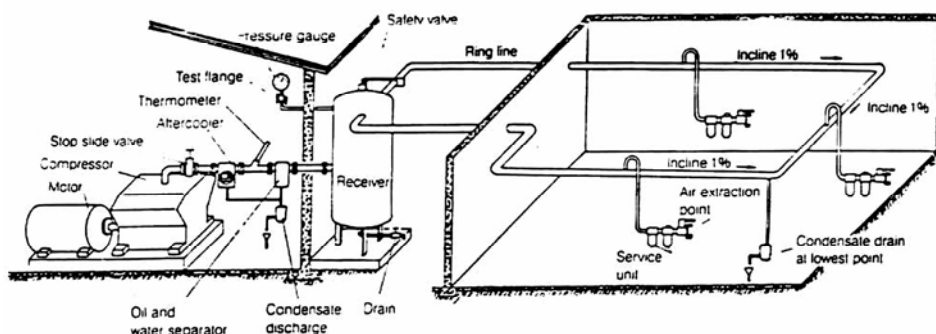
کمپرسور باید به نحوی نصب شود تا دسترسی به تمام قسمت‌های آن جهت بازدید فنی و تعمیرات میسر باشد در عین حال جهت تعمیرات فنی نور کافی نیز در کمپرسورخانه موجود باشد جهت دید بهتر مسئولین تعمیرات و بازرسی.

کمپرسور باید در قسمتی از کمپرسورخانه به نحوی نصب گردد که هوای تازه و در صورت امکان هوایی با جریان دائم در دسترس کمپرسور باشد تا علاوه بر مکش کمپرسور از هوای تازه، هوایی که با جریان از اطراف کمپرسور می‌گذرد درجه حرارت آن را کاهش دهد. محل نصب کمپرسور علاوه بر موارد ذکر شده باید از نور آفتاب در امان باشد و نیز در کنار تأسیسات حرارتی نباشد. زیرا حرارت علاوه بر اثر مخرب روی قطعات کمپرسور باعث گرم شدن هوای خروجی آن نیز می‌شود. کمپرسور باید به گونه‌ای نصب شود که از سطح کارگاه یا کارخانه پایین‌تر باشد بدین دلیل است که همراه با هوای کمپرس شده مقداری رطوبت هم وارد کمپرسور می‌گردد و تجمع آب در مخزن هوای فشرده را سبب می‌شود لذا اگر کمپرسور پایین‌تر از مصرف‌کننده‌ها باشد امکان ورود آب جمع شده در مخزن به

سیستم کمتر خواهد بود. زیرا بر اثر جاذبه آب در پایین ترین نقطه سیستم لوله کشی در مخازن قرار می گیرد.

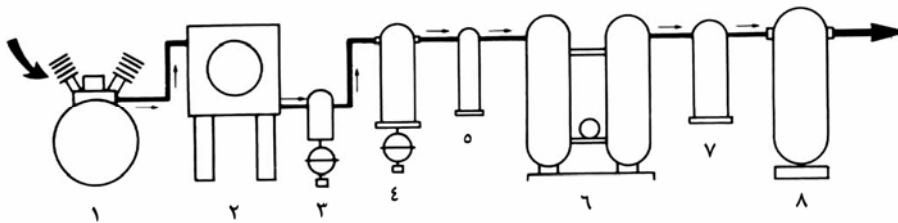
نکات فنی مهمی که در انتخاب یک کمپرسور باید مد نظر قرار گیرد.

- A- حجم هوایی که کمپرسور تولید می کند (لیتر در ثانیه یا متر مکعب در ساعت)
- B- حداقل یا حداکثر فشار تولیدشده توسط کمپرسور با توجه به فشار هوای مورد نیاز کارخانه
- C- کیفیت هوای تولیدی توسط کمپرسور (درصد تمیزی هوا- درصد روغن موجود در هوا- مقدار درجه حرارت هوای خروجی از کمپرسور)
- D- نوع تولید و کاری که هوای فشرده جهت آن مصرف می شود.
- E- نوع خروجی هوا به صورت مداوم یا به صورت نوسانی (تولید و قطع) مانند کمپرسور نوع پیستونی
- F- مقدار ساعت کارکرد کمپرسور در ۲۴ ساعت
- G- نوع کنترل کمپرسور
- H- نیاز و یا عدم نیاز به مخزن و نوع مخزن و اندازه آن جهت انبار کردن هوای فشرده
- I- نوع نیاز کمپرسور از قبیل خنک کاری هوای فشرده (با آب یا هوا) انواع پمپ های آب- نوع لوله کشی نوع پایه های نصب- خشک کن هوا- فیلتر ورودی هوا- صدا خفه کن و ...
- J- آیا کمپرسور در محل کمپرسور خانه نصب است یا در کنار سالن به دلیل مسائلی از قبیل کمی جا که باید کمپرسور با پوشش (ENCLOSURE) باشد.
- K- مقدار لرزش و صدای کمپرسور جهت محیط کاری



تجربه نشان داده است، کارخانجاتی که از دو کمپرسور جهت تهیه هوای فشرده استفاده می‌کنند موفق‌تر هستند. زیرا در صورت نقص فنی یکی از کمپرسورها تولید هوای فشرده همچنان توسط کمپرسور دومی ادامه دارد و روند تولید در کارخانه همچنان پایدار است. مادامی که دو کمپرسور به صورت موازی به خط لوله‌کشی هوای فشرده متصل هستند. در خروجی هر خط تولید هوا و اتصال آن به لوله‌کشی هوای فشرده یک شیر یکطرفه قرار دارد تا در صورت تعمیرات روی هر کمپرسور و متعلقات آن نشت هوا از کمپرسور دیگری صورت نپذیرد. یعنی هوای فشرده تولید شده کمپرسور در حال کار از اتصالات باز شده کمپرسور در حال تعمیر نشت نکند. مجدداً ذکر می‌گردد بایستی کمپرسور در صورت امکان نزدیک به تأسیسات مصرفی و سالن تولید باشد تا از افت فشار بر اثر ازدیاد طول لوله‌کشی جلوگیری شود. جهت تخلیه آب از مجراهای تخلیه اتوماتیک باید مجاری یا مسیرهای تخلیه در کمپرسورخانه وجود داشته باشد. مجرای مکش کمپرسور باید خنک باشد یا حتی‌الامکان کانال ورودی هوا از تابش نور آفتاب در امان بماند.

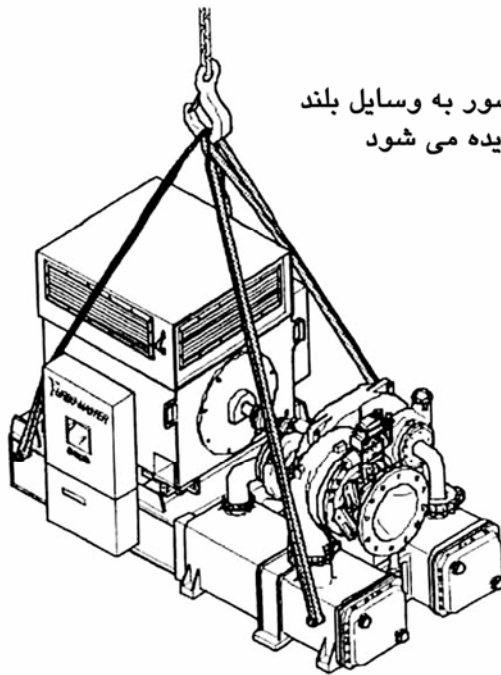
نصب پیشنهادی جهت کمپرسور و ملزومات تهیه هوای فشرده



- ۱- کمپرسور
- ۲- خنک‌کننده هوا از نوع دمنده (هوا به هوا)
- ۳- آبگیر اتوماتیک
- ۴- آبگیر و روغن‌گیر از نوع دارای المنت یا هسته زغالی
- ۵- آبگیر و روغن‌گیر از نوع دارای المنت یا هسته زغالی هیپوسرب Hyper sorb
- ۶- خشک‌کن از نوع دیسکنت (سیلیکاژلی)
- ۷- فیلتر فشار قوی با درجه میکرونی بالا (ریز)
- ۸- مخزن هوای فشرده

مجدداً ذکر می‌شود که بهترین پایه‌ریزی یا زیرسازی که فونداسیون نام دارد جهت کمپرسورهای متوسط و بزرگ فونداسیون با بتون مسلح است در ضمن زیرپایه‌های کمپرسور ضربه‌گیرهای لاستیکی مخصوص نصب می‌گردد که Shock Mount نام دارد و مقداری از لرزش و صدا را می‌کاهد. ضمناً جهت کمپرسورهای بزرگ در کمپرسورخانه نصب جرتفیل‌های سقفی جهت برداشتن قطعات سنگین کمپرسور در تعمیرات الزامی است تا از صدمات انسانی و ضرر مالی اجتناب شود.

نقاط اتصال و نحوه اتصال کمپرسور به وسایل بلند کردن در توربو کمپرسور دیده می‌شود.



نقاط اتصال و نحوه اتصال کمپرسور به وسایل بلند کردن در توربو کمپرسور دیده می‌شود

جهت کمپرسورهای متوسط و بزرگ که دارای فونداسیون می‌باشند لوله هوای خروجی باید ثابت باشد به دیواره یا سقف با پایه‌های مخصوص متصل شود تا از شکستن یا تاب برداشتن لوله و افت راندمان یا قطع فشار هوا جلوگیری شود.

از جمله متعلقاتی که در کنار کمپرسور در کمپرسورخانه نصب می‌گردد سیستم خنک‌کننده کمپرسور و هوای خروجی از آن است که گاهی از آب خنک توسط لوله یا از

سیستم خنک‌کنندگی مانند یخچال توسط گاز فرئون بهره می‌گیرند یا از دمیدن هوا توسط پروانه یا فن استفاده می‌شود.

از دیگر متعلقات کمپرسور وجود مخزن یا انباره هوا است تا هوای فشرده کافی در تمام اوقات کاری در اختیار مصرف‌کننده‌های پینوماتیکی باشد زیرا اگر در مخزن هوای فشرده وجود نداشته باشد و به یکباره در سیستم چند مصرف‌کننده همزمان شروع به کار کنند کمپرسور توان تهیه هوای فشرده جهت تمامی مصرف‌کننده‌ها را ندارد و در عین حال با وجود مخزن یا انباره هوای فشرده و پر شدن آن کمپرسور می‌تواند استراحت داشته باشد و دائماً کار کنند.

نمای داخلی یک کمپرسور مستقل با پوشش:

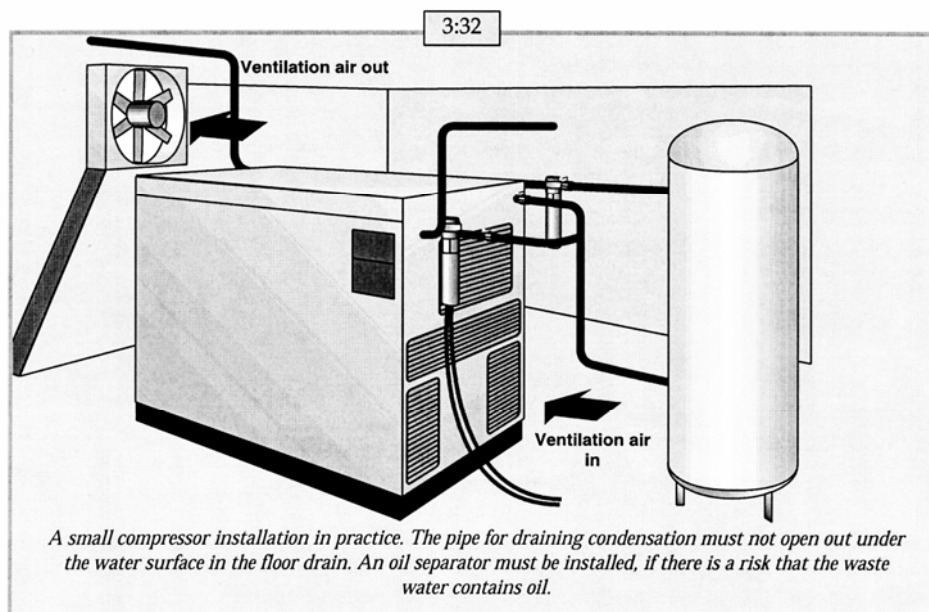


- ۱- شیر تنظیم ورودی هوا Inlet valve
- ۲- هوا ساز (کمپرس کننده هوا) Air end
- ۳- موتور الکتریکی Electric motor
- ۴- جداساز هوا و روغن Separator
- ۵- خنک‌کن Fluid cooler
- ۶- فیلتر Fluid filter
- ۷- المنت جداساز Separator cartridge
- ۸- شیر یکطرفه- حداقل فشار Minimum pressure/check valve
- ۹- خنک‌کننده هوا Aftercooler

کمپرسورهای دارای پوشش و حفاظ (مستقل)

اکثراً کمپرسورهای مدرن امروزی دارای پایه نصب سر خود بانضمام پوشش‌های سقف و جانبی هستند و تمامی متعلقات و کنترل‌ها داخل پوشش قرار دارند. متعلقات معمولاً افتر کولر یا خنک‌کننده‌های هوا و سیستم آبگیر و فیلتراسیون می‌باشد. و سیستم کنترل آن که

معمولاً P.L.C است و بانضمام نشانگرهای شرایط کاری روی بدنه پوشش نصب است. این نوع کمپرسورها به علت داشتن پایه یا شاسی مستحکم نیاز به فونداسیون ندارند فقط در یک محل مناسب و تراز قرار می‌گیرد. و بایستی فقط جریان برق را به آن متصل نمود و لوله خروجی هوای فشرده را که از آن خارج می‌شود به خط مخزن متصل نمود. این نوع کمپرسورها را در هر نقطه‌ای از کارخانه و یا سالن تولید نیز می‌توان قرار داد. زیرا علاوه بر سیستم تصفیه هوای ورودی به کمپرسور (فیلتراسیون ورودی هوا) دارای پوشش عایق جهت سروصدا می‌باشد که از میزان سروصدای کمپرسور می‌کاهد. قابل ذکر است این نوع کمپرسور اگر در کمپرسورخانه نصب شوند بهتر است ضمناً با حفظ فاصله مناسب با دیوارهای سالن باید نصب شود تا تهویه مناسب اطراف کمپرسور بهتر صورت گیرد.



انتخاب کمپرسور

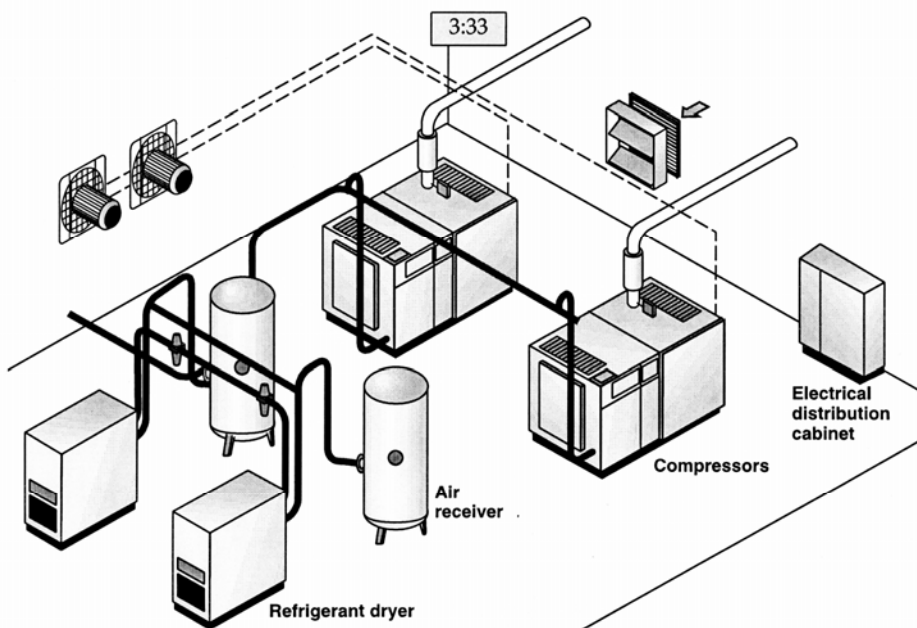
انتخاب کمپرسور جهت تولید هوای مورد نیاز بسیار مهم می‌باشد و شرایط بسیاری را باید در نظر گرفت.

در مرحله اول باید مقدار هوای مورد نیاز را محاسبه نمود و ازدیاد مصرف هوا در آینده را در نظر داشت. سپس فشار هوای مورد احتیاج و افت فشار در شبکه هوای فشرده را محاسبه نمود.

هزینه فونداسیون فاصله محل نصب تا محل مصرف هوا، دسترسی به آب و قیمت آن (چنانچه برای مواد غذایی، پزشکی، شیمیایی، کنترل بادی و الکترونیکی مورد نیاز است کمپرسور خشک بدون روغن انتخاب گردد).

همچنین سابقه و خوشنامی، تکنولوژی کارخانه سازنده و قطعات مصرفی در ساخت کمپرسور و تخصص افراد مسئول سرویس و نگهداری و دسترسی به لوازم یدکی در نظر گرفته شود.

بستگی به مقدار هوای فشرده مصرفی در مواقع مختلف بهتر است به جای یک عدد کمپرسور چند کمپرسور یا حداقل ۲ کمپرسور انتخاب گردد تا در مصرف انرژی و استهلاک ماشین صرفه‌جویی گردد.

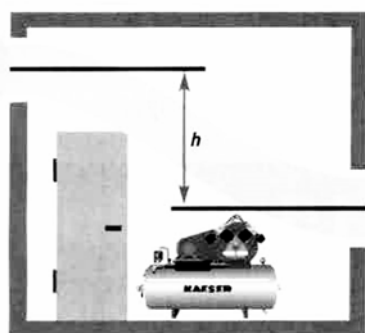


Example of a hospital installation with closed supply on the suction side and 100% reserve system (double independent system).

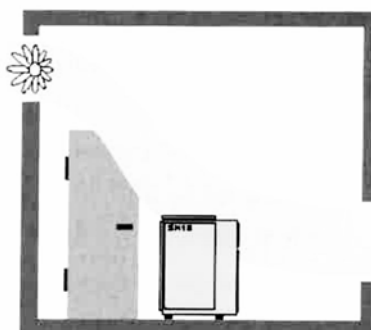
تهویه در کمپرسورخانه

تمامی انواع کمپرسورها تولید گرما می‌کنند لذا کمپرسورخانه نسبت به اندازه و نوع کمپرسور باید تجهیزاتی جهت تهویه مطبوع داشته باشد تا هوای خنک در اطراف کمپرسور گردش نموده و دمای آن را پایین آورد.

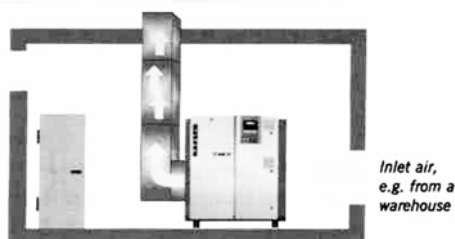
همان‌گونه که می‌دانیم وجود گرما در محیط پیرامون کمپرسور روی کارکرد و نیز کیفیت محصول تولیدی کمپرسور که هوای فشرده است تأثیر نامطلوب می‌گذارد.



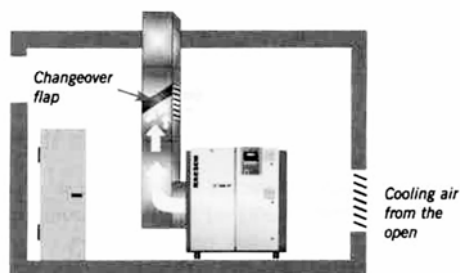
کمپرسور زیر ۵/۵ کیلو وات



کمپرسور زیر ۵/۵ کیلو وات تا ۱۱ کیلو وات با فن

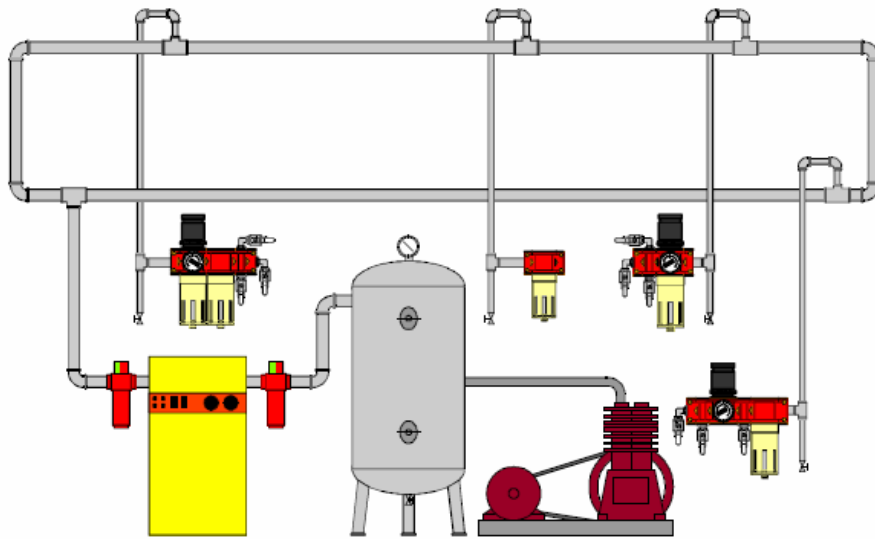


تهویه کمپرسور بالای ۱۱ کیلو وات از طریق کانال



کاربرد کانال و ترموستات در زمستان

انتقال هوای فشرده جهت مصرف (لوله کشی) (Piping)



بعد از تولید هوای فشرده و آماده‌سازی آن هوای فشرده باید به طرز صحیح و مناسب به دستگاه‌های پنیوماتیکی جهت مصرف انتقال داده شود.

همان‌گونه که جهت خرید و نصب کمپرسور مناسب برای کارخانه عوامل متعددی را در نظر می‌گیریم برای لوله‌کشی نیز باید به چند مورد توجه و مسائلی را در نظر گرفت که به طور خلاصه عبارتند از:

(A) محاسبه صحیح قطر لوله‌ها جهت انتقال هوای فشرده تا دستگاه‌های مصرف‌کننده هوا با کمبود هوای فشرده مواجه نشوند.

(B) در نظر گرفتن مسئله توسعه کارخانه در آینده یا اضافه نمودن دستگاه‌های مصرف‌کننده جدید جهت افزایش تولید.

(C) جنس لوله مصرف‌شونده در لوله‌کشی با توجه به شرایط محیطی و نوع تولید انتخاب شود.

(D) انشعاب صحیح از لوله‌های اصلی

(E) شیب صحیح لوله‌کشی

(F) روش لوله‌کشی صحیح در سالن یا سالن‌های تولید رعایت گردد.

لوله‌کشی صحیح و مناسب نقش بسیار مهمی را در رابطه با انتقال هوای فشرده در بر دارد همانطوری که جهت سالن تولید اگر کابل‌های برق مناسب با توجه به مقدار جریان و مقدار مصرف درست انتخاب نگردد مشکلات فراوانی از قبیل سوختن کابل افت ولتاژ و غیره... مواجه خواهیم گشت در لوله‌کشی هوای فشرده نیز اگر قطر لوله‌ها، شیب لوله‌کشی، نوع اتصالات و جنس لوله‌ها و روش لوله‌کشی صحیح نباشد با مشکلات بسیاری روبرو خواهیم بود.

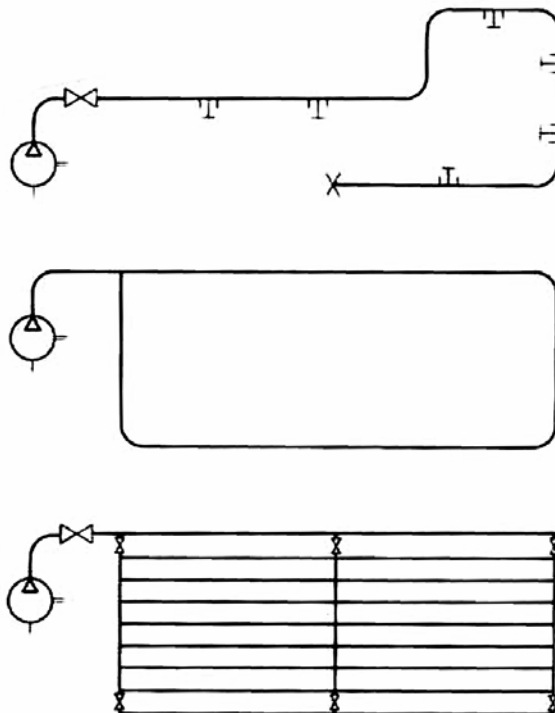
قطر لوله مناسب با توجه به مقدار هوای مصرفی جهت هر دستگاه پنیوماتیک در کاتالوگ‌های مخصوص هر دستگاه ذکر شده است و با توجه به دستگاه‌های موجود در کارخانه و نیز در نظر گرفتن توسعه و نصب دستگاه‌های جدید بایستی قطر لوله‌ها انتخاب گردد تا افت فشار در سیستم بوجود نیاید البته افت فشار از مخزن هوای فشرده تا دستگاه مصرف‌کننده تا حد ۰/۱ بار مجاز است.

شیب لوله‌کشی در کارخانجات در هر سالن از ابتدا تا انتهای آن باید از ۰/۱٪ الی ۰/۲٪ باشد تا بدین وسیله قطرات احتمالی آب درون لوله بر اثر جاذبه به سمت خروجی‌های آب که Water Trap نام دارد و در سیستم تعبیه شده‌اند هدایت و از سیستم خارج شوند.

از مزایای لوله‌های لاستیکی و نیز لوله‌های پلاستیکی که از جنس پلی‌اتیلن یا پلی‌آمید هستند ضد زنگ بودن آنهاست ولیکن در مقابل درجه حرارت‌های بالا و نیز تابش طولانی نور آفتاب ضعیف هستند. لوله‌کشی هوای فشرده با لوله‌های لاستیکی و پلاستیکی سریع، ساده.

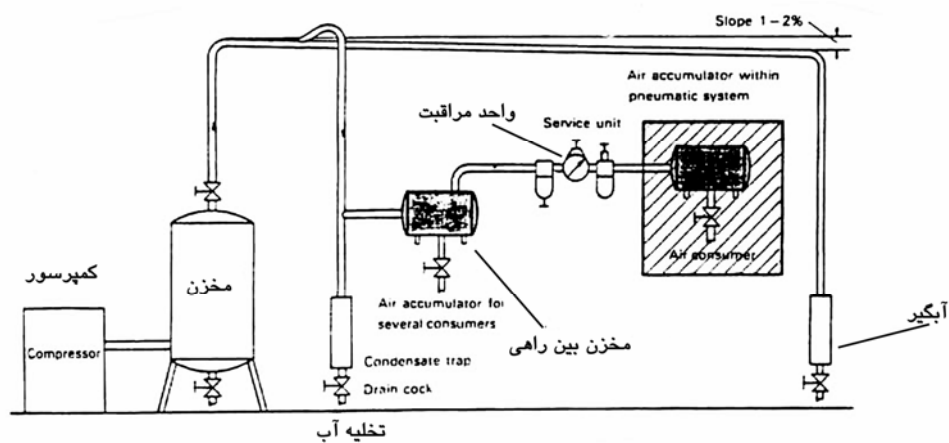
انواع لوله‌کشی هوای فشرده عبارتند از:

- ۱- انشعابی
- ۲- حلقوی
- ۳- شبکه متصل به هم



از مخزن تا مصرف کننده

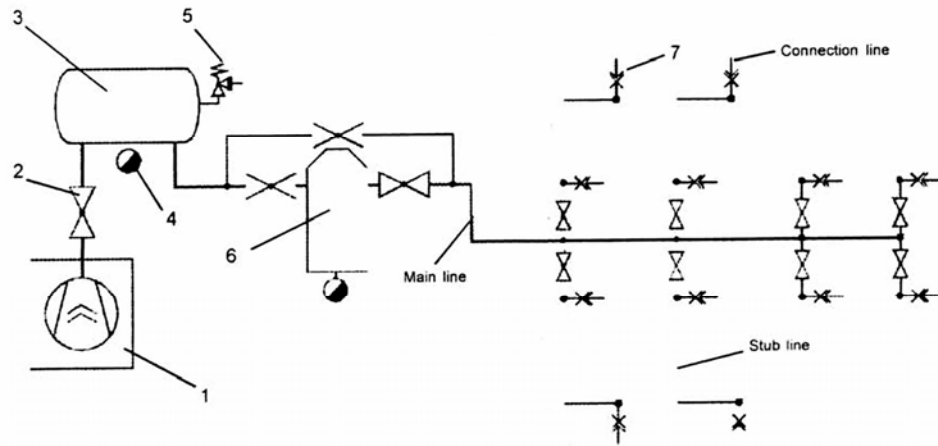
به منظور اتصال کمپرسور به مصرف کننده های هوا، معمولاً یک شبکه پخش کننده نصب می گردد. شبکه معمولاً تشکیل شده است از شاه لوله هایی که به طور افقی از گیرنده تا پیرامون سطح عمل کننده قرار گرفته اند.



مدار باز (روش خطی)

این طرح زمانی مناسب است که مصرف دستگاه بیشتر از $100 \text{ nm}^3 / \text{hour}$ نباشد، همچنین هنگامی که هوا به طور همزمان به تمام شبکه کشیده نشود. این طرح دارای چند ضعف است:

- ۱- افت فشار، به واسطه فاصله گیرنده، افزایش می یابد.
- ۲- بدون از مدار خارج کردن بخش هایی که به شاه لوله پایینی متصل می شوند، کار کردن روی شبکه امکان پذیر نمی باشد.



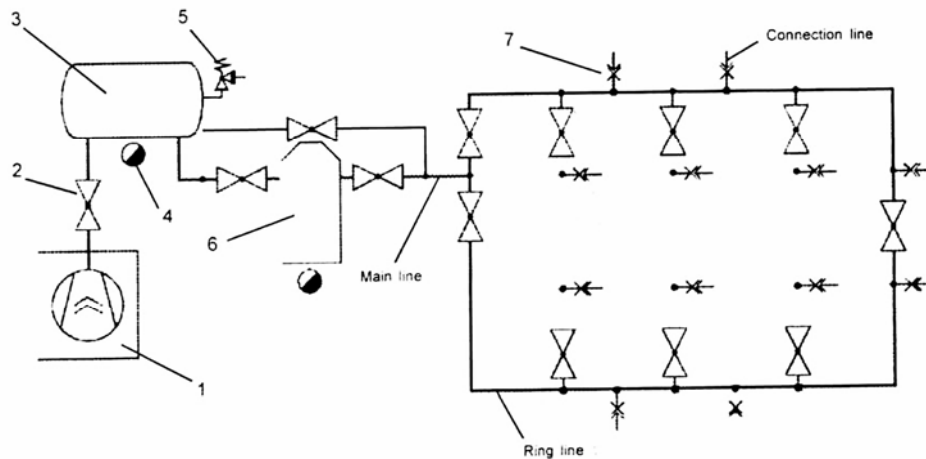
مدار تولید و آماده‌سازی هوای فشرده متصل به لوله‌کشی از نوع خطی (منشعب یا درختی)

- ۱- کمپرسور اسکرو
- ۲- شیر یکطرفه
- ۳- مخزن
- ۴- تخلیه اتومات آب
- ۵- شیر ایمنی
- ۶- خشک‌کن هوای فشرده
- ۷- اتصالات مصرف

مدار بسته (روش حلقوی)

شبکه اصلی به کار می‌افتد و با گذشتن از مصرف‌کننده به مخزن باز می‌گردد. این طرح دارای مزایای زیر می‌باشد:

- ۱- باعث پخش فشار هوا (مستمر یا متناوباً) به هر نقطه مصرف می‌شود.
- ۲- با وصل شیرهای قطع‌کننده، قسمت‌های مشخصی از شاه لوله از مدار خارج گردیده، بدون اینکه از رسیدن هوا به قسمت‌های دیگر شبکه ممانعت شود.



مدار تولید و آماده‌سازی هوای فشرده با لوله‌کشی از نوع حلقوی

- ۱- کمپرسور
- ۲- شیر یکطرفه
- ۳- مخزن هوا
- ۴- تخلیه اتوماتیک آب
- ۵- شیر اطمینان
- ۶- خشک‌کن هوای فشرده (رطوبت‌گیر)
- ۷- اتصالات مصرف

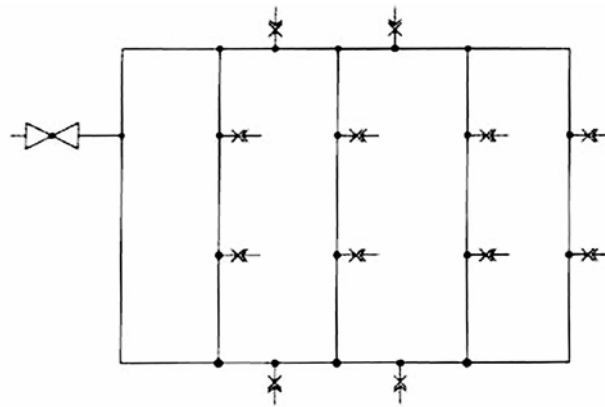
شبکه (موازی)

این طرح زمانی ارجحیت دارد که تجهیزات مصرفی در درون محیطی که توسط حلقه اصلی احاطه شده باشد قرار گیرند.

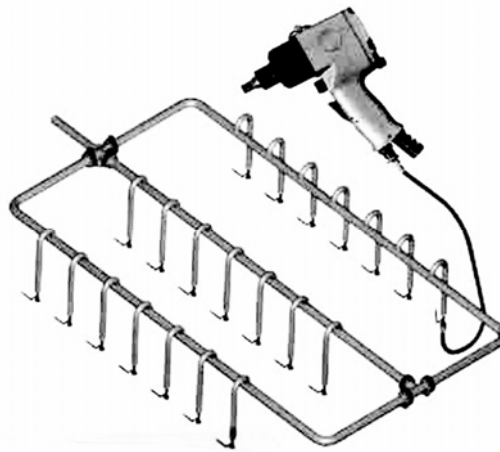
شبکه دوم، یک سری لوله‌های عمودی را نشان می‌دهد که شبکه اصلی را به تجهیزات در «مرحله مصرف» وصل می‌کند.

برای اینکه لوله‌های سخت یا قابل انعطاف بتوانند هوا را به تجهیزات مصرفی برسانند، تعدادی اتصال به شبکه دوم نصب می‌شوند.

به طور کلی، شبکه اصلی پخش کننده باید طوری گسترده باشد که بتواند هوا را از نقطه ورود به مدار تا انتها در فشار مشابهی نگه دارد. از آنجایی که هوا در مسیر عبورش در شبکه همیشه با مقداری مقاومت روبرو می شود، این طرح عملی نمی باشد. مقاومتی که هوا با آن روبرو می شود باعث افت فشار خواهد شد.



مدار تولید و آماده سازی هوای فشرده با لوله کشی از نوع حلقوی موازی.



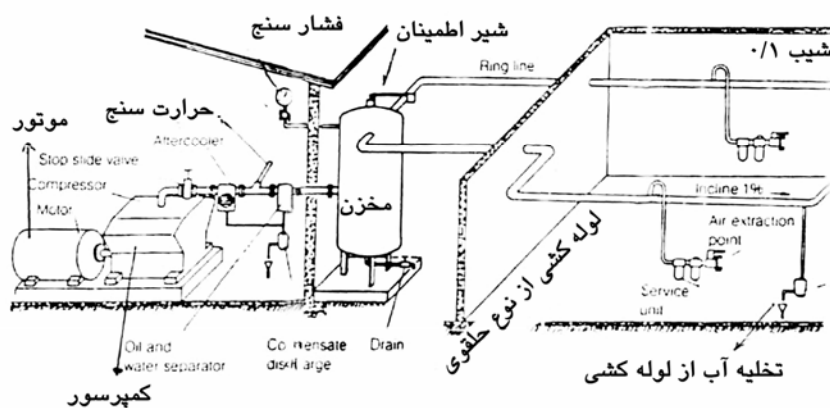
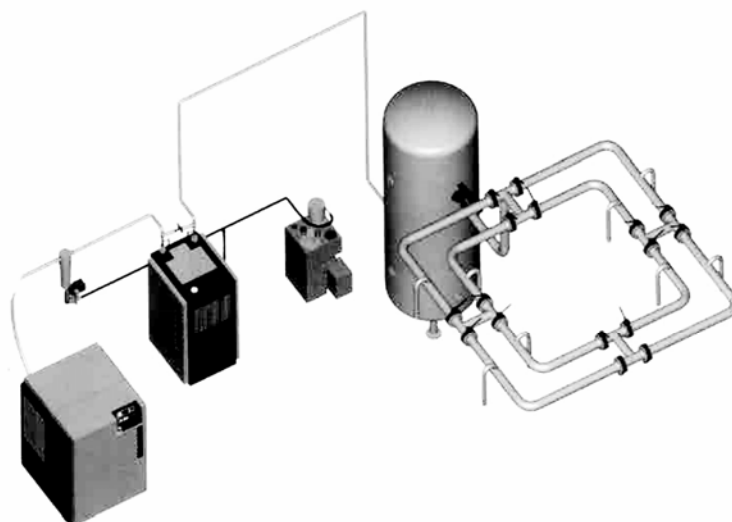
برای انتخاب صحیح قطر داخلی لوله اصلی، عوامل زیر را باید در نظر گرفت:
۱- افت فشار بین ورودی و نقاط دیگر مورد استفاده.

اگر مقدار افت فشار خیلی کم باشد، لوله‌ای با قطر بزرگتر باید استفاده شود، که هزینه نصب اولیه آن بیشتر خواهد بود. اما در نتیجه مصرف کمتر هوا در طی کار و آینده که به واسطه افت کمتر فشار می‌باشد، یک ذخیره صورت می‌گیرد.

۲- مصرف هوای تجهیزات موجود و تجهیزاتی که در آینده وصل می‌شوند. این مقدار (مصرف) همان مقداری خواهد بود که در انتخاب کمپرسور مؤثر است.

۳- طول کل شبکه پخش‌کننده اولیه.

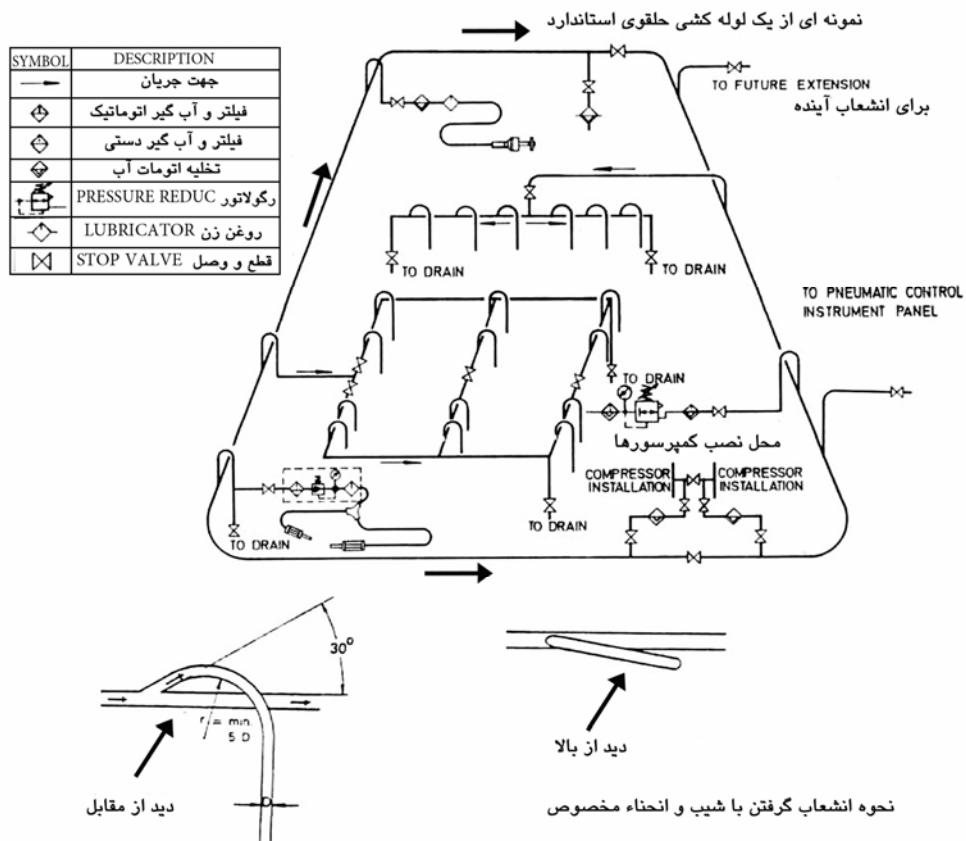
۴- استفاده از ابزار و شیرآلاتی که در ساختار مدار ضروری هستند استاندارد باشند.



تخلیه آب از مخزن هوای فشرده

انشعاب‌های فرعی برای مصرف

تمام انشعاب‌ها باید از قسمت بالای لوله اصلی گرفته شود تا از ورود آب جلوگیری گردد.

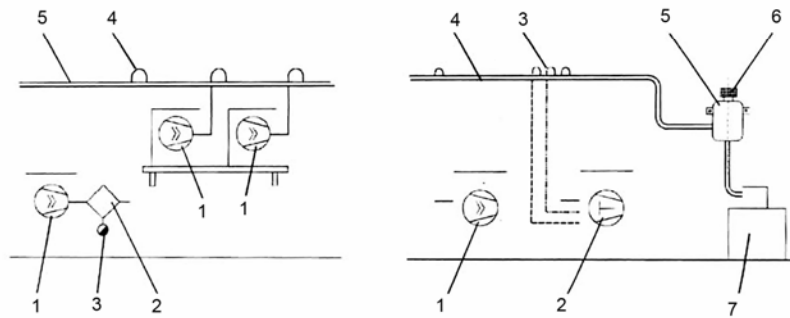
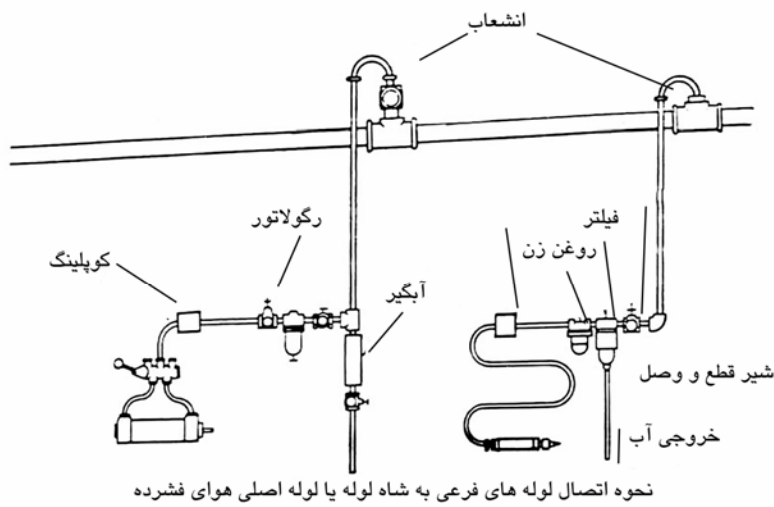


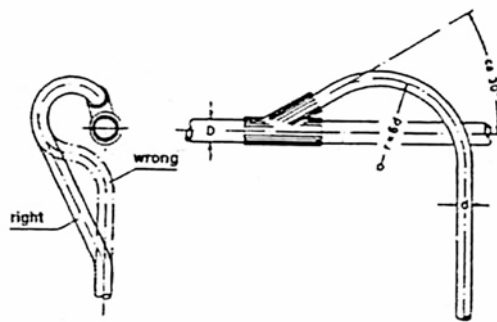
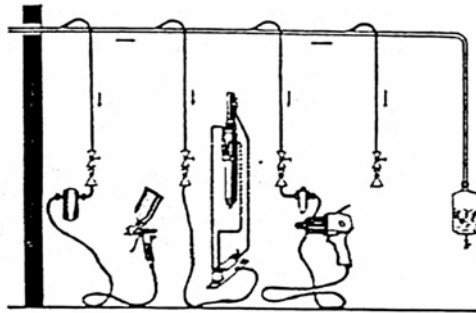
لوله اصلی هوای فشرده

لوله اصلی باید به اندازه کافی قطر آن بزرگ و در مسیر حرکت هوای فشرده دارای شیب کافی حدود ۰/۱ باشد و در نقاط لازم در صورت نیاز سپریاتور قرار داده شود. همچنین در انتهای آن لوله تخلیه آب نصب شده باشد.

از دیگر ملزومات کمپرسورخانه سیستم آب گیر WATER TRAP در نقاط مختلف، خط هوای فشرده می‌باشد همانگونه که چند بار ذکر گردید همراه با هوای فشرده مقداری رطوبت هوا نیز همراه است و آب جهت عملکرد سیستم پینوماتیک مضر است لذا سعی

می‌شود تا در نقاط مختلف با نصب لوله‌ها به صورت شیب‌دار آب موجود در لوله‌ها را به سمت آب‌گیرها هدایت نمود تا آب از سیستم تخلیه گردد.





انشعاب فرعی از انشعاب اصلی

در سیستم انشعابی همانگونه که در تصویر دیده می‌شود یک خط اصلی وجود دارد که از آن خط‌های فرعی منشعب می‌گردد در این سیستم رعایت شیب ۱ الی ۲ درجه الزامی است و در خط محلی جهت خروج قطرات احتمالی آب در نظر گرفته شده است. در سیستم حلقوی همانگونه که در تصویر پیداست مسیر جریان هوای فشرده به صورت حلقه یا لوب Loop می‌باشد از مزایای این نوع سیستم این است که چون حلقه به صورت بسته می‌بشد در تمامی طول خط فشار هوا جهت تمامی انشعابات فرعی یکسان است. در سیستم شبکه متصل به هم نیز فشار هوا در تمامی نقاط جهت مصرف‌کننده‌ها یکسان می‌باشد زیرا مانند سیستم حلقوی از چندین حلقه تشکیل شده و هوا مسیر دورانی یا حلقه بسته دارد.

از مزایای این سیستم نسبت به دو نوع قبلی این است که در صورت تعمیرات در یک نقطه می‌توان با بستن شیرهای اصلی مربوطه فشار هوای نقطه مورد تعمیر را صفر نموده و عملیات تعمیرات یا تعویض لوله را انجام داد.

جهت لوله‌کشی هوای فشرده از اکثر کارخانجات از لوله‌های فلزی با جنس‌های مختلف لوله سفید، لوله سیاه، گالوانیزه، مسی و غیره استفاده می‌شود. در لوله‌کشی بهترین نوع اتصالات نوع جوشی است زیرا احتمال نشت را به حداقل می‌رساند. گاهی در نقاطی که جهت انتقال لوله هوای فشرده پیچ و خم زیاد است از لوله لاستیک یا پلاستیک استفاده می‌شود.

نکات مهم و مفید در مورد لوله‌کشی هوای فشرده:

یکی از هزینه‌های اصلی در زمان نصب تجهیزات و احداث کارخانجات مربوط به لوله‌کشی یا انتقال هوای فشرده است. استفاده از لوله‌های کم قطر باعث صرفه‌جویی اقتصادی است لیکن در عوض باعث افت فشار در سیستم می‌گردد که نهایتاً در دراز مدت هزینه‌ای که جبران افت فشار می‌گردد کمتر از صرفه‌جویی اقتصادی در این مورد است. در کارخانجاتی که دارای یک کمپرسور هستند باید در لوله‌کشی انشعابی جهت اتصال کمپرسور اضطراری در زمان تعمیرات کمپرسور اصلی در نظر گرفت تا روند تولید متوقف نشود. در کارخانجاتی که اصول ایمنی و استاندارد را در نصب لوله‌کشی رعایت می‌کنند، معمولاً جای دو ورودی را جهت ورود هوای فشرده به سیستم لوله‌کشی در نظر می‌گیرند. قبل از لوله‌کشی استاندارد معمولاً مقدار مصرف هوای فشرده محاسبه می‌گردد. در محاسبات درصدی نیز جهت مصرف بیشتر و نیز توسعه آینده کارخانه در نظر گرفته می‌شود. سپس محاسبات طول و قطر لوله و افت فشار و تعداد انشعابات و اتصالات و خمش‌ها محاسبه می‌گردد.

در طراحی و نصب لوله‌کشی همیشه سعی بر این است تا اتصالات مصرف به دستگاه‌های مصرف‌کننده نزدیک باشد تا از کاربرد شلنگ‌های رابط اجتناب گردد. شبکه لوله‌کشی‌های هوای فشرده در بالای سر مصرف‌کننده قرار می‌گیرد. معمولاً زیر سقف یا متصل به دیوارهای سالن نصب می‌شود. لذا استفاده از پایه‌های نگهدارنده مناسب در نقاط مختلف لوله‌کشی است مهم است. شبکه اول لوله‌کشی باید تمامی مصرف‌کننده‌ها را پوشش داده دارای حداقل تعداد خمش باشد. خمش لوله‌ها نیز باید در حد امکان دارای شیب مناسب ۱

تا ۳ درجه به سمت ورودی هوای فشرده به سیستم باشد تا بر اثر شیب لوله‌کشی و جاذبه زمین قطرات احتمالی آب از لوله‌کشی و نهایتاً از خروجی آب Water.trap خارج شود. لوله‌کشی نباید شل و لرزان باشد ضمناً تحت فشار خارجی نیز نباشد. تا از ترک خوردگی لوله و نشت نیز جلوگیری شود.

به تعداد خروجی‌های آب یا دام آب Water.trap با توجه به اندازه شبکه لوله‌کشی در نقاط مختلف شبکه در نظر گرفته شود تا قطرات آب لوله‌کشی به سهولت خارج شود. زمانی که انتقال خط لوله‌کشی به یک سالن دیگر وجود دارد یعنی خط لوله‌کشی ۲ قسمتی و متصل به هم است و دمای سالن دوم از سالن اول کمتر است در حد فاصل دو سالن نیز تخلیه آب در نظر گرفته شود تا قطرات آب حاصل از خنک شدن هوا که داخل لوله‌کشی بوجود می‌آید تخلیه شده و به قسمت دوم لوله‌کشی راه نیابد.

وجود شیرهای قطع و وصل در نقاط مختلف لوله‌کشی واجب است، زیرا در مواردی که نیاز به توسعه لوله‌کشی یا تعمیرات باشد روند تولید متوقف نشود.

لوله‌کشی باید انبساط حرارتی را تحمل کند و در محیط‌های صنعتی و کارخانجاتی که دارای لرزش هستند پایه‌های نصب و نگهدارنده لوله‌کشی بتوانند تحمل لرزش‌ها و فشارهای خارجی و تنش حرارتی را داشته باشد. پایه‌های نصب به نسبت نوع جنس لوله‌کشی، قطر لوله‌کشی، وزن کل و محیط با توجه به جداول مخصوص ساخته و نصب می‌شوند.

در کارخانجاتی که نیاز به هوای فشرده با فشارهای مختلف است رنگ‌آمیزی خطوط هوای فشرده با فشارهای مختلف با رنگ‌های متفاوت می‌تواند جهت کاربرد و مصرف و نیز تعمیرات مفید باشد. بعد از نصب لوله‌کشی و قبل از شروع به کار کارخانه و نیز بعد از تعمیرات یا تغییر انشعابات تست نشستی جزو واجبات است که این عمل با شارژ هوای فشرده لوله‌کشی که عقربه نشان‌دهنده فشار به آن متصل است و گذشت حداقل ۱۵ دقیقه وجود نشت مشخص می‌گردد. نقاط مورد شک در مورد نشت را با اسپری مخصوص کف ساز می‌توان مورد بازرسی فنی قرار داد.

جنس لوله‌ها و اتصالات مورد استفاده در لوله‌کشی‌ها عبارتند از:

آهنی - استینلس استیل - پلاستیک - آلومینیوم - مس

لوله‌های آهنی مورد استفاده در لوله‌کشی هوای فشرده از نوع آهنی به نام لوله سیاه و لوله گالوانیزه می‌باشد. لوله آهنی از نوع گالوانیزه به علت مقاومت در مقابل زنگ‌زدگی و

لایه لایه شدن بهتر از لوله سیاه است. لوله‌های آهنی به صورت اتصال جوشی و اتصال از نوع پیچی (حدیده‌ای) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

برای لوله‌های بالای قطر داخلی ۶۵mm (قطر خارجی ۷۶mm) اتصال نوع جوشی بهتر است. معمولاً لوله‌های آهنی جهت لوله‌کشی تا فشار ۱۶ بار مناسب هستند.

- لوله‌هایی از جنس استینلس استیل امروزه بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، زیرا به علت خاصیت ضد زنگ هوای فشرده عبوری از آنها تمیزی و کیفیت خود را حفظ می‌کند. بخصوص در کارخانجات صنایع الکترونیک، دارویی، شیمیایی کاربرد فراوانی دارند.

- اتصالات لوله‌های استینلس استیل از نوع پیچی، جوشی، در مواردی که قطر لوله‌ها بسیار کم باشد دارای اتصال از نوع چسب‌های مخصوص می‌باشند.

- لوله‌های پلاستیکی محکم و سفت از جنس A.B.C و پلی اتیلن نیز بدلیل توانایی تحمل لرزش - ضد سمی بودن و انبساط حرارتی و نیز خاصیت ضد زنگ زدگی و فرسایش در لوله هوای فشرده استفاده می‌شوند. معمولاً این نوع لوله‌ها در رنگ آبی روشن جهت لوله‌کشی هوای فشرده ساخته می‌شوند. اتصالات A.B.C جهت لوله‌کشی از طریق اتصالات مخصوص می‌باشد (جوشی نیست)

لوله‌های A.B.C فشار ۱۲/۵ بار در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۸ بار در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کنند. کاربرد لوله‌های A.B.C در دمای زیر ۲۰ درجه سانتی‌گراد پیشنهاد نمی‌گردد.

- لوله‌های مسی به علت انعطاف خاص خود که در نصب راحت‌تر از فلزات دیگر تغییر زاویه و خمش می‌دهند در ماشین‌آلات و سیستم‌هایی که جای کمی دارند مناسب هستند. در بعضی از کارخانجات مواد غذایی و دارویی جهت لوله‌کشی هوای فشرده از لوله‌های مسی استفاده می‌کنند.

لوله‌های آلومینیومی نیز به دلیل وزن کم و مقاومت در مقابل زنگ‌زدگی جهت لوله‌کشی هوای فشرده مناسب هستند. در دو نوعی با سطح مقطع گرد و به صورت سطح مقطع خارجی مربعی و داخلی گرد به صورت اکستروود ساخته می‌شوند. لوله‌های آلومینیومی در کارخانجاتی که احتمال جرقه و درجه حرارت بالاتر در آنها وجود دارد مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

لوله‌های جهت لوله‌کشی هوای فشرده در زمان حمل و نقل باید دارای درپوش دو طرف لوله باشند تا از ورود براده‌ها و آسیب دیدن داخلی جلوگیری شود بعد از نصب لوله‌ها و

اتصالات و اتمام لوله‌کشی و قبل از اتصال ماشین‌ها و سیستم‌های مصرف‌کننده هوا مقداری از هوای فشرده داخل لوله باید با فشار تخلیه گردد. تا رسوبات و براده‌های احتمالی توسط هوای فشرده داخل لوله‌ها از لوله‌کشی خارج شود و به ماشین‌ها و سیستم آسیب نرسد به عبارتی سیستم پنیوماتیک از نفوذ براده‌های در امان بماند.

علامت‌گذاری خطوط (لوله‌کشی‌ها)

خطوط لوله‌کشی‌ها باید کدگذاری و علامت‌گذاری شوند. در بعضی از موارد که طول لوله‌کشی‌ها زیاد است با رنگ علامت‌گذاری می‌شوند یعنی لوله‌کشی به رنگ بخصوصی در می‌آید و در بعضی از موارد درون دستگاه‌های کوچک و جعبه‌های کنترل و سیستم‌های جمع و جور با نوارهایی که علامت بخصوص یا کدگذاری شده‌اند خطوط مشخص و مجزا می‌گردند.

با علامت‌گذاری یا رنگ کردن خطوط می‌توان در بین خطوط مختلفی که در کارخانجات در کنار هم قرار دارند خط مورد نظر را متمایز نمود برای مثال هوای فشرده را خیلی راحت و با سرعت ردیابی و پیگیری کرد که علاوه بر سهولت در بازرسی‌های فنی و تعمیرات در موارد اضطراری و آتش‌سوزی نیز به ما کمک فراوانی می‌شود. فردی که در بازرسی فنی رنگ‌های خطوط را بداند از آسیب‌های فیزیکی و حوادث نیز در امان خواهد بود.

جدول زیر بر طبق استاندارد Din 2403 آلمان علاوه بر رنگ‌های مختص خطوط اعداد شناسایی (ID Numbers) را نیز مشخص نموده است.

شماره رنگ	رنگ	شماره شناسایی	سیال (گاز یا مایع)
RAL 7001	خاکستری	3	هوا
RAL 6018	سبز	1	آب
RAL 8001	قهوه‌ای	8	مایع قابل اشتعال
RAL 1013	زرد	4.5	گاز
RAL 3003	قرمز	2	بخار آب
RAL 2000	نارنجی	6	اسید
RAL 4001	بنفش	7	الکیده‌ها
RAL 5015	آبی	0	اکسیژن

ماگزیمم جریان هوای فشرده در لوله‌ها:

Maximum recommended flow through main lines

قطر واقعی میلی‌متر	قطر عددی میلی‌متر	میزان جریان در ۷ بار لیتر در ثانیه
6	6	1
8	9	3
10	12	5
15	16	10
20	22	17
25	27	25
32	36	50
40	42	65
50	53	100
65	69	180
80	81	240
100	105	410
125	130	610
150	155	900

Medium weight tube to BS 1387: Table 4 or ISO 65

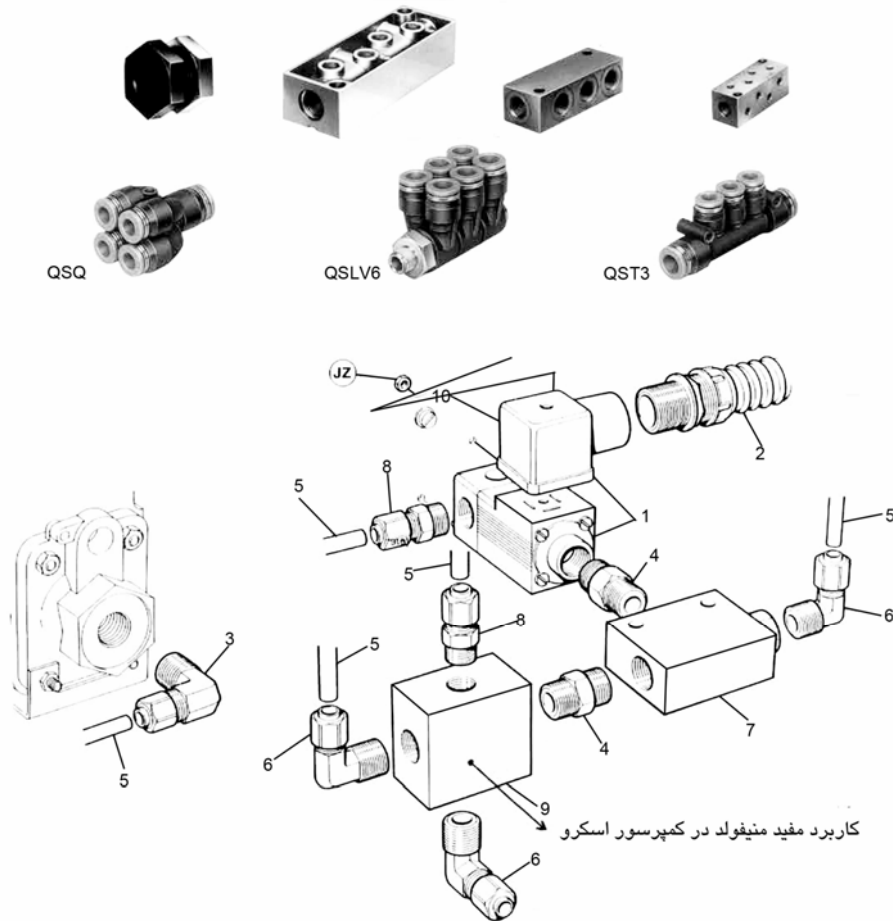
Velocity of air-flow must be restricted to less than 6m/s if carry over of moisture past drain legs and excessive pressure drop is to avoided.

For pipe sizes above 150 mm nominal bore, or those manufactured to standards other than BS 1387, use the formulae in 6.1 to calculate maximum permissible flow rate.

تقسیم گاه پنیوماتیک (Pneumatic Manifold)

بعد از تهیه و آماده‌سازی هوای فشرده جهت سیستم پنیوماتیک توسط لوله‌کشی هوای فشرده آماده شده به ماشین یا دستگاه پنیوماتیکی انتقال می‌یابد حال جهت مصرف قسمت‌های مختلف هوای فشرده باید پخش یا منشعب شود لذا از قطعه‌ای به نام تقسیم گاه پنیوماتیک (Pneumatic Manifold) استفاده می‌گردد.

تقسیم گاه پنیوماتیک نیز گاهی از فلز و گاهی از مواد پلاستیکی می‌باشد و نسبت به نیاز دارای خروجی‌های متعدد است.



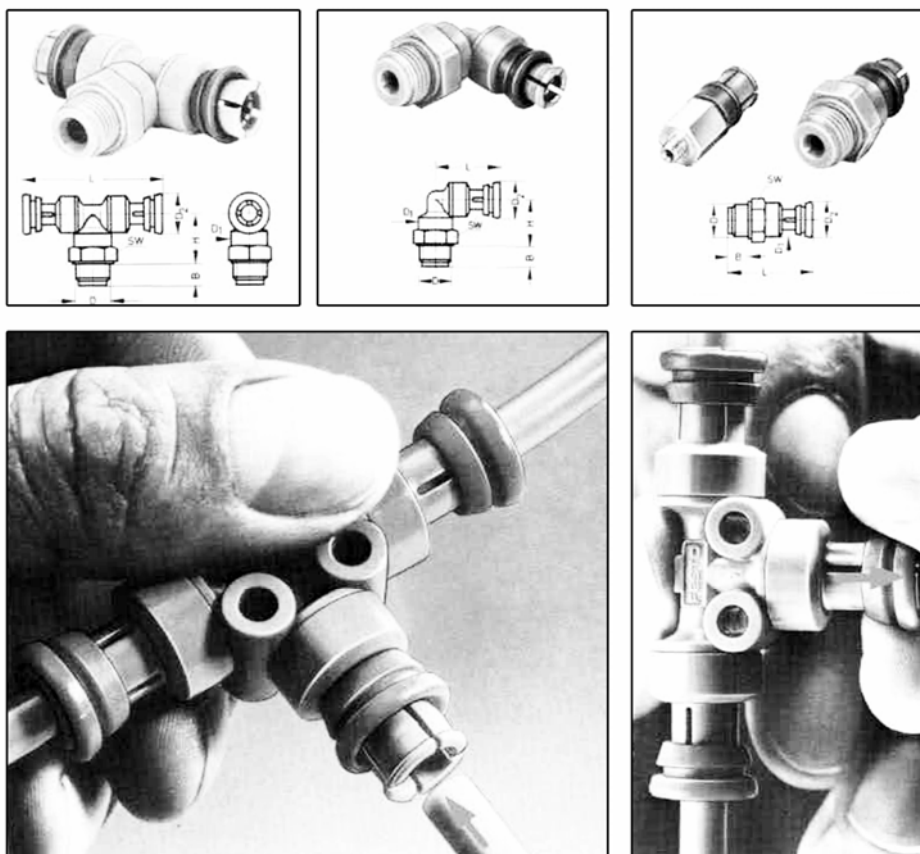
اتصالات پنوماتیک

همانگونه که جهت لوله‌کشی و انتقال هوای فشرده از لوله‌های با جنس‌های مختلف از قبیل لوله سیاه، لوله سفید، لوله برنجی، لوله مسی و لوله‌های لاستیکی و لوله‌های پلاستیکی به نسبت تولید کارخانه و محیطی که لوله باید در آن نصب شود استفاده می‌گردد در اتصالات نیز مانند همین مسئله صادق است. بطور کلی اتصالات نیز مانند لوله‌ها به دو دسته فلزی و غیرفلزی تقسیم می‌شوند.

هر دو دسته اتصالات به دو صورت در بازار صنعت پنوماتیک وجود دارند یک‌سری اتصال پیچ و مهره مانند مهره ماسوره‌ای نام دارند و نوع دیگر اتصال سریع است که جهت اتصال شیلنگ پنوماتیک و لوله انتقال‌دهنده هوای فشرده به آچار احتیاج نیست و سریعاً با فشار

لوله یا شلنگ به درون اتصال راه یافته به خاطر ساختمان خاص داخلی اتصال در آن حالت قفل می‌یابد.

بعضی از انواع اتصالات سریع (Push In Fitting) دارای ساختمان داخلی خاص هستند و دارای شیر یکطرفه بوده و مادامی که شلنگ یا لوله را از آن جدا می‌سازیم مجرای داخلی آن مسدود می‌گردد و از خروج هوا جلوگیری به عمل می‌آید. که این مسئله در تعمیرات و تعویض قطعات و به خصوص لوله‌ها یا شلنگ‌ها از لحاظ اقتصادی و نیز از جهت صرفه‌جویی در وقت بسیار قابل اهمیت است.

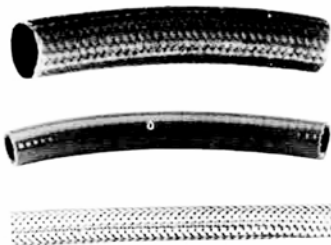




پلی یورتان

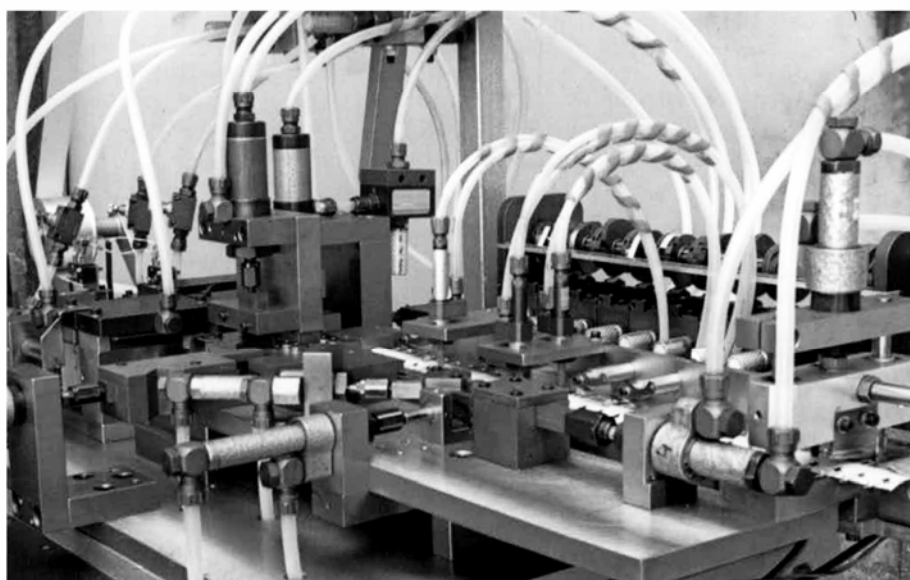
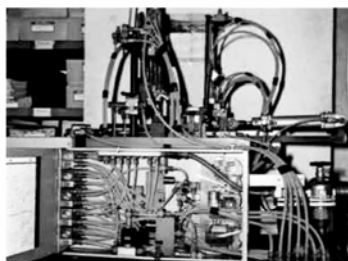
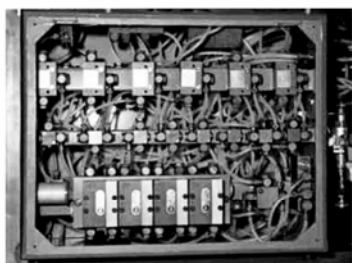
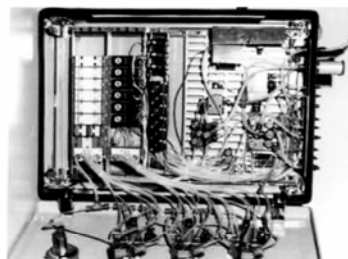
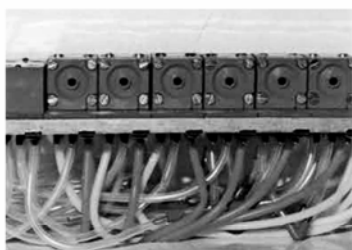


نایلون



محافظ شلنگ ها ، یا شلنگ نگه دار

تصاویری از انواع اتصالات و شیلنگ‌های پنیوماتیک در مدارهای پنیوماتیکی



نشت هوای فشرده

نشت هوای فشرده در سیستم‌های مصرف‌کننده هوای فشرده یک مسئله مهم است و جلوی هرگونه نشتی باید گرفته شود زیرا تولید، آماده‌سازی، ذخیره، انتقال هوای فشرده علاوه بر بار مالی هزینه‌های نگهداری و سرویس سیستم‌های فوق را در برمی‌گیرد. لذا باید سعی شود از هرگونه نشتی جلوگیری گردد و از هوای فشرده فقط جهت تولید استفاده شود.

جدول نشت هوای فشرده در اختیار این مجموعه قرار داده شده است و بیانگر مقدار نشت از سوراخ‌های با قطر مختلف است.

نقاطی که می‌تواند نشت هوا از آنها صورت پذیرد به صورت خلاصه عبارتند از:

- نشت از انواع شیرهای پنوماتیکی
- نشت از پایه‌های نصب
- نشت از نقاطی که لوله‌ها و اتصالات جوشکاری شده‌اند
- نشت از محل اتصالات شلنگ‌ها به لوله‌کشی‌ها
- نشت از محل اتصال شلنگ‌ها به مصرف‌کننده‌ها
- نشت از شیرهای برقی معیوب
- نشت از آب‌گیرهای اتوماتیک که بر اثر رسوبات مسیر باز دارند
- نشت بر اثر اشتباه نصب کردن خشک‌کن‌های فیلترها و ...
- نشت از خطوط فرسوده

در دستورالعمل‌های بازرسی فنی کارخانجات زمان و نحوه نشت‌یابی مشخص گردیده است. در زمان‌های گذشته نشت هوای فشرده را با دود سیگار یا شعله کبریت تشخیص می‌دادند که علاوه بر خطرناک بودن منسوخ گردیده است. امروزه به جای نشت‌یابی با کف و صابون از اسپری‌های مخصوص نشت‌یاب استفاده می‌گردد که اثرات حاصله بعد از نشت‌یابی باعث رسوبات و زنگ‌زدگی نمی‌گردد.

نشت هوا در لوله‌کشی‌ها و سیستم‌های پنوماتیکی

قسمت عمده نشت هوا از اتصالات لوله‌کشی و اتصالات شیرها و سیلندرهای می‌باشد. در بازرسی‌های فنی از نکات مهم پیدا کردن نشت و برطرف کردن آن است. گاهی نشت هوا از

اتصالات به علت فرسوده بودن یا زنگ‌زدگی اتصالات فلزی است. در بعضی از موارد استاندارد نبودن اتصالات و نداشتن عایق نشت (تفلن و ارینگ) باعث نشت می‌گردد.

قابل ذکر است دنده به دنده بستن یا به عبارتی صحیح درگیر نشدن رزوه‌های اتصالات سبب نشت می‌شود.

جهت تست نشت هوا یا بازرسی فنی نشت هوا بایستی به ترتیب مخزن هوای فشرده، تجهیزات آماده‌سازی هوای فشرده، لوله‌کشی، اتصالات داخل ماشین‌ها، عناصر کارکننده را مورد بررسی و بازمینی قرار داد.

جهت بازرسی فنی نشت، ابتدا مخزن پر از هوا را زمانی که مصرف وجود ندارد، مورد بازرسی قرار می‌دهیم.

شیر ورودی و خروجی مخزن را بسته و عدد عقربه نشان دهنده فشار را ثبت نموده و حداقل برای یک شیفت کاری ۸ ساعته (در صورت امکان ۲۴ ساعت) که مصرف وجود ندارد مخزن نباید کاهش فشار داشته باشد. اتصالات مورد شک را که عبارتند از شیرهای ورودی و خروجی هوا به مخزن، اتصالات عقربه نشان دهنده فشار، عقربه نشان دهنده درجه حرارت، مجرای تخلیه آب، درپوش‌های نظافت، اتصال شیر اطمینان را با اسپری کف مورد امتحان یا تست قرار می‌دهیم.

جهت بازرسی نشت لوله‌کشی نیز شیر ورودی لوله‌کشی هوای فشرده و شیر خروجی هوای فشرده را زمانی که مصرف وجود ندارد و داخل لوله‌کشی فشار مطلوب وجود دارد بسته و با گذشت زمان و توجه به درجه نشان دهنده فشار بازرسی نشت انجام می‌شود.

جهت تست فشار اتصالات لوله‌کشی مانند اتصالات- تخلیه آب، اتصالات مصرف، اتصالات عقربه‌های نشان دهنده فشار نیز تست با اسپری کف انجام می‌شود.

در مورد اتصالات بین شیرها و سیلندرها و آچارهای پنوماتیکی نیز تست با اسپری کف می‌تواند مفید باشد. در بعضی موارد از دود سیگار جهت نشت‌یابی استفاده می‌شود. لیکن در محیط‌هایی که احتمال آتش‌سوزی وجود دارد، نظیر تأسیسات مواد شیمیایی و پالایشگاه‌ها و غیره تست نشت با دود سیگار می‌تواند حادثه‌ساز باشد.

یکی از عواملی که باعث بالا رفتن هزینه‌های هوای فشرده می‌گردد آب‌بندی نبودن لوله‌ها و قطعات و اتصالات پنوماتیکی است.

میزان نشت هوای فشرده

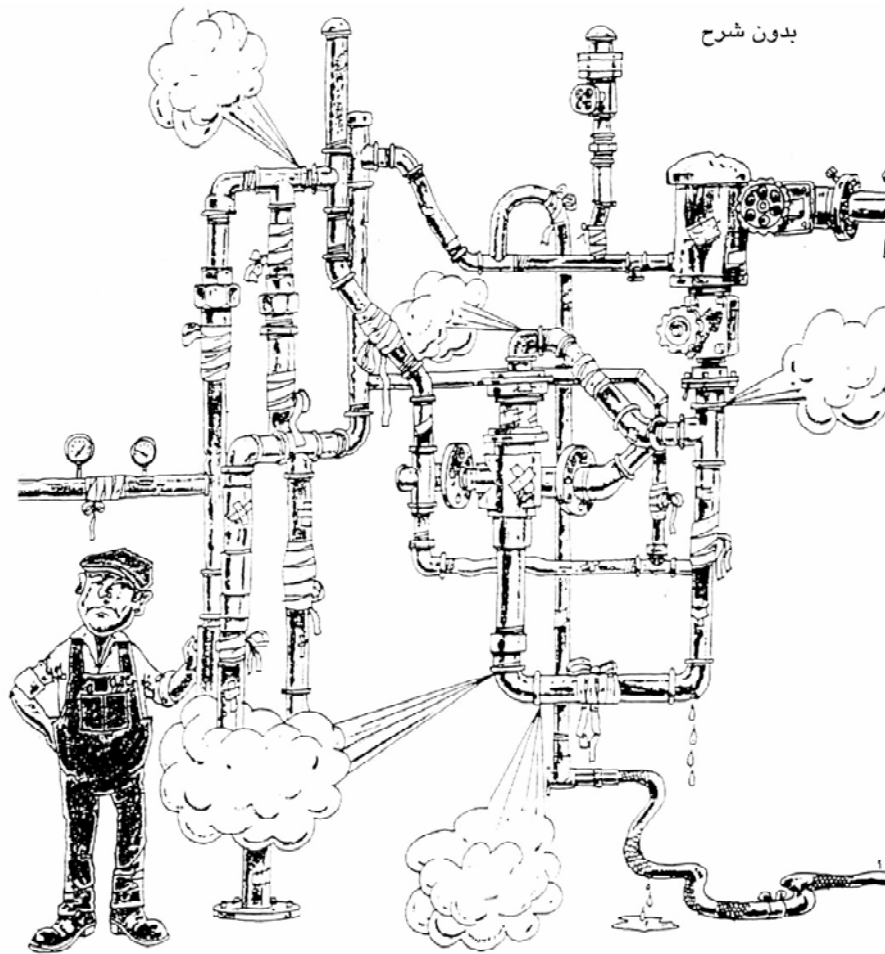
Leakage Loss in Compressed Air Systems

Equivalent hole diameter قطر تقریبی سوراخ. میلی‌متر mm	1 Air leakage at 7 bar نشت در فشار ۷ بار L/s	2 Power required by the compressor میزان مصرف انرژی کمپرسور kW
0.5	0.2	0.06
1.0	0.8	0.24
1.5	1.8	0.54
2.0	3.1	0.93
6.0	28.2	8.5
10	78.1	23.4

1 Figures based on a flow coefficient of 0.65 for non circular shapes

2 Based on 300 Watts/Litre/Second

Leak hole - Ø		Air escaping at 8 bar _{op} [l/min]	Losses	
[mm]	Size		Energy [kW]	Cash [DM/Y]
1	•	75	0,6	1350
1,5	◦	150	1,3	2900
2	◦	260	2,0	4300
3	○	600	4,4	10200
4	○	1100	8,8	20300
5	○	1700	13,2	31100



تعیین مقدار هوای فشرده مورد نیاز



جهت تعیین مقدار هوای فشرده مورد نیاز تعداد مصرف‌کننده‌ها و نیز مقدار مصرف آنها را مشخص نموده و جمع کل مصرف را برحسب لیتر در دقیقه مشخص می‌نماییم. ضمناً جهت توسعه آینده کارخانه و نیز برای ضریب ایمنی بدین معنی که کمپرسور دائماً در حال کار نباشد و به تناوب کار و استراحت داشته باشد بین ۱۰ الی ۲۰٪ به مقدار مصرف می‌افزاییم سپس با توجه به عدد به دست آمده که مشخص‌کننده مقدار مصرف است قطر لوله‌کشی‌ها را با توجه به جداولی که موجود است به بدست می‌آوریم و نیز کمپرسورهای مورد نظر را تهیه و نصب می‌کنیم (حداقل دو کمپرسور باید در کارخانه قرار گیرد) بدلیل ایمنی جهت جلوگیری از توقف تولید در زمان از کار افتادن یکی از کمپرسورها.

جداولی که ملاحظه می‌نمایید مقدار مصرف هوای فشرده سائزهای مختلف بادپاش‌ها AIR.SPRAY و انواع ابزارهای دمشی و نیز ابزارهایی که با هوای فشرده کار می‌کنند را مشخص نموده است.

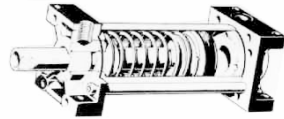
ضمناً چون سیلندرهای پینوماتیکی مهمترین مصرف‌کننده‌های هوای فشرده در کارخانجات صنعتی هستند طبق فرمول خاصی که بیان گردیده می‌توان مقدار مصرف هوای فشرده انواع سیلندرهای یک طرفه و دو طرفه را مشخص نموده.

محاسبه مقدار مصرف سیلندرهای پینوماتیکی

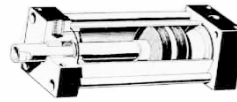
سیلندرهای پینوماتیکی که در کارخانجات صنعتی و در خطوط اتوماسیون صنعتی به کار می‌روند به دو دسته یک طرفه و دو طرفه تقسیم می‌شوند. سیلندرهای یک طرفه یا یک کاره جهت یک حرکت رفت و برگشت یکبار از هوای فشرده پر و خالی می‌شوند زیرا با نیروی فنر یا وزن وارده به آنها به حالت سکون برمی‌گردند.

سیلندرهای دو طرفه یا دو کار جهت یک حرکت رفت و برگشت یا به عبارتی یک کورس یا سیکل کاری دو مرتبه از هوای فشرده پر و خالی می‌شوند، دارای دو مجرا هستند که برای حرکت خروجی شفت از یک مجرا هوای فشرده وارد و برای حرکت بازگشت شفت سیلندر هوای فشرده از مجرای دیگری وارد سیلندر می‌گردد.

همزمان یکی از مجراها به هوای فشرده متصل و دیگری به اگزوز یا تخلیه متصل است.



سیلندر یک طرفه



سیلندر دو طرفه

مصرف هوای سیلندر پینوماتیک طبق فرمول زیر بدست می‌آید.

D = قطر پیستون بر حسب میلی‌متر

S = طول کورس بر حسب میلی‌متر

V = حجم سیلندر واحد لیتر

P = فشار هوا (بر حسب عقربه)

T = تعداد رفت و برگشت سیلندر در دقیقه

t = زمان جهت یک رفت و برگشت سیلندر (یک کورس)

Q = میانگین مصرف. لیتر در ثانیه

q = ماکزیمم یا حداکثر مصرف. لیتر در ثانیه.

$D = 100\text{mm}$: $S = 180\text{mm}$: $P = 8 \text{ bar}$: 4 minutes : $t = 0.5 \text{ seconds}$: $?$: $q = ?$: $V = ?$: $Q = ?$

1.2.3.1. Nomenclature

D	Piston diameter in mm
S	Stroke length in mm
V	Cylinder volume in Litres
P	Gauge air pressure in bar
T	Duty cycle of the cylinder in strokes per minute
t	Actual time to complete one stroke in seconds
Q	Average consumption in Litres/second ANR
q	Maximum air consumption in Litres/second

سمبل سیلندر دو طرفه

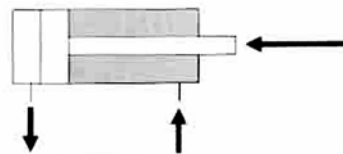
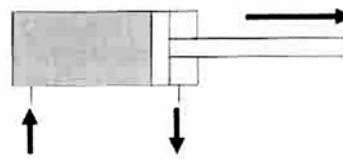
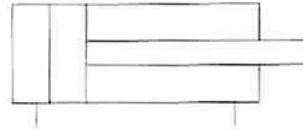
محاسبه حجم سیلندر

1.2.3.2 Calculation of cylinder volume

$$V = \frac{\pi \times D^2 \times S}{4 \times 10^6} = 0.79 \times D^2 \times S \times 10^{-6} \text{ Litres}$$

چ $0.79 \times 100 \times 100 \times 180 \times 10^{-6} = 1.422 \text{ Litres}$

انشیانی اعداد



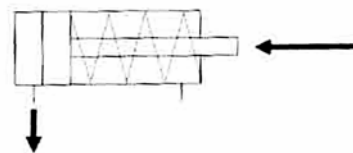
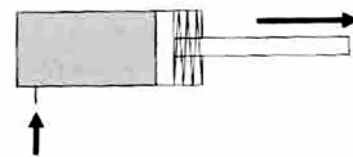
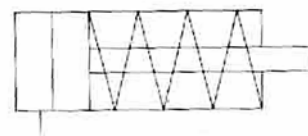
محاسبه میانگین مصرف هوا

1.2.3.2 Calculation of average air consumption

$$Q = \frac{V \times (P + 1) \times T}{60}$$

جانشینی اعداد $\frac{1.422 \times (8 + 1) \times 4}{60} = 0.85 \text{ Litres / sec ond}$

سمبل سیلندریک طرفه



محاسبه میانگین مصرف هوا

1.2.3.2 Calculation of maximum air consumption

$$q = \frac{V \times (P + 1)}{t}$$

جانشینی اعداد $\frac{1.422 \times (8 + 1)}{0.5} = 25.6 \text{ Litres / sec ond}$

فرمول تعیین مقدار مصرف هوای فشرده

مقدار مصرف بر حسب لیتر در دقیقه $q =$

(میلی‌متر) قطر پیستون $d =$

(میلی‌متر) طول کورس شفت $s =$

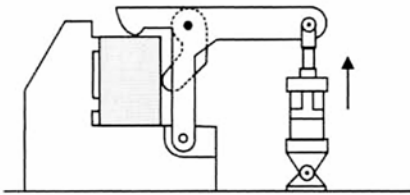
(BAR) فشار هوای فشرده $P =$

تعداد سیکل یا کورس کاری در دقیقه $A =$

عدد ۱ برای سیلندر یک طرفه $B =$

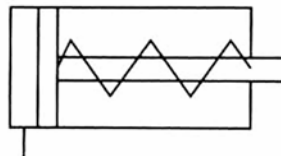
عدد ۲ برای سیلندر دو طرفه

مثال: محاسبه هوای فشرده جهت سیلندر یک طرفه با قطر پیستون ۱۰۰ میلی‌متر فشار کاری ۷ بار و طول کورس ۱۲۰ میلی‌متر و ۴۷ مرتبه عملکرد یا سیکل کاری در دقیقه.



$$q = \frac{1^2 \times \pi}{4} \times 1,3 \times 7 \times 47 \times 1$$

$$q = \text{approx. } 336 \text{ l/min}$$



$$d = 100\text{mm} = 1\text{dm}$$

$$s = 130\text{mm} = 1,3 \text{ dm}$$

$$p = 7\text{bar}$$

$$a = 47$$

$$b = 1$$



دو نوع ابزار بنام بادپاش یا اسیری هوای فشرده جهت نظافت سیستم‌ها.



Nozzle ∅ [mm]	Operating pressure [bar _{op}] Flat and broad spray						
	2	3	4	5	6	7	8
0,5	100	115	135	160	185	–	–
0,8	110	130	155	180	225	–	–
1,0	125	150	175	200	240	–	–
1,2	140	165	185	210	250	–	–
1,5	160	180	200	225	260	–	–
1,8	175	200	220	250	280	–	–
2,0	185	210	235	265	295	–	–
2,5	210	230	260	300	340	–	–
3,0	230	250	290	330	375	–	–

Nozzle Ø [mm]	Operating pressure [bar _{op}] Round spray						
	2	3	4	5	6	7	8
0,5	75	90	105	–	–	–	–
0,8	85	100	120	–	–	–	–
1,0	95	115	135	–	–	–	–
1,2	110	125	150	–	–	–	–
1,5	120	140	155	–	–	–	–

Nozzle Ø [mm]	Operating pressure [bar _{op}]						
	2	3	4	5	6	7	8
3,0	300	380	470	570	700	–	–
4,0	450	570	700	840	1000	–	–
5,0	640	840	1050	1270	1500	–	–
6,0	920	1250	1600	1950	2200	–	–
8,0	1800	2250	2800	3350	4000	–	–
10,0	2500	3200	4000	4800	6000	–	–

Air consumption values in the table are given in l/min .

General compr. air consumers	Working pressure [bar _{op}]	Usage rate UR [%]	Quantity Q [Units]	Individual consump. q [l/min]	Q × q × UR / 100 [l/min]	
Spray paint guns Ø 1,5 mm	3	40	1	180	72	
Blow-out guns Ø 1,0 mm	6	10	3	65	19,5	
Drive screw M10	6	20	3	200	120	
Drills up to Ø 20 mm	6	30	1	700	210	
Angle grinders	6	40	2	500	400	
Total T air consumption of all general consumer devices [l/min]					Σ	821,5
Simultaneity factor f						0,71
Air consumption T _i of general consumer devices			T _i = f × T	[l/min]		583,3

واحد مراقبت



رگولاتورها (Pressure Reducing Valve)

بعد از تهیه هوای فشرده توسط یکی از انواع کمپرسورها و پائین آوردن دمای هوای فشرده توسط سیستم خنک‌کننده و جدا کردن ذرات آب و ناخالصی‌ها توسط یکی از انواع فیلتراسیون، هوای فشرده قابل استفاده می‌شود لیکن در اکثر کارخانجات و کارگاه‌های بزرگ و کوچک قبل از ورود هوای آماده این هوا بایستی از نظر فشار نیز تنظیم گردد یعنی برابر فشار مورد نیاز دستگاه پنوماتیکی استفاده می‌گردد.

در اکثر سیستم‌های پنوماتیک صنعتی فشار کاری حدود ۶ الی ۸ بار می‌باشد، لیکن اکثر قطعات پنوماتیک توانایی کارکرد ۱۲ بار را دارند.

رگولاتور یا دستگاه تنظیم‌کننده فشار هوا توسط سیستم مکانیکی داخل آن و با توجه به تنظیم مربوطه، فشار هوا را در حد مورد نیاز سیستم نگهداری می‌نماید. روی بدنه هر رگولاتور یک پیچ تنظیم وجود دارد که توسط آن فشار مورد نیاز تنظیم می‌گردد و همچنین بر روی بدنه رگولاتور جایی نیز جهت اتصال عقربه نشان‌دهنده فشار وجود دارد.

تنظیم‌کننده فشار هوا یا رگولاتور علاوه بر ثابت نگه داشتن فشار مورد نیاز سیستم، فشار هوا را به صورت یکنواخت نگه می‌دارد، جهت تهیه هوای فشرده از طریق کمپرسور پیستونی چون حرکت رفت و برگشتی پیستون وجود دارد و کمپرس هوا به صورت ضربه‌ای یا پالس می‌باشد و حرکت پالسی یا نوسانی جهت سیستم پنوماتیک مضر است حالت پالسی و نوسانی هوای فشرده نیز توسط رگولاتور از بین می‌رود.

رگولاتور که نام اصلی و لاتین آن Pressure Reducing Valve است در حقیقت یک کاهنده فشار هوا طبق نیازها است.

اکثر کمپرسورها و سیستم کمپرس هوا فشار هوایی بیش از نیاز مورد استفاده در سیستم تولید می‌نماید لذا وجود رگولاتور در سیستم پنوماتیک نیاز است تا علاوه بر تنظیم فشار مورد نیاز سیستم از حالت نوسانی هوای فشرده نیز جلوگیری نماید.

قابل ذکر است در بعضی از سیستم‌های پنوماتیک از دو یا چند رگولاتور در نقاط مختلف سیستم بنا به نیاز همان نقطه از سیستم استفاده می‌کنند چون فشار کاری هر نقطه ممکن است با نقطه دیگری فرق نماید.

رگولاتورها به دو دسته تقسیم می‌شوند: فشار ضعیف و فشار معمولی.

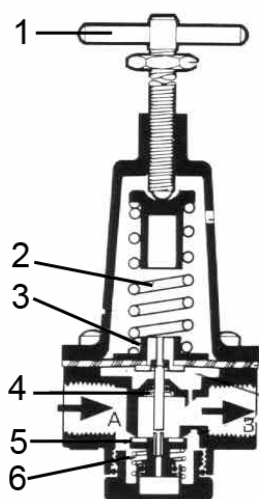
رگولاتورهای فشار ضعیف را برای استفاده از فشار هوای زیر ۶ بار استفاده می‌کنند.

رگولاتورهای معمولی به صورت معمول از ۰ تا ۱۲ بار فشار را تنظیم می‌کنند.

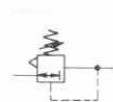
رگولاتورهای فشار ضعیف معمولاً با فشار ورودی کمتر از 6 بار کار می‌کنند یعنی بایستی قبلاً توسط رگولاتور دیگری فشار را تا زیر 6 بار پائین آورد آنگاه وارد رگولاتور فشار ضعیف نمود تا قطعات رگولاتور فشار ضعیف آسیب نبینند.

رگولاتورهای فشار ضعیف یا کم فشار را برای استفاده از فشار هوای دقیق زیر 6 بار استفاده می‌کنند. رگولاتورهای فشار معمولی به صورت معمول از 0 تا 12 بار فشار مورد نیاز سیستم را فراهم می‌سازند. در فشارهای کم یعنی کمتر از 6 بار دقت فشار ضعیف بسیار بیشتر از معمولی است.

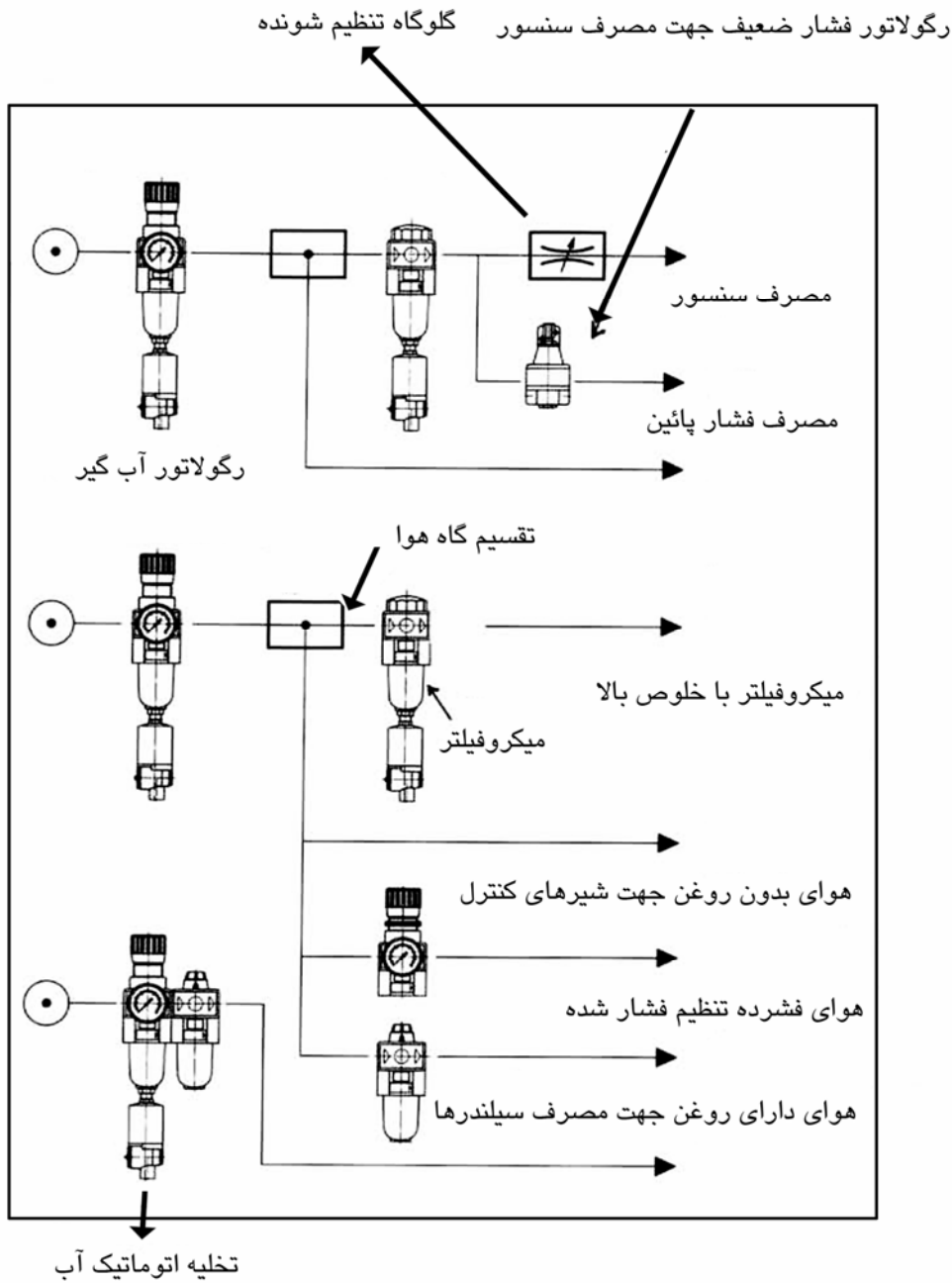
رگولاتور که نام اصلی و لاتین آن Pressure Reducing Valve است در حقیقت یک کاهشنده فشار هوا طبق نیازها است.



- ۱- پیچ تنظیم
- ۲- فنر
- ۳- دیافراگم و متعلقات آن
- ۴- اسپول
- ۵- سوپاپ مسدود کننده
- ۶- فنر



«کاربردهای مختلف از هوای فشرده منشعب شده از رگولاتور آ بگیر»



عقربه فشارسنج

جهت مشخص شدن مقدار فشار در سیستم پنوماتیک از عقربه نشان دهنده استفاده می‌گردد. ساختمان داخلی عقربه نشان‌دهنده همانگونه که دیده می‌شود از یک لوله خمیده با سطح مقطع بیضی ساخته شده است، یک سر لوله که باز است توسط اتصال دنده‌ای (رزوه شده) به فشار هوا متصل است و سر دیگر لوله خمیده که بسته شده و مسدود می‌باشد به اتصال فلزی اهرم مانند و چرخ دندانه متصل است. فشار هوا باعث باز شدن لوله یا به عبارتی کاهش خمش لوله می‌گردد و حرکت لوله تحت فشار توسط اتصالات فلزی به عقربه منتقل می‌گردد. در صورت کاهش فشار هوا لوله خمیده به فرم اولیه برگشته و باعث می‌شود عقربه به جای اولیه باز گردد. معمولاً روی صفحه فشارسنج‌ها دوسری شماره وجود دارد که فشار را علاوه بر واحد PSI به واحد بار BAR نمایش می‌دهند.

عقربه‌های فشارسنج که تحت تأثیر فشار زیادتر از حد قرار گیرند حساسیت خود را از دست می‌دهند. همیشه بایستی عقربه نشانگری را جهت سیستم نصب کرد که توان بالاتری را داشته باشد. مثلاً اگر حداکثر فشار سیستم ما ۱۰ بار است حداقل عقربه‌ای نصب نماییم که ۱۵ بار را نشان دهد تا علاوه بر افزایش عمر عقربه دقت لازم در نمایش فشار بیشتر شود.

لازم به ذکر است عقربه‌های نشان‌دهنده فشار بعد از چند سال کارکرد (به نسبت شرایط کاری نظیر درجه حرارت محیط - مقدار فشار روغن وارده) حساسیت خود را از دست می‌دهند و باید تنظیم یا به عبارتی کالیبره یا تعویض شوند.



روغن پاش یا روغن زن پنوماتیک (Oliver)

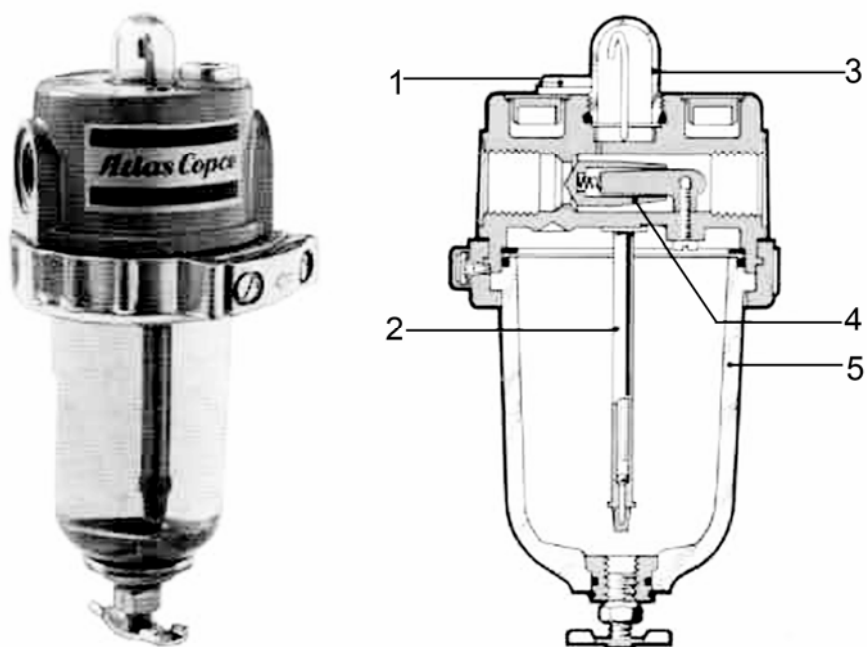
هوای آماده مصرف بعد از تنظیم فشار بایستی جهت مصرف سیلندرها و شیرهای پنوماتیکی و نیز دستگاه‌های پنوماتیک موتور و غیره در حد مناسب روغن زده شود زیرا هوای فشرده خشک باعث از بین رفتن قطعات لاستیکی داخل سیلندرها و شیرها می‌شود. داخل سیلندرها و نیز شیرهای پنوماتیک قطعات لاستیکی معمولاً حرکت رفت و برگشت دارند و چون این قطعات آب‌بندی کننده نیز می‌باشند لذا جهت جلوگیری از اصطکاک و روان تر کردن کار آنها لازم است روغنکاری شوند، روی این اصل هوای فشرده ورودی به سیستم پنوماتیک علاوه بر تنظیم فشار روغنکاری نیز می‌گردد.

عمل روغنکاری سیستم پنوماتیک را دستگاهی به نام روغن زن یا روغن پاش انجام می‌دهد. هوای فشرده با عبور از روغن پاش چرب می‌گردد. روغن پاش در هوای تمیز و تصفیه شده که از آن عبور می‌گردد به صورت مه وارو متناسب با مقدار جریان هوا به طور مداوم هوا را چرب می‌نماید.

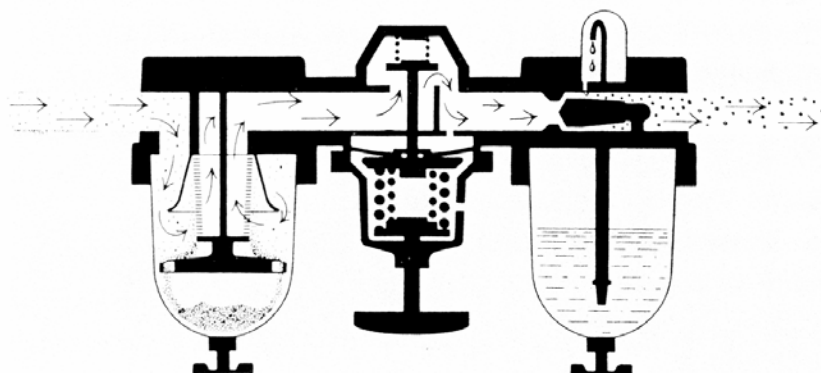
روی بدنه روغن پاش پیچ تنظیم وجود دارد و با تنظیم آن می‌توان تزریق مه روغن را در هوای عبوری تنظیم و حتی توسط آن پیچ می‌توان تزریق روغن را قطع کرد و همچنین مجرای نیز جهت پر کردن روغن روی بدنه تعبیه گردیده است.

سیستم تزریق روغن به هوای عبوری از روغن زن طبق اصل وانتوری کار می‌کند. اساس کار روغن زن طبق اصل وانتوری است. مادامی که هوا از قسمت مخروطی شکل داخل روغن زن عبور می‌نماید به علت فرم خاص گلوگاه و خاصیت وانتوری هوای عبورکننده روغن را از روغن زن مکش نموده و اصطلاحاً چرب می‌شود.

کاسه یا مخزن روغن از مواد پلاستیکی شفاف و ضد لرزش و ضد شوک است تا علاوه بر دیده شدن مقدار روغن موجود در مخزن توسط متصدی دستگاه مخزن نیز در مقابل لرزش و شوک مقاوم باشد.



مسیر عبور هوای فشرده از واحد مراقبت
نحوه عبور جریان هوای فشرده از فیلتر رگولاتور و روغن زن دیده می شود.



نحوه عبور جریان هوای فشرده از فیلتر
رگولاتور و روغن زن دیده می شود

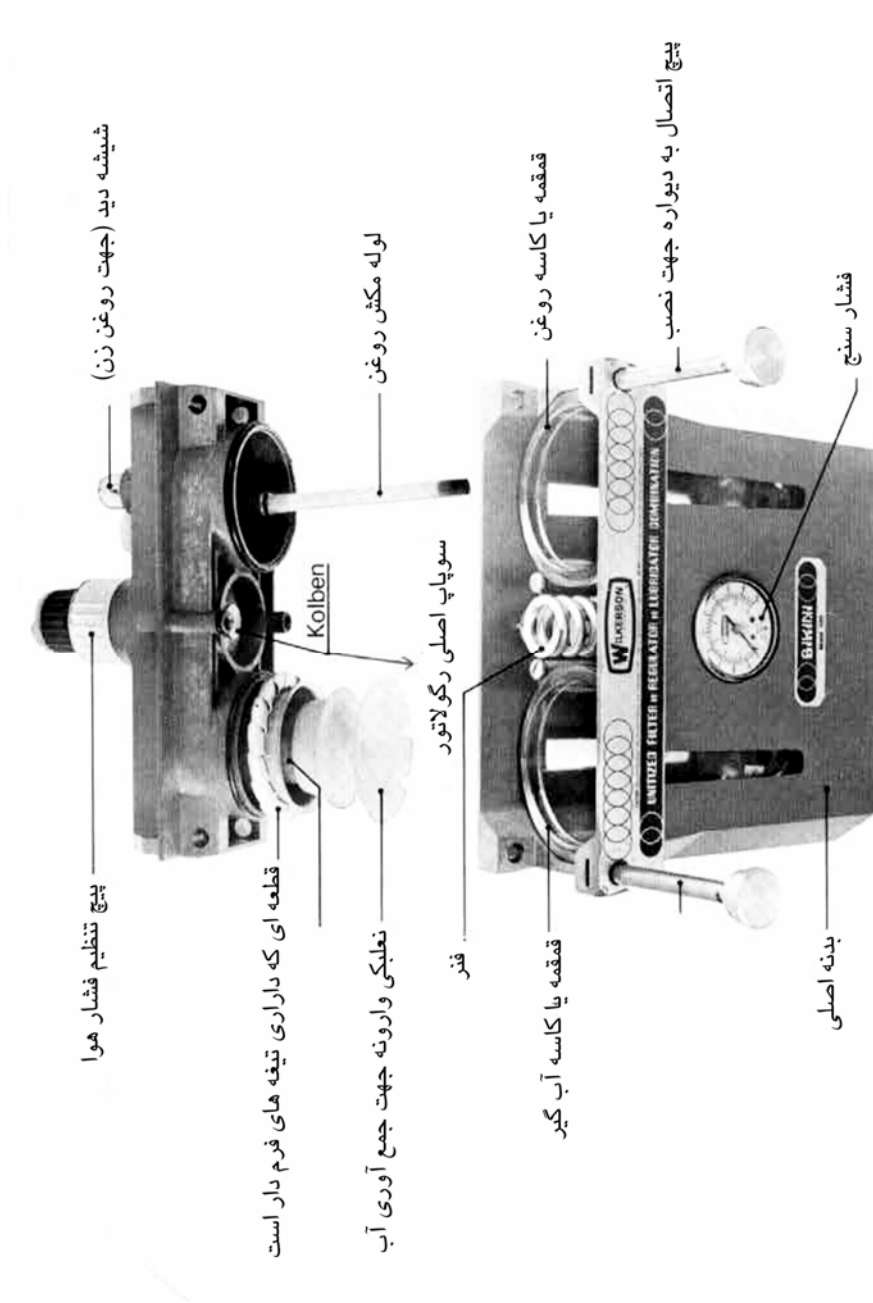
شرح عملکرد واحد مراقبت

هوای فشرده از شیر قطع و وصل از نوع توپی Ball Valve عبور نموده و از مسیر A وارد قسمت فیلتر آبگیر شده و از روی قطعه پلاستیکی مخروطی شکل B عبور می‌نماید. روی قطعه B در قسمت بالایی تیغه‌های پلاستیکی فرم‌دار طراحی شده که هوای عبوری از آن حالت چرخشی می‌یابد الیاف هوایی که حالت چرخشی یافته‌اند با جداره داخلی کاسه آبگیر برخورد نموده و ذرات یا قطرات آب از هوا جدا شده و بر اثر نیروی جاذبه در قسمت پائینی کاسه تجمع می‌یابند. در صورت تجمع قطرات در ته کاسه آبگیر و زیاد شدن مقدار آب، شناور E که متعلق به آبگیر اتوماتیک بوده و در ته کاسه آبگیر قرار دارد بالا آمده و از طریق مجرایی که در قطعه F قرار دارد آب عبور کرده و از خروجی G خارج می‌گردد. قابل ذکر است که توری فلزی یا فیلتر H از گرفتن مجراهای خروجی آب جلوگیری می‌کند یعنی ناخالصی‌ها و رسوبات آب جمع شده زمان خروج از آبگیر توسط توری فلزی (فیلتر) فیلتره می‌شوند تا مجرای خروجی آب مسدود نشود. قطعه C که به صورت نعلبکی وارونه قرار دارد جلوگیری می‌نماید از برگشت قطرات آبی که در ته کاسه جمع شده به سیستم (در صورت تجمع آب در ته کاسه جریان هوای فشرده باعث پاشش و یا متلاطم شدن آب شده و در صورتی که قطعه C در آبگیر موجود نباشد مقداری از قطرات آب بالا آمده و مجدداً به سیستم باز می‌گردد.) از مجراها و فاصله‌ای که بین قطعه C و کاسه آبگیر وجود دارد هوای فشرده آبگیری شده عبور نموده و از سنگ فیلتر D عبور نموده و ناخالصی‌های هوای فشرده در این قسمت توسط سنگ فیلتر که عامل اصلی فیلترکننده است جذب می‌گردد. یعنی ناخالصی‌های هوای فشرده در خلل و فرج سنگ فیلتر باقی مانده و هوای تمیز از آن عبور می‌نماید و وارد قسمت رگولاتور می‌شود. زمانیکه هیچگونه فشاری توسط فنر J روی دیافراگم M نباشد نیروی فنر زیر قطعه K آن را بالا آورده و مسیر هوا مسدود می‌شود. زمانیکه پیچ تنظیم L در جهت عقربه‌های ساعت گردانده شود فنر J متراکم شده و روی دیافراگم M فشار وارد کرده و آن را به سمت پائین می‌راند. دیافراگم نیز قطعه K را به سمت پایین رانده و راه عبور هوا به اندازه فشاری که توسط فنر وارد می‌شود باز می‌گردد. یعنی مقدار فشار فنر تنظیم کننده فشار هوای ورودی به سیستم است. زمانی که مصرف هوا کم شود هوای فشرده که در سیستم وجود دارد از مجرای N به قسمت پایینی دیافراگم فشار وارد کرده و بعلاوه زیادتر بودن فشار هوا (زمانیه مصرف کم شده یا مصرف وجود ندارد) از نیروی فنر J دیافراگم به سمت بالا حرکت کرده و فشار از روی قطعه K برداشته می‌شود

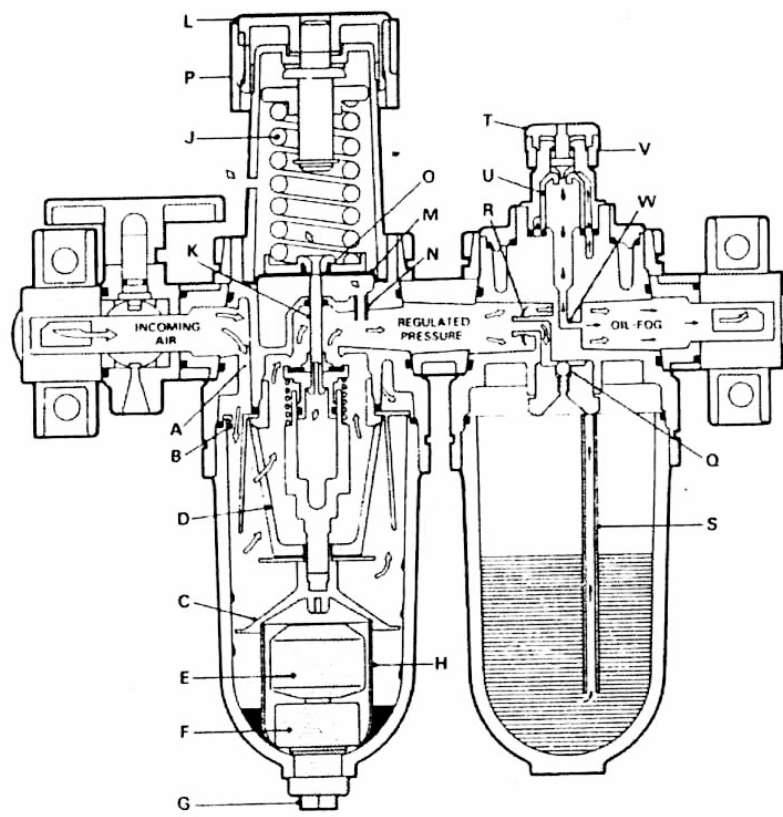
و قطعه K با حرکت به سمت بالا راه عبور هوا را مسدود می‌کند. زمانیکه فشار رگولاتور را منفی می‌کنیم یا آن را می‌بندیم یعنی با پیچ P در خلاف جهت عقربه‌های ساعت نیروی فنر را کم نموده (زمان بستن کامل رگولاتور) نیرو را کاملاً صفر می‌نماییم فشار هوای داخل سیستم دیافراگم را بالا رانده و مجرای O باز شده و هوای فشرده اضافی در سیستم از این مجرا عبور نموده و از سیستم خارج می‌شود. هوای فشرده با خروج از رگولاتور وارد قسمت روغن‌زن یا Oiler می‌گردد.

قسمتی از هوای فشرده از شیر یک طرفه Q وارد کاسه روغن شده و روی سطح روغن فشار وارد می‌نماید و قسمت اعظم فشرده شده از مجرای R عبور می‌نماید. فرم کانال عبوری هوا از روغن‌زن به صورتی است که طبق اصل وانتوری فشار هوا در آن قسمت کاهش یافته و سرعت افزایش می‌یابد یعنی فشار هوا در آن قسمت از فشار هوا روی سطح روغن کمتر می‌شود لذا از طریق لوله S روغن عبور نموده و با گذر از مسیری که توسط پیچ T مجرای عبور روغن را کم و زیاد می‌کند. داخل محفظه V قطره قطره روغن می‌چکد قطرات روغن از مجرای W وارد جریان هوای فشرده شده و به صورت مه‌وار هوا را چرب می‌نماید.

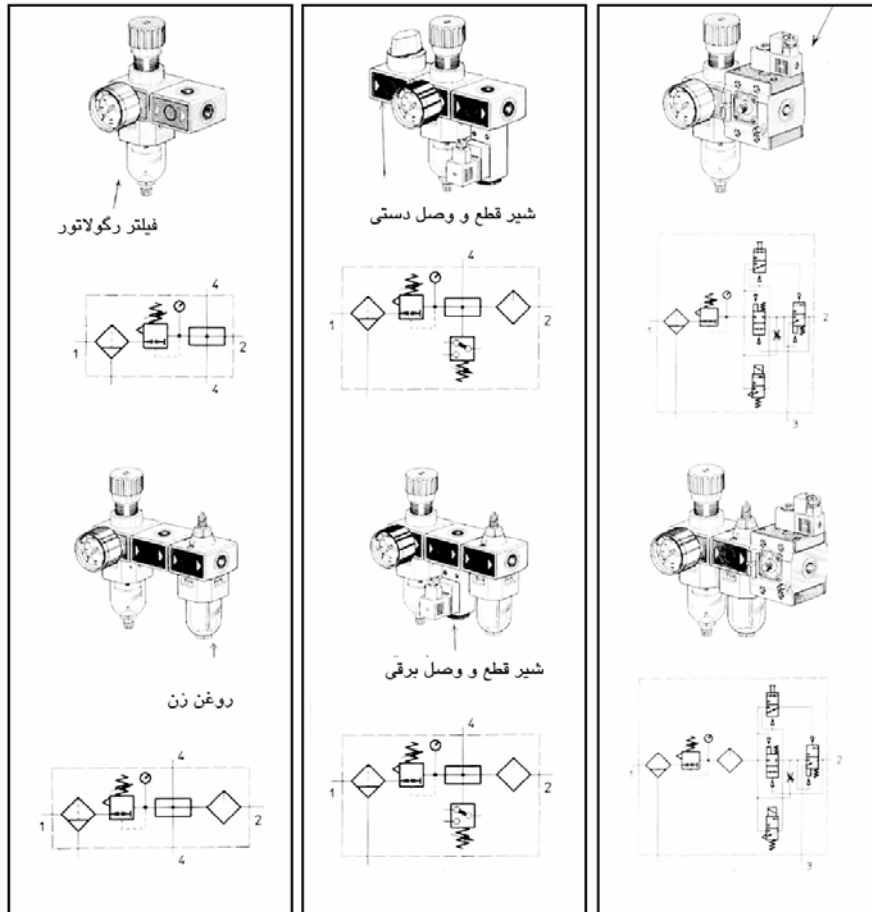
زمانیکه پیچ رگولاتور را می‌بندیم تا فشار هوا را کاهش داده یا کاملاً فشار هوا را صفر می‌نماییم جریان هوا معکوس می‌شود یعنی هوای فشرده از سیستم به روغن‌زن و سپس وارد رگولاتور شده و از مجرای روی دیافراگم خارج می‌شود. وجود شیر یکطرفه Q در روغن‌زن از برگشت روغن و نیز آشفته شدن قسمت‌های داخلی رگولاتور به روغن جلوگیری می‌کند.



شرح عملکرد واحد مراقبت

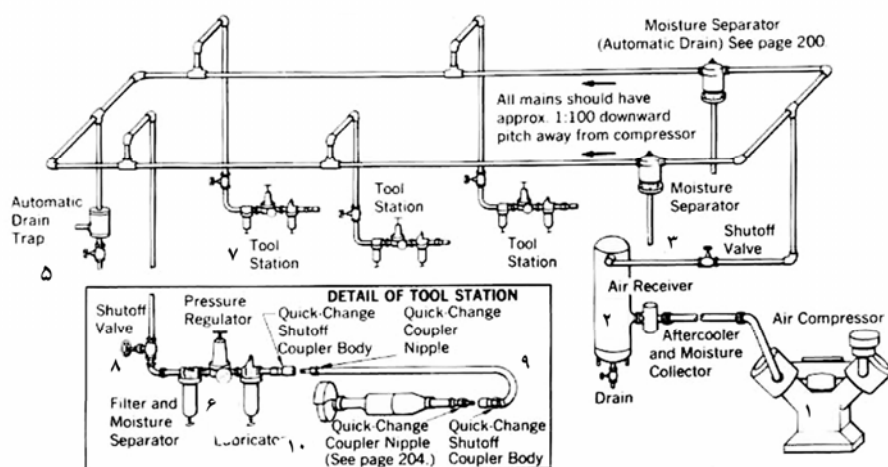


شیر برقی که فشار را به آرامی بالا می برد

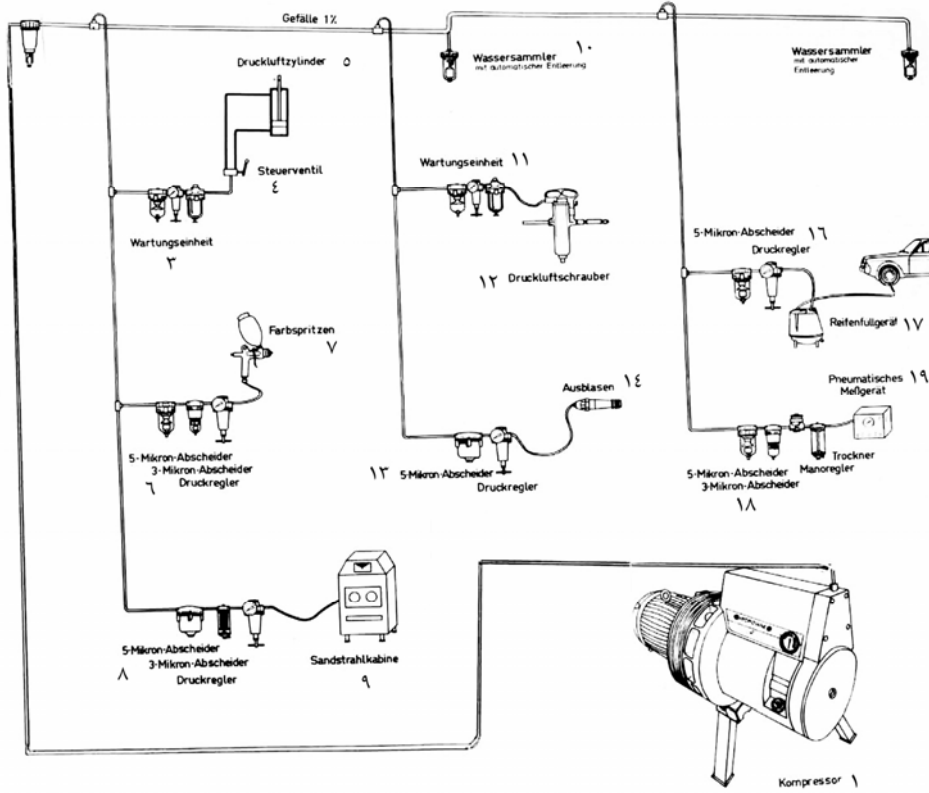


واحدهای مراقبت استاندارد با سمبل های مربوطه

نمایی از لوله کشی هوای فشرده و کاربرد هوای فشرده در یک کارگاه که از ابزار پنوماتیکی استفاده می کند.

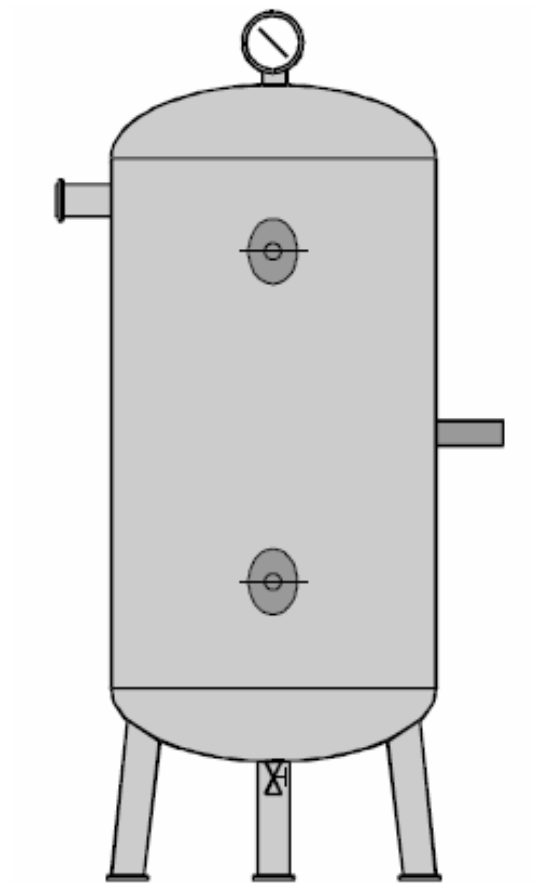


- (۱) کمپرسور هوا
- (۲) مخزن هوای فشرده
- (۳) شیر قطع و وصل
- (۴) رطوبت گیر
- (۵) آب گیر با تخلیه اتوماتیک
- (۶) واحد مراقبت (مجموعه فشارشکن یا رگولاتور فیلتر و روغن زن)
- (۷) ایستگاه یا واحد استفاده از ابزار پنوماتیکی
- (۸) شیر قطع و وصل
- (۹) اتصال قطع و وصل سریع
- (۱۰) ابزار پنوماتیکی



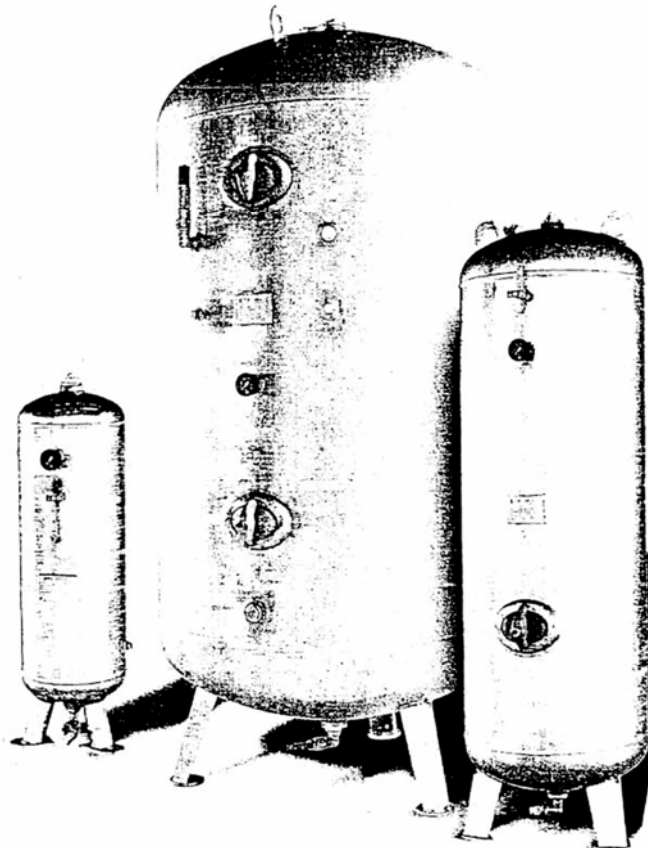
مخازن هوای فشرده

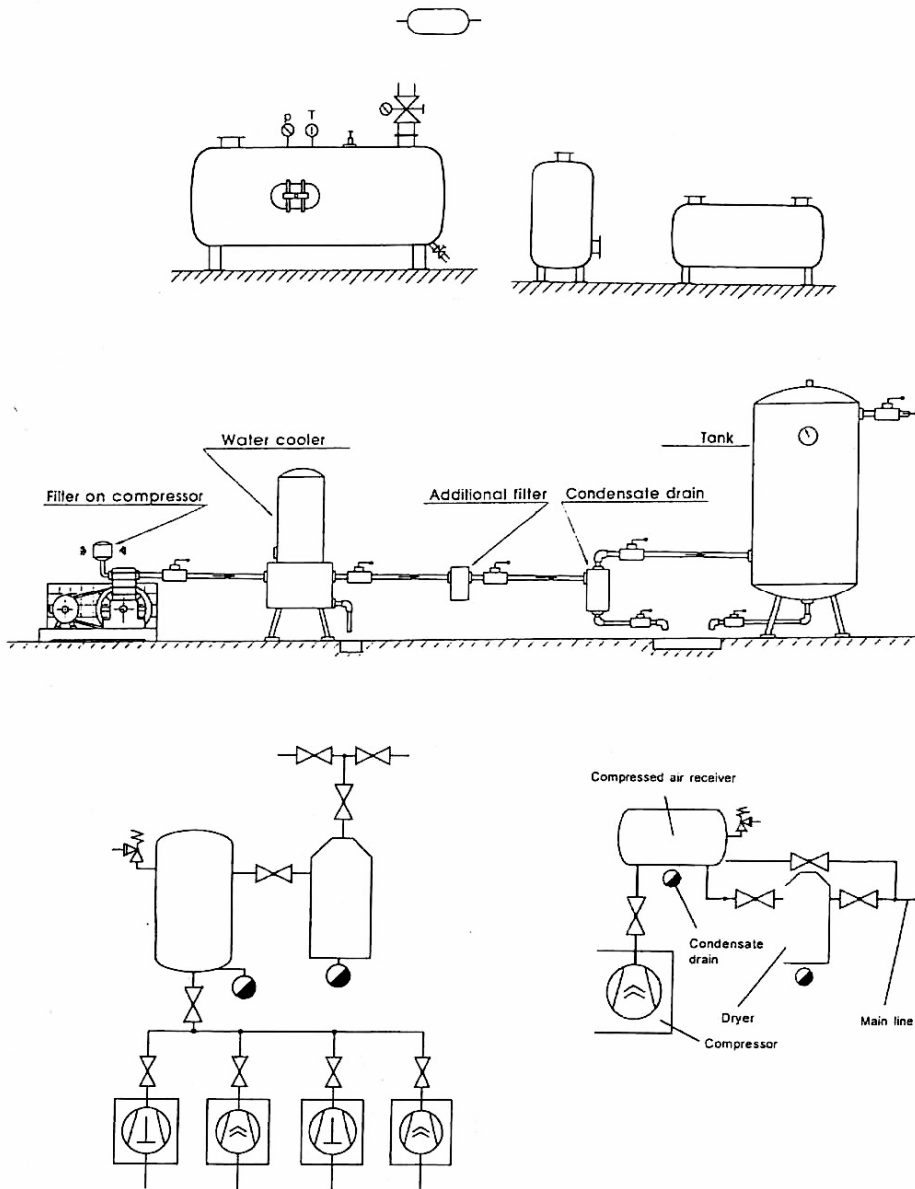
Air Receiver

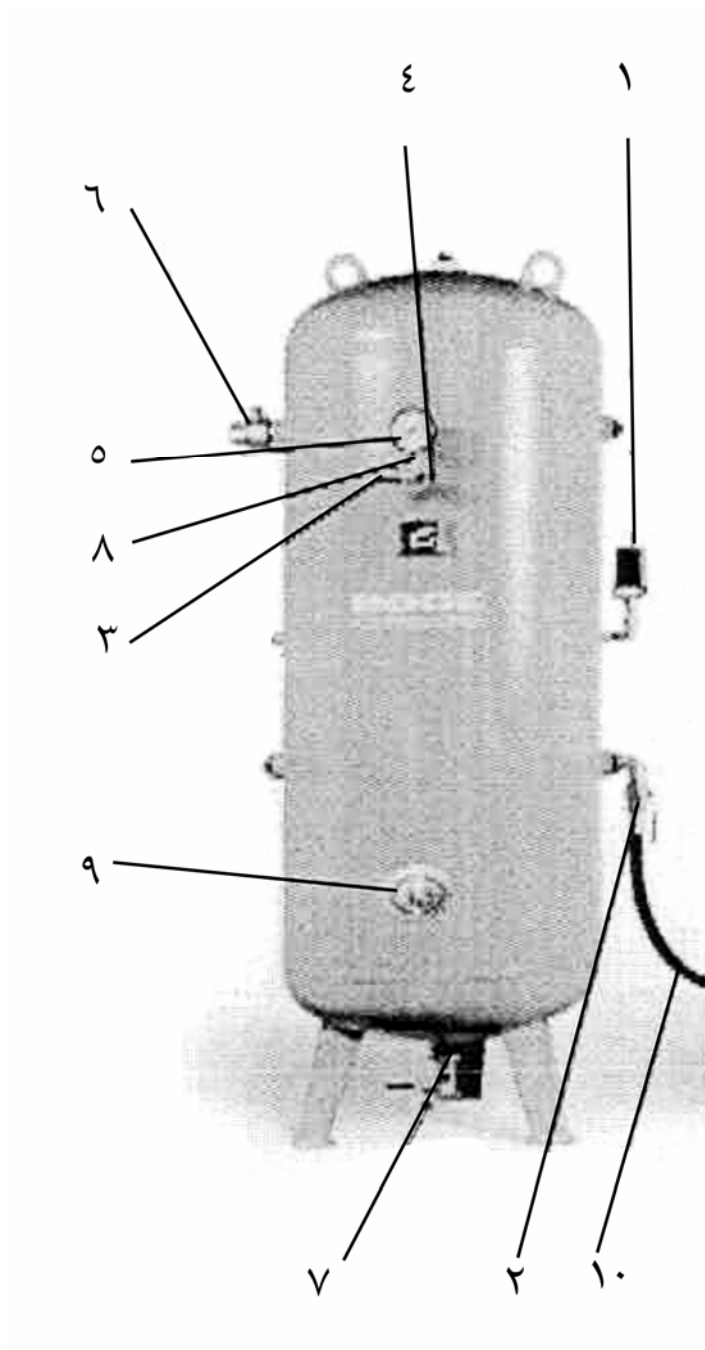


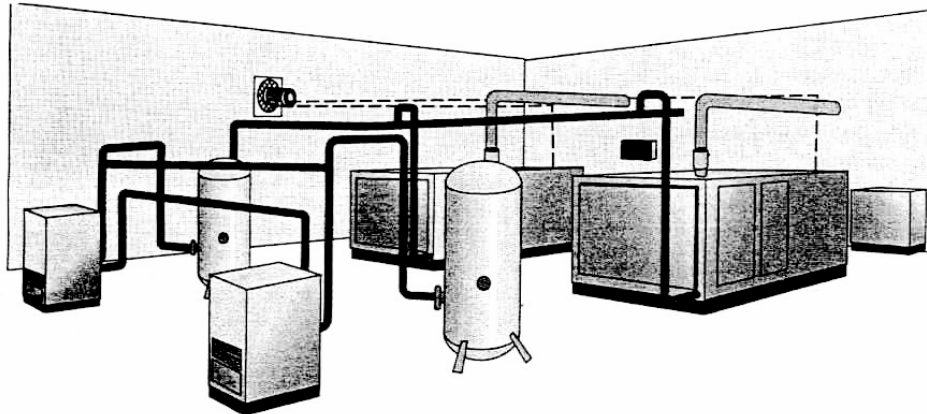
عمده‌ترین وظیفه مخازن هوای فشرده ذخیره‌سازی هوای فشرده است. لیکن وظیفه‌های دیگری که به عهده مخزن است به صورت خلاصه عبارتند از:

- حذف حالت نوسانی هوای تولید شده توسط کمپرسورهای پیستونی، همانگونه که می‌دانیم تولید هوای فشرده به صورت نوسانی است. به علت حرکت رفت و برگشت پیستون تولید هوا به اصطلاح ساده یکی در میان یا نوسانی می‌باشد.
- کاهش دمای هوای فشرده که به مخزن وارد می‌شود. از طریق سطح تماس خارجی مخزن با هوای پیرامون آن (مخازن بایستی حتماً در خنک‌ترین نقطه کارخانه نصب شوند).
- بر اثر تماس هوای فشرده با سطح داخلی مخزن ذرات یا قطرات آب موجود در هوای فشرده ضمن تماس با جداره داخلی مخزن بر اثر نیروی جاذبه در ته مخزن ته‌نشین و توسط شیر تخلیه دستی یا اتوماتیک آب از مجرای مخزن خارج می‌گردد.









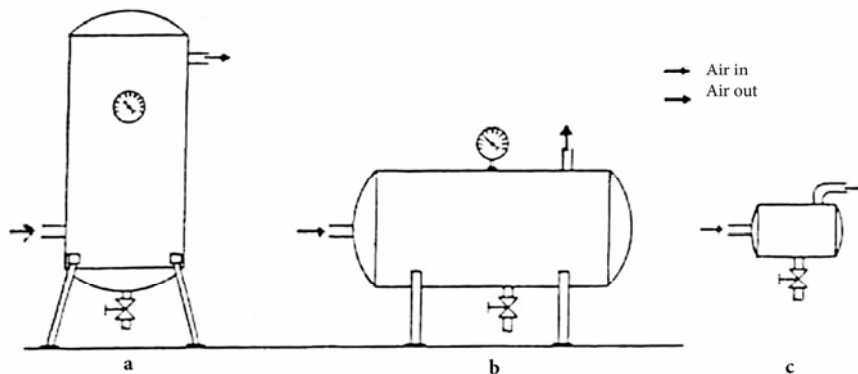
استفاده از ۲ مخزن جهت ۲ کمپرسور مجزا

اتصالات و ملزومات نصب شده روی یک مخزن استاندارد

یک مخزن هوای فشرده استاندارد فقط یک ساختار فلزی مستحکم نیست بلکه ملزوماتی نیز باید روی آن نصب باشد که عبارتند از:

- سوئیچ احساس کننده فشار یا PRESSURE SWITCH جهت کنترل کمپرسور.
- شیر یکطرفه: این نوع شیر فقط اجازه عبور جریان از یک سمت یا مسیر را می‌دهد و به آن اصطلاحاً شیر غیر قابل برگشت یا یکطرفه می‌گویند و معمولاً بین مخزن و کمپرسور نصب است و از بازگشت هوای فشرده از مخزن به کمپرسور در زمان استراحت کمپرسور جلوگیری می‌کند.
- شیر اطمینان: در صورتی که احیاناً فشار داخلی مخزن از حد معینی بیشتر شود این شیر فشار اضافی را تخلیه می‌نماید و معمولاً تنظیم برابر ۱۰٪ بیشتر از ماکزیمم فشار پرشر سوئیچ را دارد.
- صفحه کنترل: روی این صفحه عقربه‌ها و ملزومات کنترل نظیر فشارسنج، دماسنج و غیره نصب شده است.
- فشارسنج: عقربه فشارسنج مقدار فشار هوای داخل مخزن را نشان می‌دهد.
- شیر قطع و وصل از نوع توپی: برای قطع و وصل جریان هوای فشرده استفاده می‌گردد.

- تخلیه آب: جهت تخلیه آب درون مخازن معمولاً در ته مخازن شیرهای دستی یا اتوماتیک نصب می‌گردد.
- قسمت بازرسی فنی و نظافت: از این قسمت که معمولاً یک دریچه دارای درپوش است داخل مخزن بازرسی فنی و نیز نظافت می‌شود. در صورت کوچک بودن مخزن مجرای دست یا HAND HOLE و در صورت بزرگ بودن مخزن مجرای آدم رو یا MAN HOLE نام دارد.
- شیلنگ فشار قوی: که خط خروجی مخزن را به لوله‌کشی اصلی یا شاه لوله متصل می‌سازد.
- معمولاً بازرسی فنی مخازن هر 5 سال یکبار و تست فشار هر 10 سال یکبار صورت می‌پذیرد.



ملزومات یک مخزن استاندارد

- مخزن استاندارد باید دارای عقربه نشان دهنده فشار و نشان دهنده حرارت باشد.
- مخزن استاندارد باید دارای شیر تخلیه فشار اضافی از نوع مرغوب باشد.
- مخزن استاندارد باید دارای شیر تخلیه آب باشد. ضمناً باید دارای مجرای درپوش‌دار جهت نظافت داخلی باشد.

- یک مخزن استاندارد دارای پلاک شناسایی است که روی پلاک کارخانه سازنده مخزن و مارک آن و مشخصات کاری از قبیل ظرفیت و فشار مورد تحمل مخزن، سال ساخت و در بعضی موارد جنس و ضخامت ورق را نیز ذکر کرده است.

- یک مخزن استاندارد بعد از ساخته شدن تحت فشار بالاتر از فشار مورد نظر تحت فشار قرار می‌گیرد. و در ساخت آن ضریب ایمنی را نیز در نظر می‌گیرند. بدین صورت که در محاسبات جهت تعیین ضخامت و جنس ورق بدنه اگر مخزن برای فشار 10 بار در نظر گرفته شده باشد آن را طوری می‌سازند که 12 بار را تحمل کند و با فشار 12 بار تست فشار هوا می‌گیرند.

- پایه‌های نصب مخازن بزرگ باید به صورت استاندارد ساخته شود تا علاوه بر تحمل وزن مخزن زمانی که پر است، به راحتی نصب شود. و در صورت نیاز بتوان آن را به فونداسیون پیچ و مهره نمود.

- جنس مخازن از ورق‌های آهنی آلیاژی و یا استیل است. در مواردی که جنس مخزن از آهن است، جداره داخلی را رنگ کاری یا پوشش اپوکسی می‌دهند تا از زنگ‌زدگی جدار داخلی مخزن جلوگیری شود.

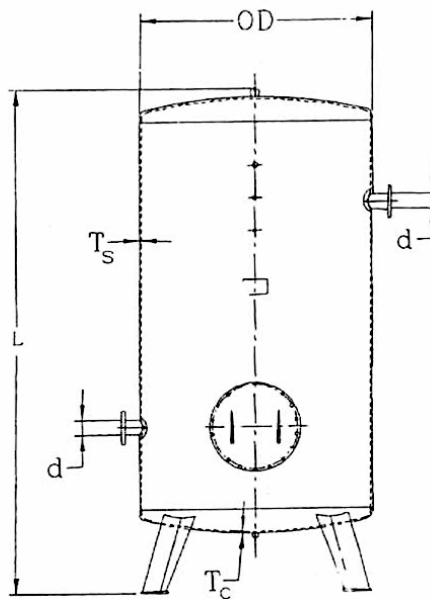
- مخزن استاندارد ترجیحاً دارای دو عدد شیر دستی از نوع توپی BALL VALVE در ورودی و خروجی هوا فشرده است.

- مخازن بزرگ دارای ساختاری هستند که بتوان کابل یا طناب جرثقیل را جهت سهولت جابجایی به آنها متصل نمود و زمانی که طناب به اتصال متصل شود، مخزن به صورت تراز آویزان شود.

- ضمناً مخازن کوچک دارای مجرایی بزرگ هستند که درپوش دارد و جهت نظافت می‌توان درپوش را جدا کرد و از طریق مجرا داخل آن را نظافت کرد. که به مجرا اصطلاحاً مجرای دست HAND HOLE می‌گویند. در مخازن بزرگتر مجرا بزرگتر است که در بعضی موارد می‌توان داخل مخزن رفت که به آن MAN HOLE یا مجرای آدم رو می‌گویند.

Air Receiver

Model	Capacity Lit	Thickness		Dimension		Inlet / Outlet d in	Drain in	Safety Valve in	Total Weight Kg
		Shell T_s (mm)	Head T_c (mm)	L (mm)	OD (mm)				
		TK-250	250	6	6	1700	Ø510	1	
TK-500	500	6	6	2060	Ø610	1	1/2	1/2	200
TK-750	750	8	8	2120	Ø760	1 1/4	1/2	1	320
TK-1000	1000	8	8	2110	Ø900	1 1/4	1/2	1	343
TK-1500	1500	8	8	2890	Ø900	1 1/2	1/2	1	368
TK-2000	2000	10	10	2270	Ø1200	2	1/2	1	740
TK-2500	2500	10	10	2750	Ø1200	2	1/2	1 1/4	880
TK-3000	3000	10	10	3100	Ø1200	2	1/2	1 1/4	1028
TK-4000	4000	12	12	3260	Ø1400	3	1/2	1 1/4	1465
TK-5000	5000	12	12	3780	Ø1400	3	1/2	1 1/4	1730
TK-6000	6000	12	12	4510	Ø1400	4	1/2	1 1/2	2000
TK-8000	8000	12	12	5775	Ø1400	4	1/2	1 1/2	2568
TK-10000	10000	12	12	6030	Ø1400	4	1/2	1 1/2	2990
TK-12000	12000	12	12	8590	1400	4	1/2	2	3670



مخزن ذخیره هوا (Air receiver)

مخازن هوای فشرده به منظور ذخیره‌سازی هوای فشرده، میرا کردن یا از بین بردن نوسانات و جداسازی قطرات آب موجود در هوای فشرده که در مخزن چگالیده شده‌اند، در سیستم‌های نیوماتیکی استفاده می‌شود. به همین خاطر انتخاب صحیح مخزن (از نظر حجم) در شرایط مختلف، موضوعی با اهمیت است.

تعیین حجم مورد نیاز مخزن هوای فشرده از روش تجربی

الف) در کمپرسورهای پیستونی در شرایط کار متناوب، حجم مخزن (برحسب لیتر) با دبی حجمی کمپرسور (بر حسب لیتر در دقیقه) مساوی در نظر گرفته می‌شود. یعنی:

$$V_{\text{Receiver}} = V_{\text{compressor}}$$

ب) در کمپرسورهای اسکرو در شرایط کار ثابت، حجم مخزن (برحسب لیتر)، یک سوم دبی حجمی کمپرسور (بر حسب لیتر در دقیقه) در نظر گرفته می‌شود. یعنی:

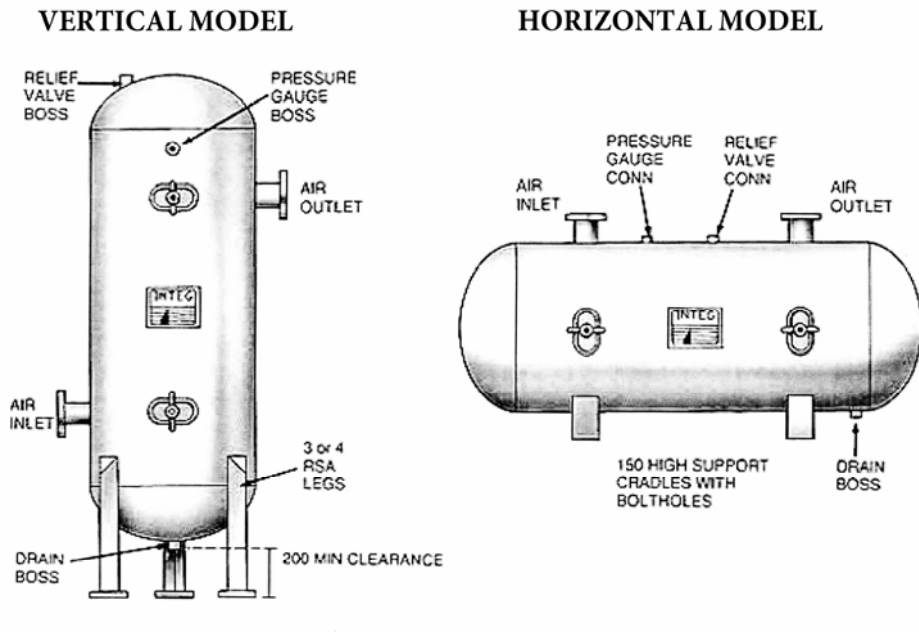
$$V_{\text{Receiver}} = 1/3 V_{\text{compressor}}$$

به عنوان مثال یک کمپرسور اسکرو که دبی حجمی آن $2.46 \text{ m}^3/\text{min}$ است، به مخزنی به حجم 800 Lit نیاز دارد:

$$\frac{2.46}{3} V_{\text{Receiver}} = 0.81 \text{ m}^3 = 810 \text{ Lit} - 800$$

مخازن کمپرسورها را به اشکال مختلف می‌سازند. بهترین نوع مخزن کروی است، لیکن به دلیل گرانی تولید آن، از نوع کروی کمتر استفاده می‌شود. فراوان‌ترین نوع مخزن هوا از نوع استوانه‌ای است که به صورت افقی یا عمودی نصب می‌گردد و از لحاظ قیمت نسبت به کروی ارزان‌تر است.

مخازن استوانه‌ای شکل از دو قسمت کلی تشکیل شده است، بدنه اصلی و کلاگی‌های (عدسی‌ها) که بعنوان درپوش دو طرف استوانه استفاده شده است.



شکل ص ۲۲۶ عکس مخزن استاندارد

ملزومات یک مخزن استاندارد عبارتند از:

- ۱- عقربه نشان دهنده فشار و نشان دهنده حرارت
- ۲- شیر تخلیه فشار اضافی
- ۳- شیر تخلیه آب چگالیده شده مخزن (که در پایین ترین نقطه مخزن نصب می شود)
- ۴- مجرایی در پوش دار جهت نظافت داخلی، که در مخازن کوچک به این مجرا، اصطلاحاً مجرای دست (hand hole) و در مخازن بزرگتر، اصطلاحاً مجرای آدم رو (man hole) گفته می شود.
- ۵- پلاک شناسائی مخزن که روی پلاک، کارخانه سازنده مخزن و مارک آن و مشخصات کاری از قبیل ظرفیت و فشار مورد تحمل مخزن، سال ساخت و در برخی موارد جنس و ضخامت ورق را ذکر می کنند.
- ۶- مخزن ترجیحاً دارای دو عدد شیر دستی از نوع (Ball valve) در ورودی و خروجی هوای فشرده است.

۷- قلاب جهت جابجائی

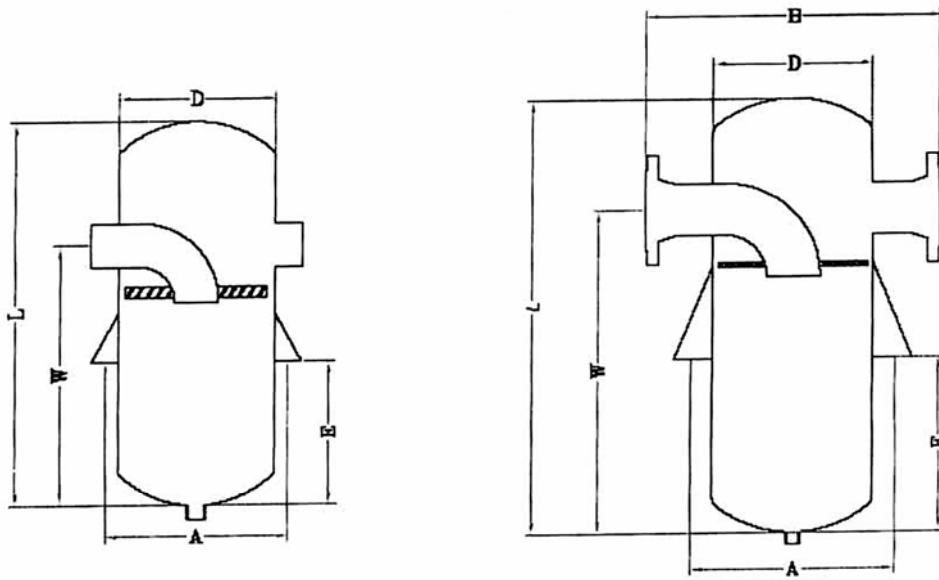
۸- پایه‌هایی که بتوان آن را به فونداسیون پیچ و مهره کرد.

تله آبگیر (Water Trap)

زمانی که دمای هوا در خط هوا افت کند، بخارات آب موجود در هوا چگالیده می‌شود. این آب ناشی از چگالش را می‌توان به وسیله یک تله آبگیر (جداکننده آب) از خط هوا خارج کرد. در این روش که ارزان‌ترین و ساده‌ترین روش جهت خارج نمودن آب از هوای فشرده است، سعی می‌شود تا به صورت‌های مختلف سطح تماس هوای فشرده با جداره داخلی مخازن و لوله‌کشی‌ها زیادتر شود یا بر اثر برخورد هوای فشرده با سطوحی که در مسیر هوای فشرده قرار دارند، قطرات آب از سیستم هوای فشرده خارج می‌شود. بر اثر برخورد هوای فشرده با سطوح مقابل، قطرات آب، جدا شده و تحت تأثیر جاذبه، در پایین‌ترین نقطه تجمع یافته و به صورت دستی یا اتوماتیک از سیستم خارج می‌شود. از آنجائیکه تله آبگیر، آب را فقط در حالت مایع می‌تواند جمع‌آوری کند، به همین خاطر لزوماً تله آبگیر را در نقطه‌ای از خط که بیشترین آب چگالیده می‌شود (یعنی جائیکه دما کمترین مقدار خود را دارد)، قرار می‌دهند. وقتی که دمای محیط زیر صفر است، تله آبگیر باید جائیکه دما مقداری بالای صفر است قرار داده شود تا از یخ‌زدگی داخل تله آبگیر جلوگیری به عمل آید.

توجه:

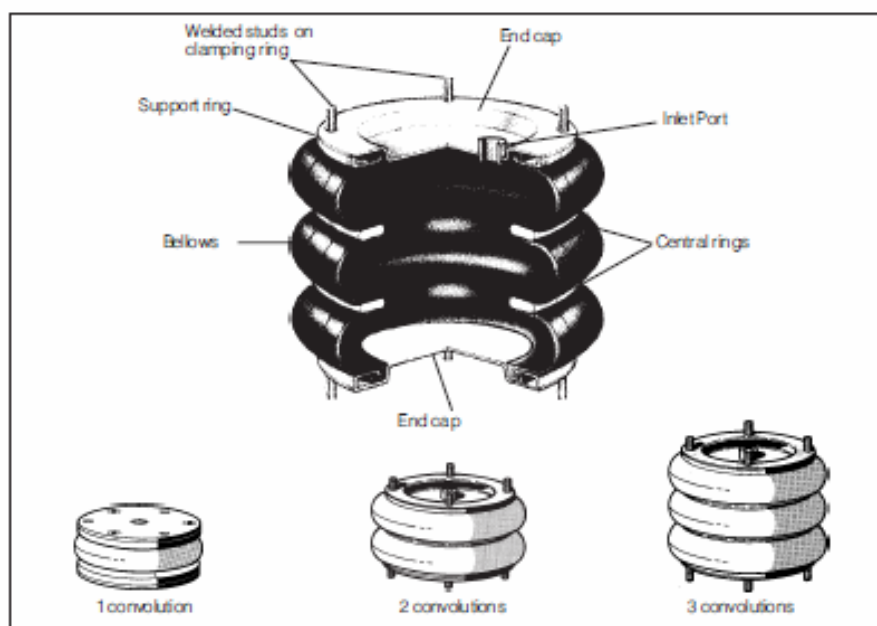
تله آبگیر فقط آب مایع را از خط هوای فشرده خارج می‌کند. بخار آب از این وسیله می‌گذرد و به آب مایع چگالیده می‌شود. فیلترها و تله آبگیرها را نمی‌توان جایگزین خشک کن (Dryer) هوای فشرده کرد، زیرا فیلترها و تله آبگیرها نمی‌توانند مانند خشک‌کن، بخار آب را از خط هوای فشرده خارج کنند یا نقطه شبنم هوای فشرده را پایین آورند. تله آبگیر از نیروی گریز از مرکز استفاده می‌کند. هوایی که داخل تله آبگیر جاری می‌شود یک حرکت چرخشی پیدا می‌کند به طوری که ذرات آب به سوی دیوارهای ظرف پرتاب می‌شوند و در نتیجه از هوا جدا می‌شوند.



شکل - تله آبگیر

فنرهای هوایی

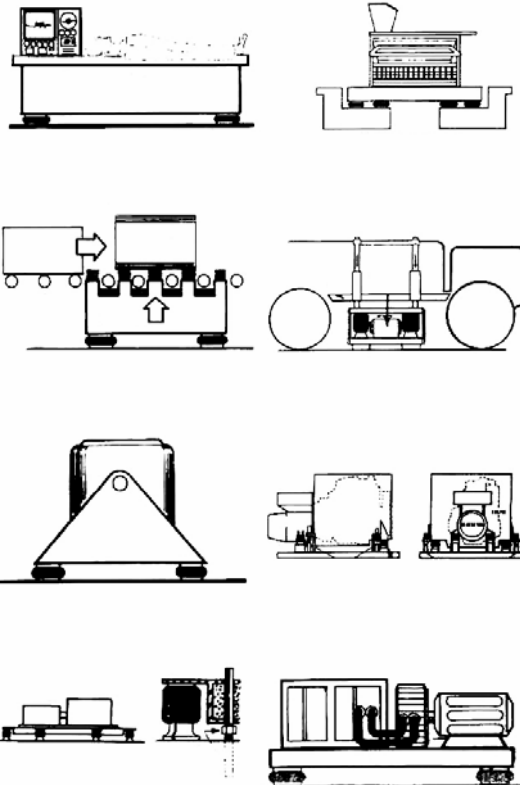
AIR SPRINGS

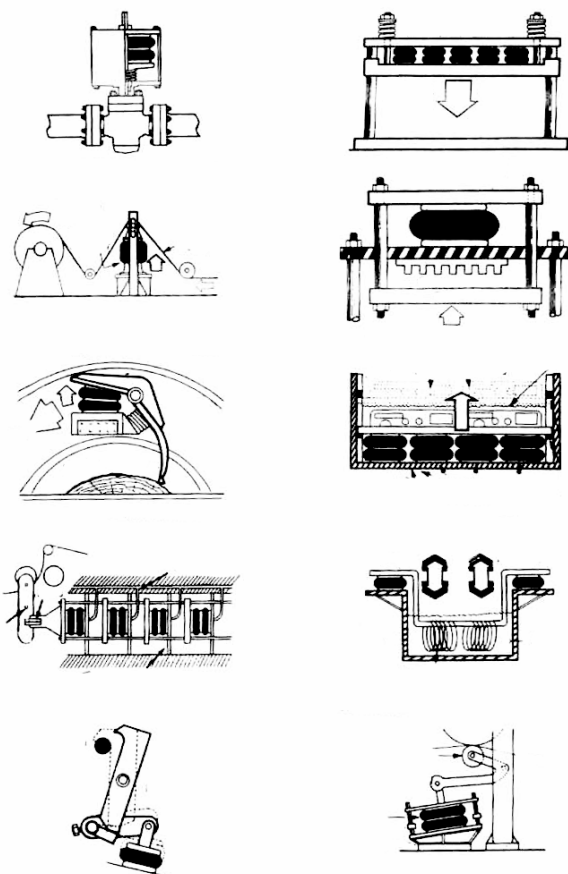


کاربرد سیلندرهاى (جک) پنیوماتیکی یا بادی به عنوان فنرهای هوایی:

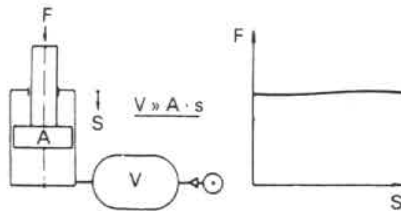
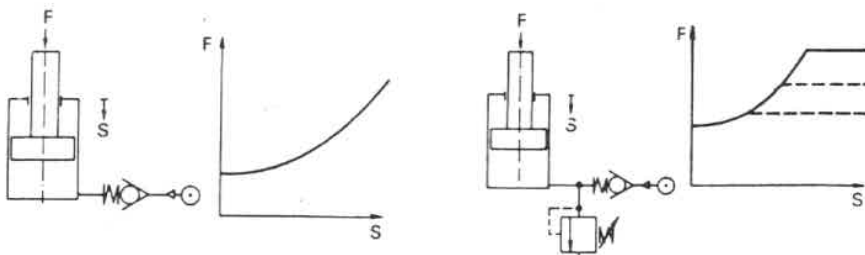
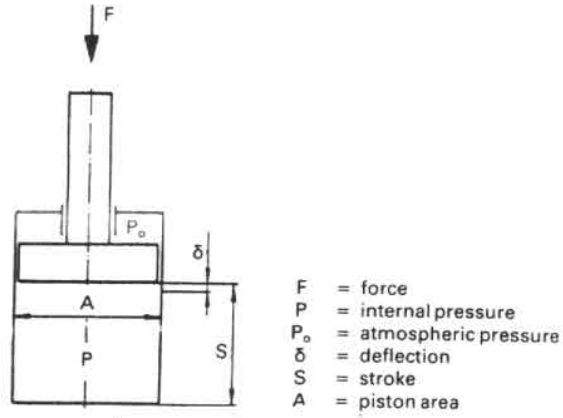
هوای فشرده دورن جک‌های بادی یا سیلندرهاى پنیوماتیکی به عنوان فنر هوایی کاربرد دارد. هوای فشرده، دورن سیلندر به دلیل محبوس بودن درون یک محفظه و نداشتن نشت می‌تواند جهت انجام کار استفاده گردد و نیز به عنوان ضربه‌گیر یا فنر نیز می‌توان از آن استفاده کرد.

هوای فشرده‌ای که دورن سیلندر محبوس است باعث حرکت پیستون و نهایتاً حرکت شفت یا میل پیستون می‌گردد که از این عمل یعنی تبدیل نیروی هوای فشرده به نیروی مکانیکی در کاربردهای مختلفی استفاده می‌گردد که یک مثال ساده آن باز و بسته شدن درب اتوبوس یا قطار مترو است. اما هوای فشرده دورن یک سیلندر نیز به عنوان یک ضربه‌گیر می‌تواند عمل نماید. یعنی ضربات وارده به شفت و کمپرس شدن یا فشرده شدن هوا می‌گیرد.



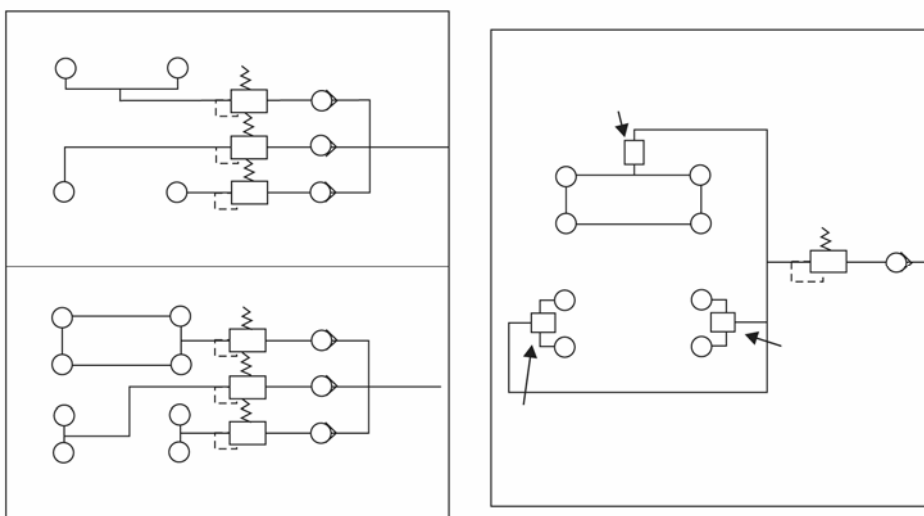


در تصویر شماره ۲ یک عدد سیلندر را می‌بینیم که هوای فشرده در آن محبوس است و اساس کار ضربه‌گیری پنیوماتیکی را نشان می‌دهد که مزایای فنر هوایی این است که چون قطعات آب‌بند کننده و ضد نشت از جنس قابل انعطاف و لاستیکی است تحمل لرزش را دارا است و در مقابل لرزش نقص فنی نمی‌یابد. از این نوع ضربه‌گیر به صورت تکی یا چندتایی می‌توان استفاده نمود در تصاویر نحوه اتصال سیلندر را به هوای فشرده ملاحظه می‌کنید.



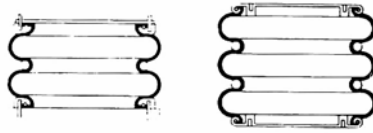
کارکرد سیلندر پنیوماتیک را می‌توان با مدارهای مختلفی بهینه‌سازی نمود. در مدار ۳A سیلندر به هوای فشرده متصل است و وجود یک عدد شیر یک طرفه از برگشت هوای فشرده بر اثر ضربه وارده به شفت سیلندر جلوگیری می‌کند.

در مدار 3B یک عدد شیر تخلیه فشار اضافی به مدار افزوده شده تا فشارهای بیش از حد توان سیستم را بر اثر ضربات شدید را خنثی نماید تا از صدمه جلوگیری شود یعنی افزایش فشار ناشی از ضربه مکانیکی از طریق شیر تخلیه فشار اضافی تخلیه می‌گردد. در مدار 3C یک عدد مخزن قرار داده شده تا نشت احتمالی هوا را جبران نماید.



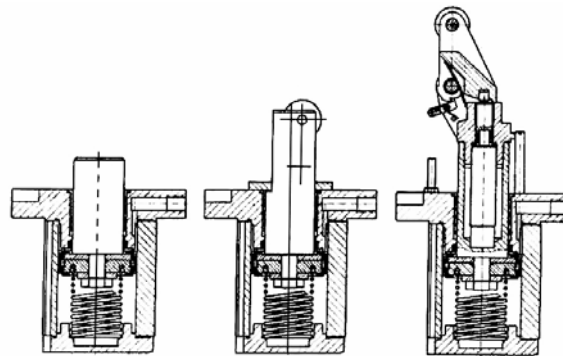
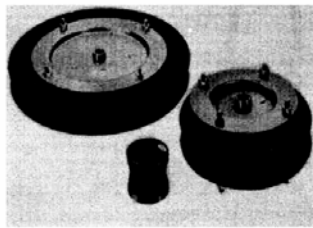
ضربه گیر دارای قابلیت انعطاف دیافراگمی یا بادکنکی Flexible bellows

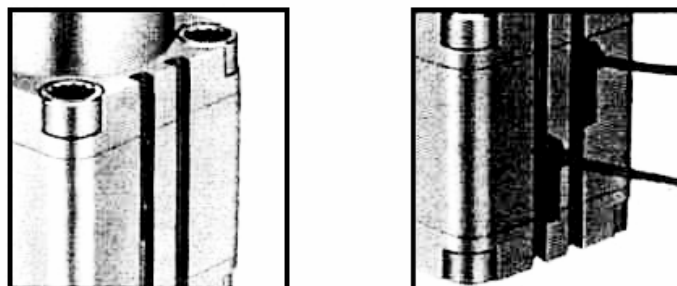
این نوع ضربه گیر مانند یک توپ فوتبال باد می‌شود و تحمل ضربه را در سه محور x و y و z دارد. علاوه بر ضربه تحمل ضربات نوسان دار یا پالسی را نیز دارا می‌باشد. همان گونه که از نام آن پیدا می‌باشد دارای قابلیت انعطاف زیادی است و به ندرت نیاز به تعمیر یا تعویض دارد. دارای دو عدد کفشک یا درپوش فلزی است که دو درپوش به یک عدد پوسته لاستیکی تقویب شده متصلست. در نوع استاندارد بدنه یا پوسته دارای ۲ لایه لاستیکی مانند تایر خودرو است که یک لایه تقویتی پارچه‌ای یا سیمی بافته شده داخل آن و تحمل فشار ۷ BAR را دارد. در نوع دیگری که دارای ۴ لایه لاستیکی است و بین لایه‌ها نیز لایه تقویتی موجود است توانایی تحمل ۱۲ BAR را دارد. این نوع ضربه گیرها را تحمل وزن ۴۵ کیلو نیوتون ۴۵Kn و طول کورس تا ۳۵۰ میلی‌متر را ساخته‌اند و معمولاً دما $c - ۵$ تا $c + ۶۰$ را تحمل می‌کنند ولی جدیداً با استفاده از نوعی لاستیک خاص در بدنه این نوع ضربه گیر دمای $c - ۵۰$ تا $c + ۱۱۰$ را تحمل می‌کند.



مشخصات و مزایای کلی این نوع ضربه‌گیر عبارتند از:

- ۱- آب بند کننده یا ضد نشت متحرک مانند جک‌ها یا سیلندرها یا پیئوماتیکی را ندارند لذا نیاز به تعمیرات چندانی نیست.
- ۲- نیاز کم به تعمیرات و نگهداری.
- ۳- تعویض راحت.
- ۴- قیمت مناسب.
- ۵- توانایی تحمل بارهای عمود و جانبی
- ۶- عاری از هرگونه خستگی Fatigue

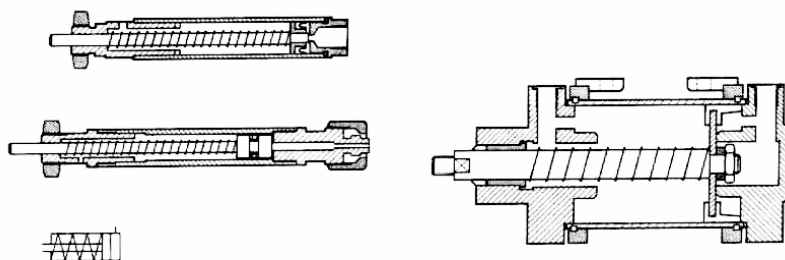




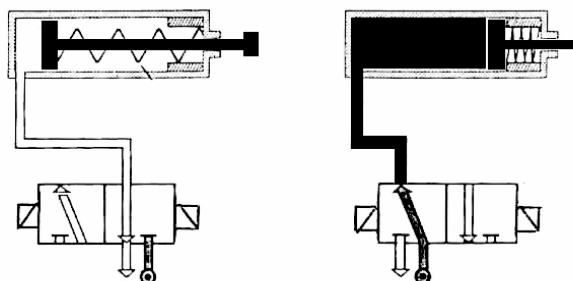
سیلندره‌های یک کاره یا یک طرفه SINGLE Acting Cylinder

سیلندره‌های یک کاره همانگونه که از نام آن‌ها پیداست از یک طرف کورس حرکتی خود کار انجام می‌دهند در این نوع سیلندرها هوای فشرده از یک سمت وارد شده و پیستون متحرک را به حرکت در می‌آورد و مادامی که فشار هوا قطع و تخلیه گردد توسط فنر باز گرداننده که در سمت مقابل قرار داد پیستون و میله پیستون همراه آن را به حالت اولیه باز می‌گرد.

از این نوع سیلندرها جهت فشردن و پرس کردن قطعات ساخت گیره‌های پنوماتیکی و نیز پرتاب کردن قطعات (جدا کردن قطعات از قالب ساخت) و امثالهم استفاده می‌شود.



عملکرد سیلندر یکطرفه توسط شیر سه مجرا دو حالتی (سه، دو)

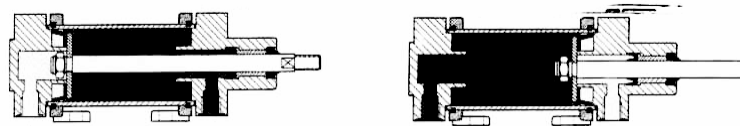


سیلندره‌های دو کاره یا دو طرفه Double Acting Cylinder

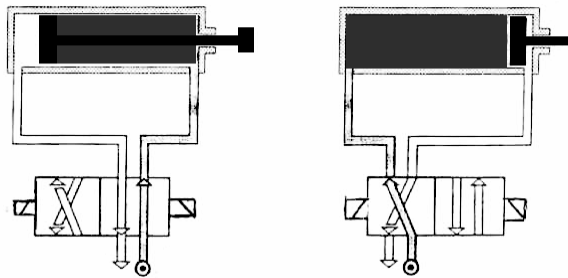
همانگونه که از نام آنها پیداست اینگونه سیلندرها از دو طرف کار انجام می‌دهند یعنی هم در رفت و هم در برگشت پیستون و میله پیستون یا شفت توانایی انجام کار را دارند. حرکت رفت و نیز حرکت برگشت پیستون توسط هوای فشرده انجام می‌پذیرد و فنر بازگرداننده وجود ندارد.

گاهی این نوع سیلندرها (دو کاره) دارای شفت دو طرفه یا میله پیستون دو طرفه هستند یعنی از دو طرف یا دو کله گی سیلندر شفت یا میله پیستون بیرون آمده و از دو طرف قابلیت انجام کار را دارند. در سیلندره‌های با میله پیستون دو طرفه نیروی هر دو طرف با هم برابر است زیرا سطح دو طرف پیستون یکی است.

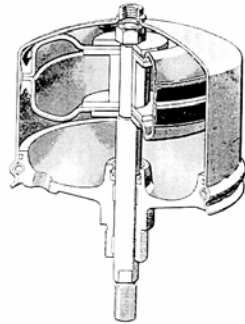
در سیلندره‌های دو طرف با یک میله پیستون نیروی کار رفت و برگشت با هم تفاوت دارند زیرا میله پیستونی که به پیستون متصل است قسمتی از سطح تحت فشار قرار گیرنده نیروی هوای فشرده را از بین برده است.



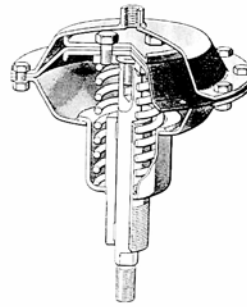
عملکرد سیلندر دو طرفه توسط شیر ۴ مجرا دو حالتی - (چهار، دو)



نمونه اینگونه سیلندرها در سیستم ترمز قطارها و کامیون‌ها بکار رفته است دارای حجم کم و قدرت بالا هستند زیرا سطح پیستون بزرگی دارند.



تصویر سیلندر دو طرفه یا دو کاره با فرم بخصوص



تصویر سیلندر یکطرفه یا یک کاره پنوماتیک برگشت فنر با فرم بخصوص



پوشش (لایه) هوا: AIR FILMS

استفاده از یک لایه هوای فشرده را جهت آببندی sealing و جلوگیری از ضربه air cushion را در صنایع کم و بیش دیده‌ایم ساده‌ترین مثال حرکت هاورکرافت روی لایه‌ای از هوای فشرده است. تنها وسیله نقلیه‌ای که روی آب و خشکی و باتلاق حرکت می‌کند. در عملکرد برینگ‌های هوایی یا Air bearing وزن یک شفت سنگین روی برینگ را با تزریق هوای فشرده کمتر می‌نماییم و توسط تزریق هوای فشرده در برینگ اعمال خنک کاری- تمیزکاری- روانکاری- آببندی، همگی توسط هوای فشرده انجام می‌پذیرد. در تصویر دو نوع تراست برینگ دیده می‌شود. توسط فرمول $F=C_LAP$ می‌توان تحمل برینگ یا نیروی قابل تحمل برینگ را محاسبه نمود.

$F=$ نیروی قابل تحمل

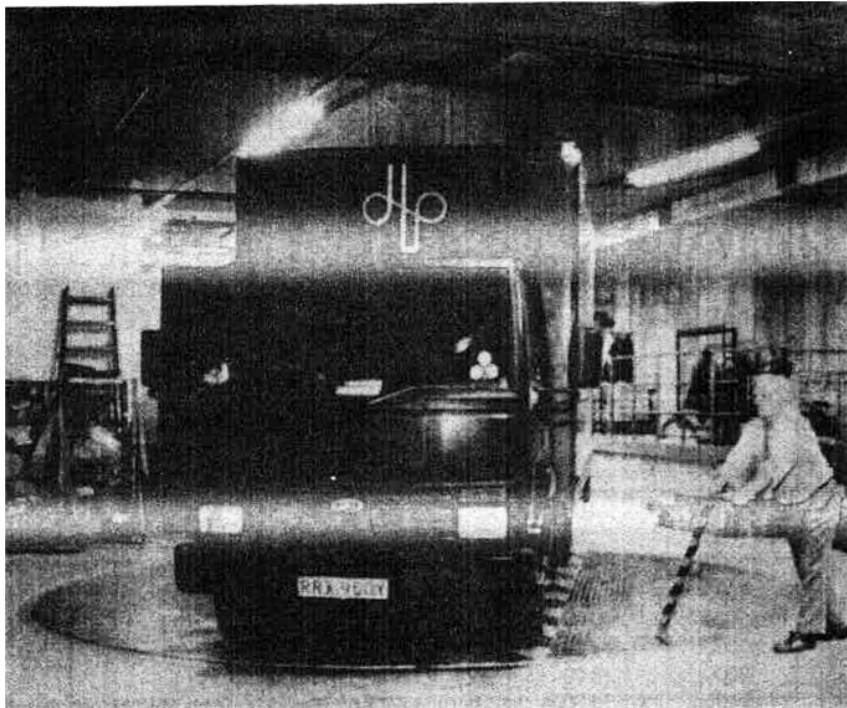
$C_L=$ ضریب نیرو

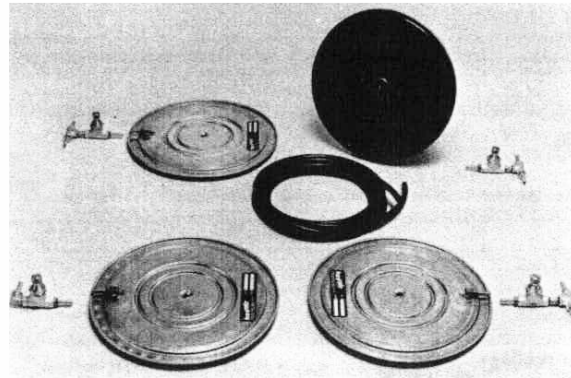
$A=$ Δro^2 سطح

$P=$ (فشار نشان دهنده عقربه) فشار هوا

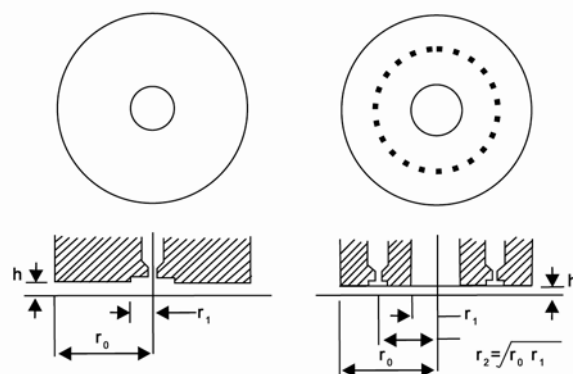
در این نوع برینگ‌ها هر چقدر سطوح صاف‌تر و صیقلی‌تر باشند نیاز به ارتفاع کمتری از لایه هوای فشرده است.

Load (kg)	Dimensions (mm)	Airflow m^3/min *
450	150 x 150 (or 150 dia)	0.085
900	150 x 300	0.17
675	200 x 150	0.127
800	200 dia	0.15
1000	200 x 300	0.255
1350	300 x 300 (or 300 dia)	0.34
1600	300 x 450	0.51
1500	400 dia	0.45
2000	450 x 450	0.85
1800	500 dia	0.75
2700	600 x 600	1.36





همان گونه که اشاره شد یکی از کاربردهای مهم لایه هوای فشرده در ایر برینگ (برینگ هوایی) تهیه یک سطح قابل چرخش است. جهت جابجایی اجسام سنگین. در این نوع برینگ‌ها ضخامت لایه هوای فشرده ۰/۰۲۵ میلی‌متر است. فشار هوا نیز حدود ۱ الی ۲ بار است. همان گونه که ملاحظه می‌شود فشار هوای زیادی مورد نیاز نیست بلکه سطوح لغزنده بسیار صیقلی و نیز کیفیت عالی هوای فشرده بسیار مؤثر است؛ هوای فشرده جهت این گونه مصارف باید در حد عالی فیلتر شده (تصفیه گردد) و عاری از رطوبت و روغن باشد تا روغن، رسوبات هوای فشرده و رطوبت باعث مسدود شدن مجاری هوای فشرده نشود. همان گونه که در تصویر دیده می‌شود یک کامیون روی یک صفحه که زیر آن لایه هوای فشرده قرار دارد توسط یک فرد با نیروی کم می‌چرخد از این تکنیک جهت میزهای گردان برای رنگ کاری (اسپری رنگ) ماشین‌های جوشکاری و غیره به صورت میزگردان استفاده می‌شود. چ

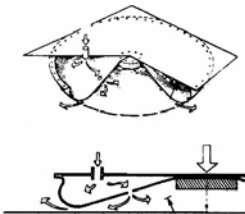


اسکیت هوا Air Skates

این نوع اسکیت که در آن از لایه هوای فشرده استفاده می‌شود جهت جابجایی قطعات سنگین روی سطوح صاف کف سالن‌های تولید و کارخانجات استفاده می‌شود. طریقه عملکرد در تصویر دیده می‌شود زیر پایه‌های ماشین یا قطعه‌ای که باید جابجا شود برای مثال در چهار نقطه یا گوشه‌های آن مثل یک میز که ۴ پایه دارد قرار گرفته و هوای فشرده تمیز و با کیفیت حدود ۵ تا ۶ دهم می‌گردد هوای فشرده با عبور از مجاری بخصوصی روی هر پایه در یک بالشتک پلی یورتانی تزریق می‌شود. بالشتک دارای تعدادی سوراخ است که هوای فشرده از آن‌ها خارج شده و یک لایه هوای فشرده بین اسکیت و سطح زمین تشکیل شده و اصطکاک را بسیار کم نمود. تا جابجایی ماشین یا قطعه مورد نظر راحت شود.

هر چه سطح زمین صیقلی‌تر باشد مصرف هوا نیز کمتر و راندمان اسیت‌ها بیشتر شود.

در تصویر جدول ظرفیت هر اسکیت نمای داخلی و رابطه بین مصرف هوا و صیقلی بودن یا صاف بودن سطح زمین دیده می‌شود.



جهت سطوح بسیار صاف می‌توان از صفحات فلزی استیل

استفاده نمود در تصویر یک موتور ۴۰ تنی توسط یک نفر با تکنیک فیلم هوا جابجا می‌شود.

Load per skate (kg)		Dimensions (mm) Length x width x height	Bearing rise (mm)
Std duty	Heavy duty		
500	1000	320 x 320 x 51	8 - 14
1000	2000	425 x 425 x 51	10 - 16
2000	4000	610 x 629 x 51	12 - 20
3000	6000	762 x 768 x 57	12 - 20
5000	10 000	914 x 914 x 57	11 - 19
7000	14 000	1067 x 1067 x 57	11 - 21
9000	18 000	1168 x 1168 x 57	15 - 27
15 000	30 000	1778 x 1232 x 57	12 - 27

نشان دهنده‌های فشار هوا

Pressure Gauges and Indicator

واحد فشار در SI یا مقیاس استاندارد پاسکال نام دارد. Pa که نام بخصوص نیوتن بر متر مربع است.

لیکن واحد پاسکال برای فشارهای ضعیف به کار می‌رود لذا کیلو پاسکال و مگا پاسکال برای فشارهای معمولی و قوی به کار می‌روند از واحد BAR که یک واحد اساسی و عملی در صنعت هوای فشرده است استفاده می‌گردد.

$$1\text{BAR} = 1.019716\text{KgF/cm}^2 = 14.78\text{PSI}$$

معمولاً روی عقربه‌های فشار سنج که در صنایع مختلف استفاده می‌شود دو سری عدد قرار دارد یعنی دو ردیف درجه‌بندی موجود است که یک درجه بندی بر اساس BAR و یک درجه‌بندی بر اساس P.S.I است.

Pound. Per.Squre INCH

مقدار نیروی یک پوند وارد بر سطح یک اینچ PSI نام دارد. ابزارهای دقیق یا نشان دهنده‌ها در صنعت به ۴ دسته اصلی تقسیم می‌شوند که عبارتند از:

1. Perssure. Instrument ابزار دقیق فشار
2. Mechanical. Instrumenth ابزار دقیق مکانیکی
3. Electric and Electronic. Instrument ابزار دقیق الکتریکی و الکترونیکی
4. Gyroscopic. Instrument ابزار دقیق ژيروسکوپی

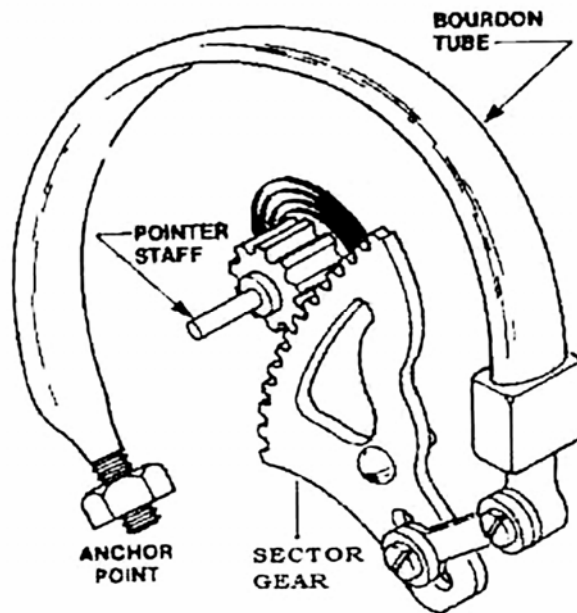
بحث این فصل راجع به ابزار دقیق فشار یا فشار سنج‌ها می‌باشد. از ابزار دقیق مکانیکی می‌توان ترازوهای شاهین‌دار میوه فروشی و بقالی قدیم و ساعت‌های رومیزی کوکی قدیمی را نام برد.

مثالی از ابزار دقیق‌های برقی دماسنج نصب شده جلوی داشبورد اکثر اتومبیل‌ها که دمای موتور را نشان می‌دهد می‌باشد. ابزار دقیق‌های ژيروسکوپ نیز نوعی بخصوصی از ابزارهای دقیق برای هدایت موشک‌ها هواپیما و کشتی‌ها است که بر اساس خصوصیتی از کارکرد فرفره است که نوعی پایداری را دارد.

ابزار دقیق‌های فشاری از لحاظ ساختمان داخلی خود به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند:

1. Burdono Tube ابزار دقیق بر اساس لوله بردن
2. Bellows ابزار دقیق بر اساس کپسول

3. Diaphragm ابزار دقیق بر اساس دیافراگم



ابزار دقیق نوع اولی یا بردنی نام خود را از مخترع فرانسوی Eugene. Bourdon گرفته است در حقیقت آقای بردن نام خود را روی این نوع فشار سنج قرار داده است. طرز کار آن بدین گونه است که لوله بردن یک تکه لوله با سطح مقطع بیضی شکل است و به اندازه کسری از ۳۶۰ درجه که حداکثر ۳۰۰ درجه است و به فرم هلال ماه ساخته شده است یک سر آن مسدود و سر دیگر باز است.

سرباز به داخل قاب متصل است و سردیگر که بسته است آزاد می‌باشد فشار هوای ورودی به لوله باعث باز شدن یا تغییر فرم قوسی لوله می‌گردد مانند بادکنک لوله‌ای که باد می‌شود تغییر حالت یا فرم می‌دهد انتهای بسته مادامی که بر اثر تغییر فرم لوله حرکت نمود حرکت توسط یک سیستم شانه و چرخ دنده که اصطلاحاً Rack, Pinion خوانده می‌شود به یک نشانگر یا عقربه متصل می‌گردد.

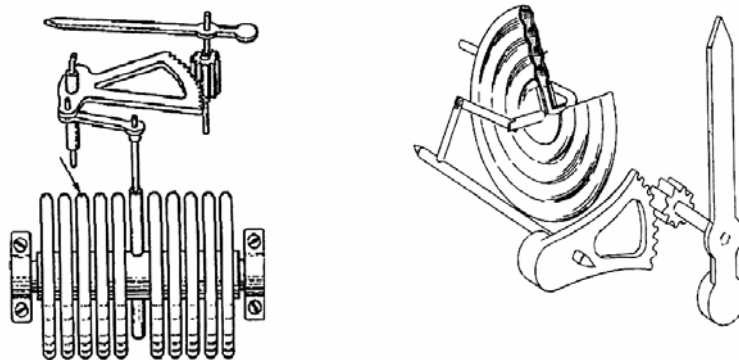
لوله بردن تیوپ را علاوه بر شکل هلال ماه به اشکال دیگری که در تصویر مشاهده می‌گردد نیز می‌سازند نظیر حلقوی پیچشی و فنری خلاصه که این نوع عقربه‌های نشان دهنده جهت نشان دادن فشارهای بالا استفاده می‌گردد. جهت سنجش فشار گازهای سمی و یا سیالات سمی و خورنده از قطعه‌ای به نام محافظ عقربه یا Gague. Protector استفاده

می‌شود که به صورت واسطه بین عقربه نشانگر و خط ورودی به آن قرار می‌گیرد در این صورت لوله بردن از مایعی پر می‌شود دارای خاصیت ضد یخ، ضد جوش و ضد خوردگی مثل اتیلن گلیکول و توسط دیافراگمی که در محافظ قرار دارد این مایع از گاز یا سیال و تداخل با آن حفظ می‌شود. ضمناً از محافظ برای شکستن فشار در بعضی از نشانگرها استفاده می‌گردد. برای مثال عقربه نشان دهنده یا گیج gage توان تحمل 20BAR را دارد و برای حس فشار 200BAR مورد استفاده قرار می‌گیرد در این صورت دیافراگم فلزی بوده و فشار ورودی به عقربه را تا حدودی کاسته و برای عقربه قابل خواندن می‌نماید در بعضی از موارد نیز برای فشار شکنی در ورودی عقربه نشانگر فشار از نوعی اتصال رزوه‌دار به نام SNUBBER. VALVE استفاده می‌شود.

اسنابرولو و دیافراگم واسطه در محافظ فشارهای نوسانی را نیز خنثی کرده و از نوسانات عقربه جلوگیری می‌کنند.

در ساختمان این گونه نشان‌دهنده‌ها از Bourdon Tube استفاده می‌شود که بنام ابداع کننده آن اوژن بوردن فرانسوی نامگذاری شده و همانطوری که دیده می‌شود شکل حلالی داشته، جنس آن از برنج یا برنز با خاصیت فنری بوده، یک سر آن برای ورود مایع باز و به بدنه نشان دهنده متصل و سر دیگر آن بسته و آزاد بوده و از طریق عوامل مکانیکی به عقربه متصل است. با ورود مایع تحت فشار لوله بردون باز شده و این حرکت از طریق عوامل مکانیکی به عقربه منتقل می‌شود. در میان آلات دقیق High Press به نظایری چون Hyd.Press.Ind می‌توان اشاره نمود.

حالا به عنوان نمونه اقدام به بررسی چند نشان دهنده مهم فشار می‌نمائیم:



عقربه فشار سنج دیافراگمی Diaphragm Pressure gages

معمولاً برای نشان دادن فشارهای دقیق زیر یک بار 1BAR و خلاء یا وکیوم از این نوع نشان دهنده استفاده می‌شود.

جنس لایه دیافراگمی اکثراً از فلزاتی نظیر آلومینیوم و مس و گاهی آلیاژ آهنی است البته در بعضی موارد جنس دیافراگم از مواد غیرآهنی نظیر تفلون و لاستیک نیز ساخته می‌شود. میزان حساسیت عقربه نشان دهنده به جنس دیافراگم و بزرگی و کوچکی آن بستگی دارد ضمناً جهت افزایش دقت در بعضی از این نوع حسگرهای فشار تعداد دیافراگم‌ها و فنریت آن را افزایش می‌دهند همان گونه که در تصاویر دیده می‌شود دیافراگم تکی و دوتایی به کار برده می‌شود.

Bellows pressure. Gages

جهت افزایش حساسیت و دقت دیافراگم در عقربه نشان دهنده از نوع دیافراگمی دیدیم که از دو لایه دیافراگم که کنگره دار است استفاده می‌شد جهت افزودن بیشتر به دقت و حساسیت تعداد دیافراگم‌ها را افزایش داده تا فنریت و انعطاف‌پذیری بیشتر شود که قسمت حس‌گر به صورت آکاردئون ساخته می‌شود. عقربه نشان دهنده فشار از نوع آکاردئونی را Bellows می‌نامند که علاوه بر فشار مثبت، فشار منفی یا خلاء را نیز نشان می‌دهد. در تصاویر نحوه عملکرد عقربه آکاردئونی دیده می‌شود.

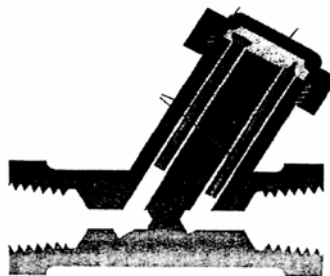
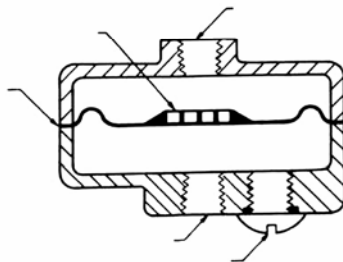
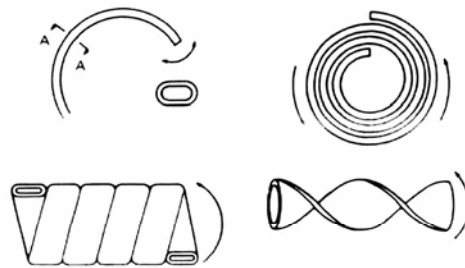
چند نکته مهم در مورد عقربه‌های فشار سنج

همیشه سعی می‌شود که از عقربه با توان بالاتر در سیستم‌ها استفاده شود تا دقت عملکرد بالا بوده ضمناً عقربه مدت زمان بیشتری کار می‌کند یعنی عمر آن افزایش می‌یابد برای مثال جهت سنجش فشار ۶ بار 6BAR از عقربه 10BAR استفاده شود زیرا در صورتی که از عقربه‌ای استفاده شود که حداکثر توان آن 6BAR باشد یعنی انتهای قوس درجه‌بندی 6BAR باشد مکانیزم داخلی سنجش فشار در آخرین حد توان کاری خود قرار می‌گیرد و خیلی سریع فرسوده می‌شود.

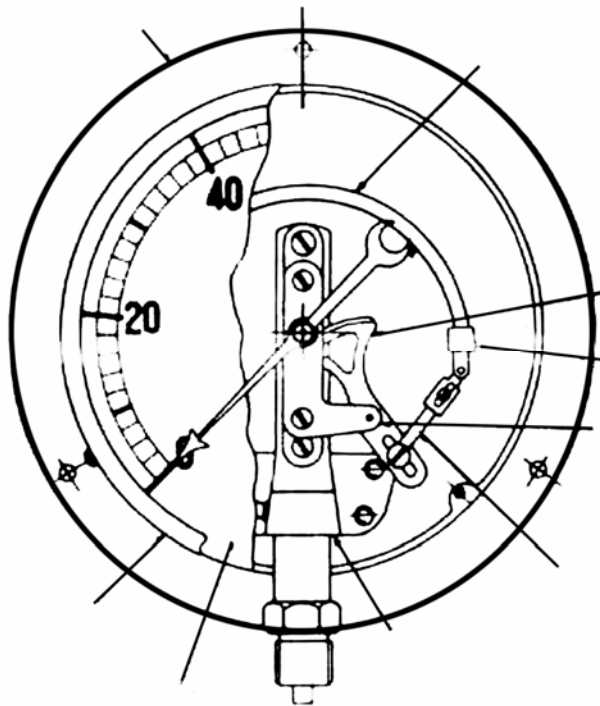
نکته دیگر در مورد عمر کاری عقربه‌های نشان دهنده فشار این است که به مرور زمان و با کارکرد طولانی حساسیت قسمت‌های حس‌گر نظیر لوله بردن- دیافراگم- آکاردئونی کاسته شده و دقت خود را از دست می‌دهند لذا در عقربه‌های ارزان قیمت تعویض صورت

می‌گیرد و در عقربه‌های گران قیمت عمل تنظیم و تست که کالیبراسیون نام دارد انجام می‌پذیرد.

قبل از نصب عقربه‌های فشار سنچ باید موقعیت مکانی از لحاظ دما، رطوبت، لرزش و... را در نظر داشت و از عقربه فشار سنچی استفاده شود تا تحمل شرایط محیطی را داشته باشد.



ضمناً یکی از نکات مهم در عقربه‌های فشار سنج نحوه نگهداری آن‌ها است در هر دو صورت زمانی که در هنگام کار هستند و زمانی که در انبار قبل از نصب نگهداری می‌شوند باید در جای خشک و خنک و دور از نور نگهداری شوند و در زمان نصب نیز حتی‌الامکان در شرایط ایمن حرارتی، رطوبتی و... حفظ شوند. بعضی از انواع عقربه‌های فشار سنج که دیافراگمی یا آکاردئونی هستند در زمان نصب باید در کارگاه‌های دارای شرایط عالی محیطی بدون رطوبت و دمای زیر ۲۰ درجه سانتی‌گراد و عاری از هر گونه گرد و غبار و ذرات الکتریسیته ساکن که اتاق تمیز Clean Room گفته می‌شود مونتاژ می‌گردند. مونتاژ کارها از ماسک و دستکش‌های آنتی‌استاتیک ضد جرقه و ضد الکتریسیته ساکن استفاده می‌کنند.



تا به حال در مورد نشان دهنده‌های عقربه‌دار مقدار فشار صحبت کردیم که گیج Gage نام دارند. لیکن نشان دهنده فشار دیگری وجود دارد که به نام Pressure Indicator خوانده می‌شود در حقیقت ایندیکیتور نشان دهنده‌ای است که مانند فاز متر در صنعت الکتریک وجود یا عدم وجود هوای فشرده در خط نشان می‌دهد ولی Gage علاوه بر نشان دادن

وجود یا عدم وجود هوای فشرده مقدار فشار را نیز نشان می‌دهد. نشان دهنده‌های ایندیکیتور را اصطلاحاً فازمتر پنتوماتیک می‌گویند. در تصویر این نوع نشانگر دیده می‌شود.

پرشر سوئیچ (کلید اتوماتیک)

پرشر سوئیچ در واقع یک عدد کلید قطع و وصل است که توسط فشار هوا عمل می‌نماید و در انواع مختلف تولید می‌گردد و دارای چندین کنتاکت باز و بسته است. در بعضی مدل‌ها دارای دکمه قطع و وصل دستی و در مدل‌هایی نیز دارای والو تخلیه هوای سر سیلندر کمپرسور می‌باشد.

در کمپرسورهای کوچک تا حدود یک اسب پرشر سوئیچ مستقیماً برق الکترو موتور را قطع و وصل کرده و هوای فشرده سرسیلندر کمپرسور را تخلیه می‌نماید و دارای سه کنتاکت بسته می‌باشد که با بالا رفتن فشار پرشر سوئیچ عمل کرده و سه کنتاکت باز شده و برق ورودی به الکتروموتور قطع می‌شود و کمپرسور خاموش می‌گردد.

در مدل‌های دیگر پرشر سوئیچ دارای یک یا دو کنتاکت بسته و یک یا دو کنتاکت باز می‌باشد. با بالا رفتن فشار هوا پرشر سوئیچ عمل کرده، کنتاکت‌های بسته باز می‌شوند و کنتاکت‌های باز بسته می‌شوند. در کمپرسورهای بزرگ پرشر سوئیچ برق کنتاکتور اصلی را قطع و وصل می‌نمایند و کنتاکتور برق الکتروموتور را قطع و وصل می‌نمایند. در زمان انتخاب پرشر سوئیچ حتماً حداقل و حداکثر فشار هوا، نوع کنتاکت‌ها و تعداد آنها مشخص می‌شود.

پرشر سوئیچ‌ها قابل تعمیر نیستند (بدلیل ایمنی) و به دو دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از:

- ۱- پرشر سوئیچ با ساختمان داخلی از نوع پیستونی
- ۲- پرشر سوئیچ با ساختمان داخلی از نوع بردن تیوب (لوله بردن)

مبدل هوای فشرده به جریان برق (پنوماتیک به الکتریک)

این نوع پرشر سوئیچ یا سوئیچ مبدل فشار هوا جهت تبدیل سیگنال هوای فشرده به جریان برق استفاده می‌گردد. هوای فشرده ورودی به مجرای مخصوص آن باعث حرکت و عملکرد دیافراگمی شده که حرکت دیافراگم نهایتاً باعث اتصال و در بعضی از مدل‌ها قطع شدن کنتاکت الکتریکی می‌گردد.

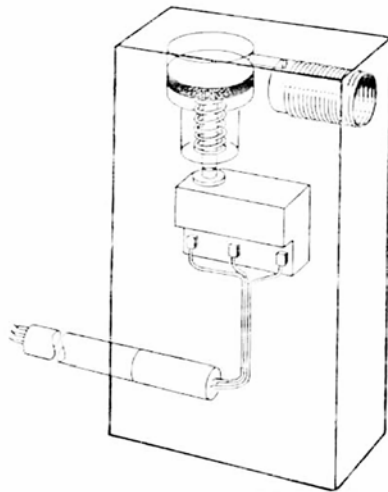
در بعضی از مدل‌ها این نوع پرشر سوئیچ دارای قاب یا پوشش محافظ در مقابل ذرات گرد و غبار و آب می‌باشد.

اساس کاری دو دسته اصلی پرشر سوئیچ‌ها

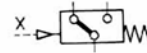
a - نوع پیستونی

B نوع بردن تیوب (لوله بردن)

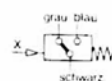
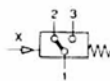
- بردن تیوپ - لوله بردن



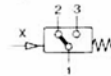
Typ PE-1/8



نمای داخلی یک مبدل پنیوماتیک به جریان برق

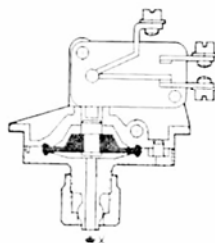
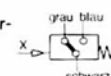


Typ PE-PK-4



PE-PK-4-SW

mit spritzwasser-
geschütztem
Microschalter



نمای داخلی نوعی پرشر سوئیچ

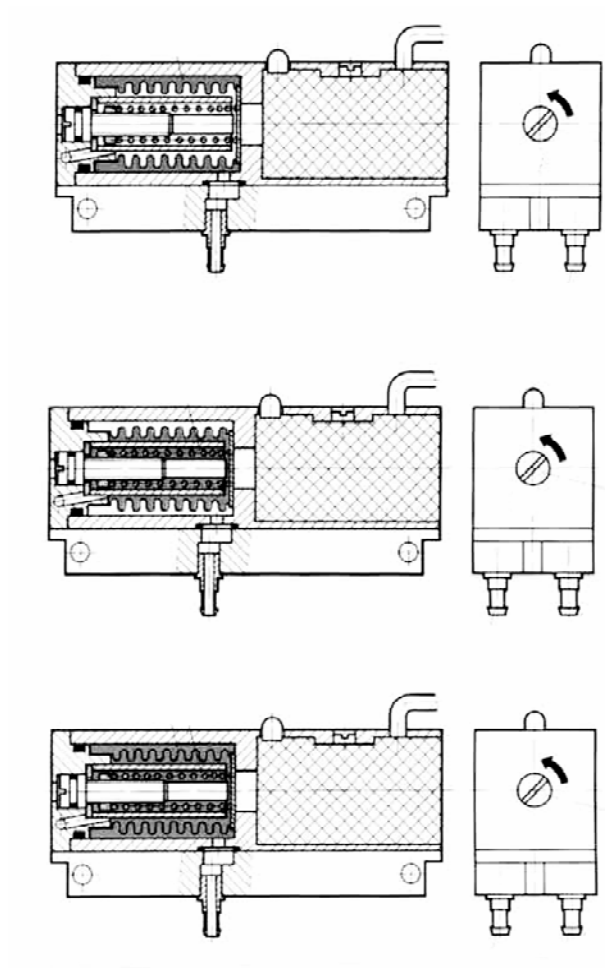
نوع دیگر پرشر سوئیچ که دارای اتصال ۱/۴ است و قابلیت کارکرد ۱ تا ۱۲ بار فشار دارد. در اکثر پرشر سوئیچها بخصوص این مدل می‌توان حساسیت کاری (مقداری فشار ورودی هوای فشرده) را که پرشر سوئیچ نسبت به آن عکس‌العمل نشان می‌دهد را توسط پیچ تنظیم که روی بدنه آن قرار دارد، تنظیم نمود.



شناخت نوعی مبدل پنیوماتیک الکترونیک:

- (۱) به مجرای P_1 هوای فشرده وصل می‌شود مادامی که هوای فشرده به مجرا وصل شود سیگنال خروجی بصورت جریان الکتریسیته خارج می‌گردد.
کارکرد بصورت تبدیل سیگنال خلاء به جریان الکتریسیته:
- (۲) مادامی که مجرای P_2 به خط خلاء وصل شود سوئیچ جریان الکتریسیته را از خروجی آشکار می‌سازد.
توسط پیچ تنظیم میزان حساسیت بین ۰/۲- تا ۰/۸- بار تنظیم می‌گردد.
سوئیچ اختلاف فشار:
- (۳) به مجرای P_1 و P_2 دو خط مجزای هوای فشرده متصل می‌شود هرگاه بین دو خط اختلاف فشار وجود داشته باشد از سوئیچ سیگنال ارسال می‌گردد.

میزان حساسیت نسبت به اختلاف فشار را می‌توان با پیچ تنظیم که روی بدنه نصب است میزان کرد.



کاربرد هوای فشرده در صنعت هواپیمایی



سیستم هوای تهویه مطبوع هواپیماها و هلیکوپترهای کوچک

در این قسمت سیستم تهویه مطبوع وسایل نقلیه پرنده کوچک با سقف پرواز کوتاه شرح داده می‌شود. سیستم تهویه مطبوع در این وسایل نقلیه پرنده شامل ۳ قسمت می‌باشد:

(۱) تهیه هوای گرم و کنترل آن

(۲) تهیه هوای خنک و کنترل آن

(۳) تهیه هوای تازه یا به عبارتی خروج هوای مصرف شده کابین و جایگزین شدن هوای

تازه

هواپیماهای کوچک سیستم کنترل رطوبت هوا و تهیه فشرده جهت کابین را ندارند چون معمولاً سقف پرواز بالایی ندارند.

تهیه هوای گرم در وسایل نقلیه پرنده کوچک به دو صورت انجام می‌پذیرد:

الف) تهیه هوای گرم از طریق حرارت اگزوز موتور Exhustmuff heater

ب) تهیه هوای گرم از طریق احتراق مجزا از موتور Combustion Heater Type (Janitorial)

در تهیه هوای گرم از طریق اگزوز موتور، مانند ژیان و فولکس قورباغه‌ای چون اگزوز یا لوله خروجی گازهای سوخته شده داغ است از این حرارت و داغی جهت تهیه گرما استفاده می‌شود بدین صورت که اگزوز از داخل یک کانال عبور می‌کند جنس کانال یا لوله بزرگتر از استینلس استیل مقاوم و مرغوب است و بین اگزوز و کانالی که اگزوز از آن عبور می‌نماید یک فاصله کم و مشخص وجود دارد مادامی که هواپیما در پرواز است قسمتی از باد نسبی که هواپیما در پرواز با آن روبروست و با آن برخورد می‌نماید از طریق دهانه کانال وارد شده و با عبور از فاصله کمی که بین کانال و اگزوز می‌باشد قسمتی از حرارت اگزوز را جذب نموده و گرم می‌شود هوای گرم شده از طریق یک شیر کنترل حجم هوا به داخل کابین و نقاط مورد نظیر دمیده می‌شود.

در این نوع گرما سازی یا تهیه هوای گرم، اگزوز نباید نشت داشته باشد زیرا گازهای خروجی موتور سمی هستند لذا یکی از قسمت‌هایی که در معاینات یا بازرسی‌های فنی هواپیماهای کوچک به عمل می‌آید و مدنظر هستند کانال هوای گرم و اگزوز هستند.

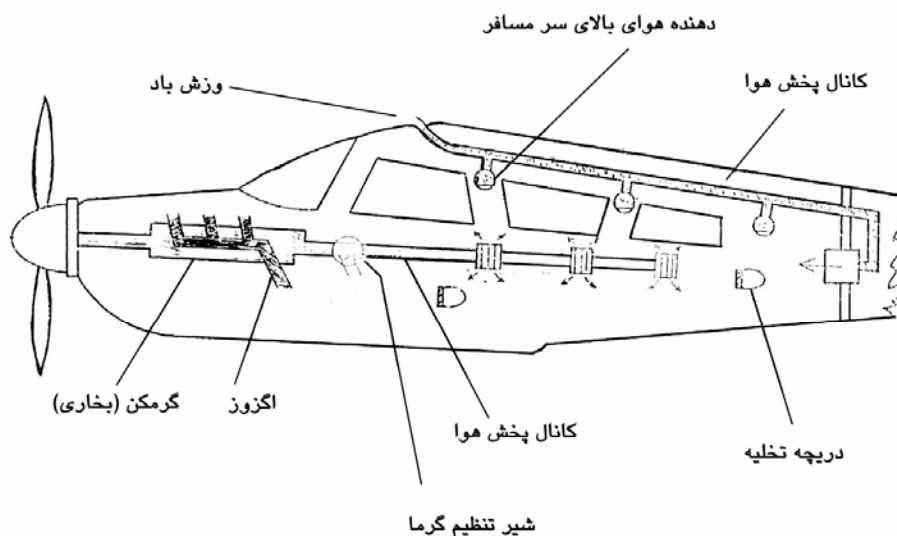
هوای گرم ورودی به کابین توسط خلبان و از طریق یک شیر تنظیم کننده مقدار هوای گرم کنترل می‌شود. قابل ذکر است که هوای گرم ورودی به داخل کابین معمولاً به قسمت

محوطه پاهای خلبان و همچنین به شیشه‌های جلو جهت جلوگیری از تجمع مه و بخار و یخزدگی دمیده می‌شود در هواپیماهای کوچک که مسافر نیز حمل می‌کنند قسمتی از هوای گرم به قسمت کابین مسافری نیز دمیده می‌شود.

از هوای گرم جهت جلوگیری از تجمع یخ در لبه حمله بال‌ها و سکان‌ها نیز استفاده می‌شود بدین صورت که هوای گرم از طریق کانال‌های جا سازی شده در داخل بال و بدنه از داخل به لبه حمله بال‌ها و سکان‌ها دمیده می‌شود. عمل فوق در همه هواپیماهای کوچک فراگیر نیست بلکه در بعضی از مدل‌ها صورت می‌پذیرد.

در تهیه هوای گرم از طریق دود یا احتراق مجزا از موتور بدین صورت است که از حرارت و گرمای دیگری جدا از موتور هواپیما یا هلی کوپتر بهره می‌گیرند.

این نوع تولید گرما اکثراً در هواپیماها و هلیکوپترهایی استفاده می‌شود که موتور پیستونی دارند و به یک حجم زیاد هوای گرم جهت گرمای کابین نیاز دارند و حرارت اگزوز موتور قادر به تأمین این گرما نیست.

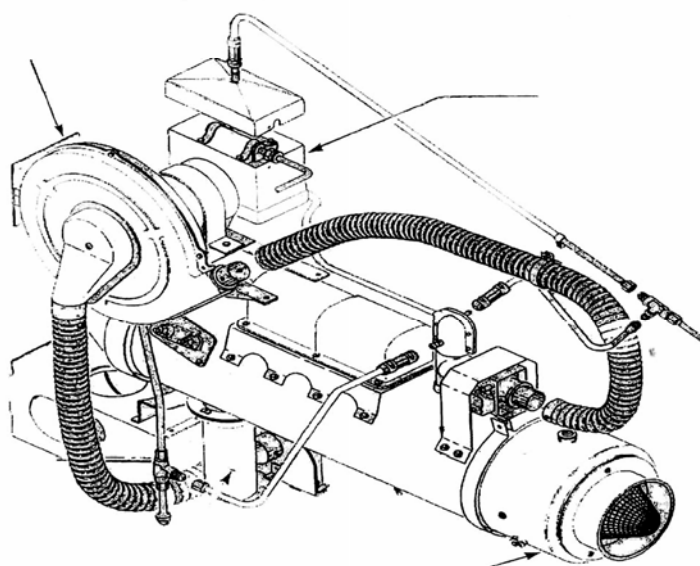
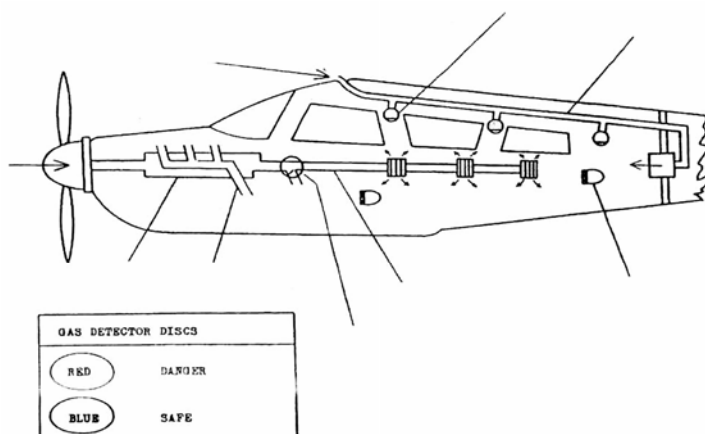


تهویه مطبوع در یک هواپیمای کوچک

ساختمان گرما ساز با احتراق جدا از موتور که جانیتروال Janitrol نام دارد به شرح زیر است:

گرما ساز یا بخاری دارای یک محفظه احتراق از فولاد بسیار مقاوم در مقابل حرارت و زنگ زدگی است یک سوخت پاش که از سوخت اصلی هواپیما استفاده می کند و همچنین یک شمع نیز جهت روشن کردن شعله در ساختمان داخلی محفظه احتراق وجود دارد زمانی که استارت گرما ساز (بخاری) زده می شود بنزین که از طریق یک رگولاتور تنظیم و از طریق یک فیلتر، فیلتره می شود به سوخت پاش رسیده و در داخل محفظه احتراق پاشیده می گردد همزمان جریان برق از باتری ۲۸ ولت به یک کویل و سپس به شمع محفظه احتراق رسیده و شمع جرقه می زند جریان همزمان بنزین و جرقه شمع باعث روشن شدن محفظه احتراق شده و تولید گرما می نمایند. محفظه احتراق داخل یک کانال یا محفظه بزرگتر قرار دارد بین کانال و محفظه احتراق یک فاصله کم موجود است در پرواز باد نسبی RAMAIR به درون کانال دمیده می گردد که هم جهت مصرف محفظه احتراق است و هم جهت هوای گرم شونده و عبور کننده از کانال جهت مصرف کابین استفاده می شود. سیستم جانیتروال دارای یک سنسور یا حس کننده حرارت است در صورت تجاوز حرارت از درجه معین جریان برق و سوخت محفظه احتراق قطع می شود. در روی زمین هنگامی که هواپیما یا هلیکوپتر حرکتی ندارد (برای مثال مواقع انتظار قبل از پرواز) یک فن یا پروانه در دهانه ورودی هوا به بخاری (جانیتروال) وجود دارد که یک جریان هوا را به داخل سیستم گرماساز وارد می سازد.

در این سیستم باید از ترکیب هوای گرم شونده و گازهای حاصل از احتراق محفظه جلوگیری شود زیرا گازهای حاصل از احتراق سمی هستند لذا یکی از نقاطی که در بازرسی های فنی مدنظر است سالم بودن محفظه احتراق از لحاظ نداشتن نشت گاز می باشد.



تهیه هوای خنک

در هواپیماهای کوچک برای تهیه هوای خنک معمولاً از یک مجرای ورودی هوا که در معرض برخورد با هوا است استفاده می‌شود. هوای برخوردی با هواپیما (Ram Air) یا باد نسبی از مجرا وارد شده و از طریق کانال‌هایی که در بدنه تعبیه گردیده به داخل کابین

دمیده می‌شود. در این سیستم شیرهای کنترل کننده جریان هوا نصب است که با اراده و تنظیم خلبان میزان هوای خنک ورودی به کابین کنترل می‌گردد. هوای خنک ورودی بعد از تنظیم توسط شیر مربوطه و از طریق کانال‌هایی به دریچه‌هایی که در بالای سر خلبانان یا مسافری قرار داد رسیده و با دمیدن باعث خنک شدن افراد می‌گردد این دریچه‌ها را به علت شکل خاص توپ چشمی یا به لاتین Eye Ball می‌نامند.

تهویه مطبوع Ventilation

(تعویض هوای مصرف شده کابین با هوای تازه)

در وسایل نقلیه پرنده کوچک یک مجرا در قسمت انتهایی کابین قرار دارد Out Flow Valve نام این مجرا که با یک شیر مسدود کننده مجهز است شیر جریان خروجی هوا است. شیر مذکور توسط سیگنالی الکتریکی که از کابین و بوسیله کنترلر و تنظیم خلبان ارسال می‌گردد باز یا بسته می‌شود. و با میزان باز یا بسته بودن هوایی را که از کابین خارج می‌شود کنترل می‌کند.

هوای گرم یا سرد که به داخل کابین تزریق می‌شود بعد از مصرف توسط خدمه یا مسافری از طریق مجرای ذکر شده خارج می‌شود بنابراین دائماً یک میزان هوای تازه وارد و به همان میزان هوای مصرف شده از کابین خارج می‌شود.

پنیوماتیک فشار ضعیف در هواپیماها

با توسعه موتورهای جت و تجهیز هواپیماها و هلیکوپترها با این نوع موتورها و وجود کمپرسور هوا در ساختمان داخلی موتورهای مذکور پمپ باد مجزا که هوای فشرده را جهت سیستم پنیوماتیک تهیه می‌کرد حذف گردیده و برای تهیه هوای فشرده از کمپرسورهای موتورهای جت بهره می‌گیرند.

از قسمت‌های ابتدایی یا میانی یا انتهایی پوسته کمپرسور (به نسبت نیاز در سیستم پنیوماتیک) یک یا چند شاخه هوای کمپرس شده می‌گیرند بدین صورت که هوای کمپرس شده درون کمپرسور از طریق کانال‌هایی به خارج از موتور راه یافته و به سمت سیستم پنیوماتیک هدایت می‌گردد.

هوایی که از کمپرسور جهت سیستم پنیوماتیک خارج می‌گردد معمولاً حدود 300PSI فشار دارد و همچنین درجه حرارت آن در بعضی موارد به ۷۰۰° فارنهایت می‌رسد. درجه حرارت بالا توسط دستگاه‌های خنک کننده پایین آورده می‌شود تا برای سیستم پنیوماتیک به حد متعادل برسد.

از هوای فشرده و داغ جهت گرم کردن کابین مسافری و خدمه نیز استفاده می‌گردد البته بعد از خنک کردن هوا تا حد متعادل و فیلتره کرده آن.

در مورد هوایی که از کمپرسورهای موتورهای جهت گرفته می‌شود طراحان و سازندگان هواپیماها حداکثر دقت را می‌کنند تا این هوا هدر نرود زیرا باعث افت راندمان کمپرسور و کاهش قدرت موتور می‌گردد. در مواردی که هوای فشرده شده تا حد کافی تأمین شده باشد در پیچه‌های مخصوص مجهز به شیر مسدود کننده ورود هوا از کمپرسور را به سیستم مسدود می‌نمایند یعنی اجازه خروج هوای کمپرس شده اضافی را نمی‌دهند. از هوای فشرده شده کمپرسورها که فوق‌العاده گرم می‌باشد برای گرم کردن کابین مسافری و خدمه در هوای سرد و ارتفاعات استفاده می‌شود همچنین هوای کمپرس شده و گرم از طریق لوله‌هایی به قسمت جلوی بال‌ها و سکان‌ها که در معرض سرما و یخ‌زدگی قرار دارند دمیده می‌شود تا از یخ‌زدگی جلوگیری به عمل آید.

همچنین از هوای گرم جهت گرمای جلوی پای‌های خلبان و دمیدن این هوا به شیشه‌های جلو کابین (Window Screen) از یخ‌زدگی این نقاط جلوگیری می‌شود.

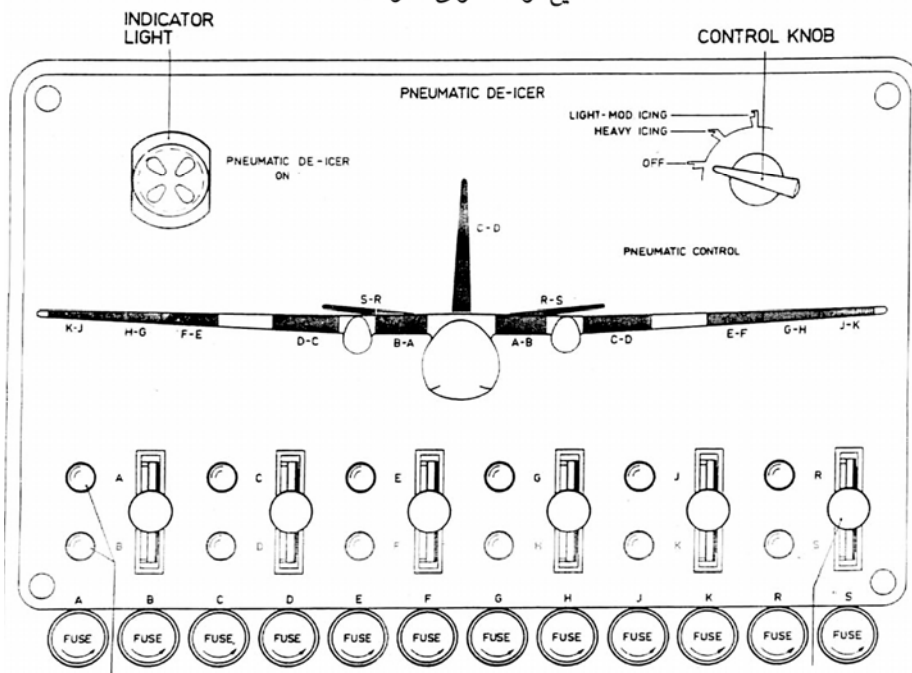
درجه حرارت هوایی که از قسمت ابتدایی موتورهای جت گرفته می‌شود حدود ۳۵۰° F و درجه حرارت هوای قسمت‌های انتهایی موتورهای جت ۹۰۰° F فارنهایت است.

از هوای کمپرس شده با درجه حرارت پایین‌تر جهت پرفرازی کابین استفاده می‌شود. از هوای با درجه حرارت بالاتر جهت گرم کردن قسمت‌هایی از هواپیما و پرسنل و مسافری استفاده می‌شود. (پرفرازی یعنی بالا بودن فشار هوای داخل کابین توسط کمپرسور)

در سیستم پنیوماتیک فشار ضعیف عقربه‌های نشان دهنده فشار و درجه حرارت هوای کمپرس شده در کابین و در محل دید خلبان نصب است که اطلاعات مورد نیاز نقاط مختلف سیستم پنیوماتیک را به اطلاع خلبانان می‌رساند پنیوماتیک فشار ضعیف به حدی توانا نیست که جک‌های عمل کننده بزرگ را جابجا نماید از آن همانطوری که مختصراً توضیح داده شده جهت تهویه مطبوع و گرما استفاده می‌شود و بعضاً در هواپیما و هلیکوپترها جک‌های کم قدرت و کوچک پنیوماتیک را نیز به حرکت در می‌آورد.

همچنین از سیستم پنیوماتیک فشار ضعیف جهت استارت موتورها استفاده می‌شود. در هواپیماهای چند موتوره در صورت روشن شدن یک موتور از هوای کمپرسور موتور روشن شده می‌توان برای روشن کردن موتورهای دیگر می‌توان بهره گرفت. نشانگر ضد یخ لبه جلویی بال در کابین توسط هوای فشرده.

نشانگر ضد یخ لبه جلویی بال در کابین
ضد یخ توسط هوای فشرده

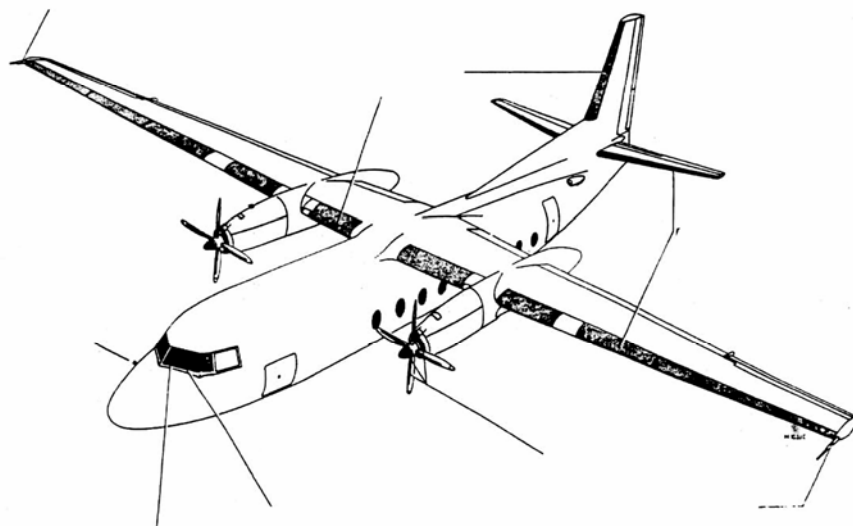
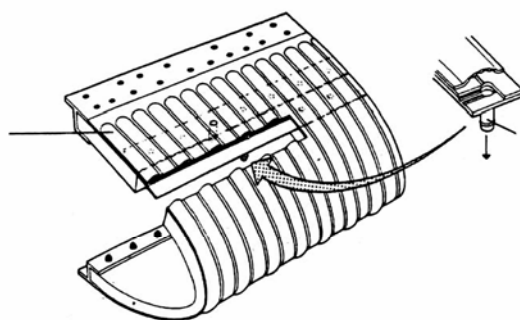


نکته دیگر که قابل ذکر است لبه حمله بال‌ها است چون در پرواز احتمال گذر هواپیما از نقاط مرطوب و ابری زیاد است بر اثر تجمع قطرات آب در لبه حمله یا قسمت جلوی بال و کاهش درجه حرارت در ارتفاعات سبب یخ‌زدگی می‌شود و این مسئله باعث خارج شدن فرم بال از حالت آیرودینامیکی می‌گردد لذا در لبه حمله بال‌ها وسایلی جهت گرم نمودن تعبیه شده است.

در بعضی از هواپیما المنتهایی در داخل لبه حمله بال قرار داده شده است که با انرژی الکتریکی (مثل بخاری برقی) لبه حمله را گرم می‌کند.

۱۲-۳- لبه حمله یا قسمت جلوی بال که با المنت برقی گرم می‌شود تا از یخ بستن جلوگیری شود.

در هواپیماهای بزرگی با لبه حمله گسترده‌تر معمولاً از هوای داغ که از موتورهای جت هواپیما بوسیله لوله‌هایی به لبه حمله راه دارد جهت گرم شدن این نقاط و جلوگیری از تجمع یخ در لبه حمله استفاده می‌شود.



آشنایی با پنیوماتیک فشار قوی:

یک نمونه از هواپیماهایی که از سیستم پنیوماتیک به جای سیستم هیدرولیک در جابجایی یا حرکت سطوح متحرک و انجام کارهای سنگین استفاده می‌کند هواپیمای فوکر ۲۷ (F-۲۷) است جهت آشنایی با پنیوماتیک فشار قوی به شرح جزئی و خلاصه در مورد سیستم پنیوماتیک این هواپیما می‌پردازیم.

سیستم فشار قوی پنیوماتیک در فوکر ۲۷ به دو قسمت عمده تقسیم می‌شود.

(۱) سیستم تهیه هوای فشرده یا سیستم قدرت Power System

(۲) سیستم فرعی یا وابسته

سیستم قدرت عبارت است از قسمت تهیه هوای فشرده توسط کمپرسورها و ذخیره سازی هوای فشرده در کپسول‌ها و تنظیم فشار هوای مورد نیاز در قسمت‌های مختلف جهت استفاده می‌باشد. سیستم فرعی یا وابسته عبارت است از عملیات تبدیل انرژی هوای فشرده به انرژی مکانیک که این عمل از طریق شیرهای پنیوماتیک و توسط جک‌های عمل کننده صورت می‌پذیرد.

اعمالی که در هواپیمای فوکر ۲۷ توسط سیستم پنیوماتیک فشار قوی انجام می‌شود عبارتند از:

باز و بسته شدن ارابه‌های فرود.

هدایت روی زمین توسط چرخش چرخ جلو (دور زدن)

ترمزها

باز و بسته شدن درب مسافری

ترمز ملخ‌ها

تهیه هوای فشرده در این هواپیما توسط ۲ کمپرسور از نوع پیستونی انجام می‌پذیرد. نیروی مورد نیاز جهت چرخش کمپرسور را موتور اصلی تأمین می‌نماید هواپیمای مورد بحث دارای ۲ موتور جت توربو پراپ (جت ملخ‌دار) است که زیر هر بال اصلی آن یک موتور نصب است و به هر موتور یک کمپرسور هوای فشرده متصل است و با آن می‌چرخد یا به عبارتی از آن نیروی می‌گیرد (به قسمت گیربکس موتور جت پمپ هوا متصل است) هر پمپ فشاری برابر PSI ۳۳۰۰ و از نظر حجمی حدود یک متر مکعب هوا در دقیقه تهیه می‌نماید هوای فشرده شده بعد از خروج از پمپ به رگولاتور یا شیر تنظیم کننده هوا می‌رود این شیر فشار هوا را بین ۲۹۰۰ الی PSI ۳۳۰۰ تنظیم می‌نماید و فشار بیشتر از

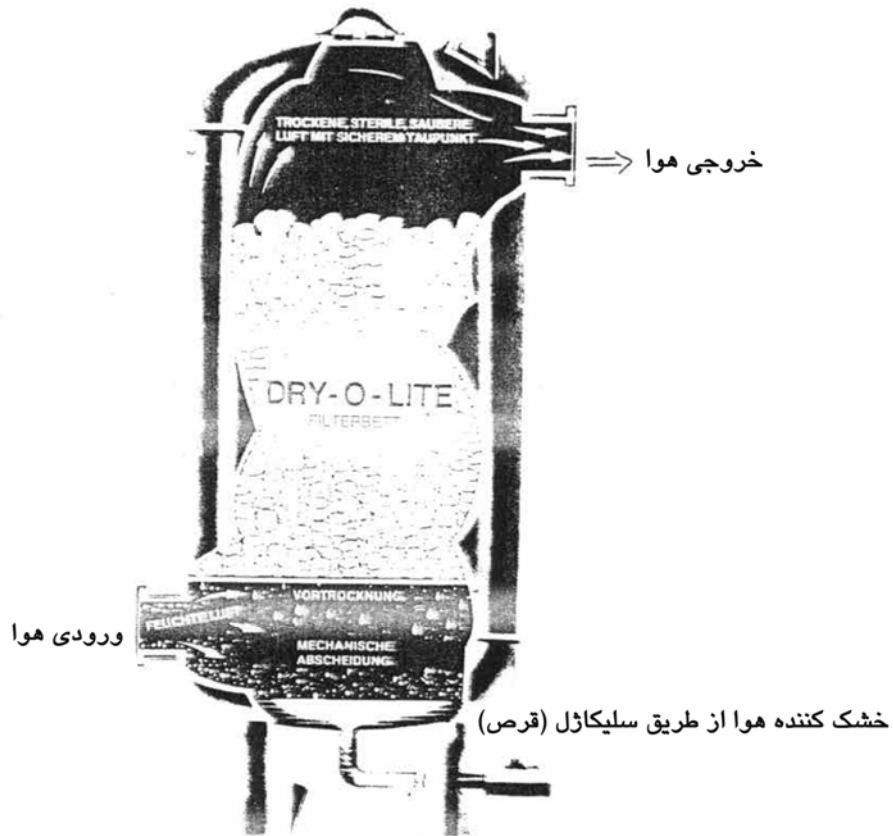
3300PSI را به خارج از سیستم هدایت می‌نماید یعنی فشار هوای اضافی را از سیستم خارج می‌سازد.

هوای فشرده بعد از تنظیم فشار وارد قسمت جداساز رطوبت می‌گردد نام این قسمت بیانگر کار آن است (Moisture Separator).

هوای معمولی اتمسفر دارای درصد زیادی از رطوبت است بخصوص برای هواپیما که از میان لایه‌های ابری نیز عبور می‌نماید وجود رطوبت سبب زنگ زدگی در قطعات فلزی سیستم و اشکال فنی در شیرها شده و بطور کلی می‌توان گفت اثر مخرب روی قطعات عایق کننده درون قطعات پنیوماتیک بخصوص شیرها و جک‌های پنیوماتیک دارد. تا حد لزوم سعی می‌شود که از هوای بدون رطوبت در پنیوماتیک استفاده شود.

حدود ۹۸٪ رطوبت هوای فشرده توسط دستگاه جداکننده رطوبت گرفته می‌شود و هوای خروجی از این دستگاه بلافاصله به یک دستگاه دیگر که رطوبت‌گیر شیمیایی نام دارد وارد می‌شود و مابقی رطوبت که حدود ۲٪ است نیز توسط این قسمت گرفته شده و هوایی با رطوبت صفر جهت استفاده مهیا می‌گردد.

رطوبت‌گیر شیمیایی از یک محفظه تشکیل شده است که درون آن موادی به نام سیلیکاژل که به اندازه قرص‌های دارویی می‌باشد می‌ریزند رنگ قرص‌های سیلیکاژل آبی است و با عبور هوا رطوبت توسط قرص‌ها جذب گردیده و رنگ آن‌ها به تدریج با جذب رطوبت صورتی می‌شود بعد از صورتی شدن باید مجدداً سیلیکاژل آبی و نو در دستگاه ریخته و سیلیکاژل مستعمل از دستگاه خارج شود. و به عبارتی عمل تعویض یا شارژ سیلیکاژل صورت پذیرد.



تصویر از قرص های سیلیکاژل

بنابراین بازدید قسمت رطوبت گیر شیمیایی به صورت روزانه و قبل از پرواز یک امر ضروری به حساب می آید.

بعد از خروج هوا از دستگاه خشک‌کن شیمیایی هوا از شیر یک طرفه عبور می‌نماید که این شیر اجازه برگشت هوای فشرده شده را در صورت نشت در مسیر بین پمپ هوا تا شیر یک طرفه را نمی‌دهد. و سپس هوا از طریق ۳ عدد فیلتر از هر گونه ناخالصی گرد و غبار و مواد خارجی پاک می‌شود.

یک فیلتر برای مسیر هوای پمپاژ شده توسط پمپ سمت راست (پمپ متصل به موتور راست). یک فیلتر برای مسیر هوای پمپاژ شده توسط پمپ سمت چپ (پمپ متصل به موتور چپ). و یک فیلتر نیز در مسیر قبل از مصرف قرار دارد.

هوای کمپرس شده، رطوبت زدایی شده، و از نظر فشار تنظیم شده (رگولاسیون شده و در کپسول‌های مخصوص جهت مصرف انباشته می‌شود. در این نوع هواپیما سه کپسول یا انباره هوای فشرده وجود دارد که عبارتند از:

کپسول هوای اصلی برای مصرف کلیه جک‌های پنیوماتیکی

کپسول هوای اضطراری برای مصرف سیستم‌های اضطراری

کپسول هوای ترمز برای عملکرد سیستم ترمز در هواپیما

جهت اطلاع خلبان از مقدار فشار هوا عقربه‌های نشان دهنده فشار Pressure gage نیز از طریق لوله‌های استینلس استیل به کپسول‌ها متصل هستند و در جلوی دید خلبان در کابین (Fligh Deck) قرار دارند.

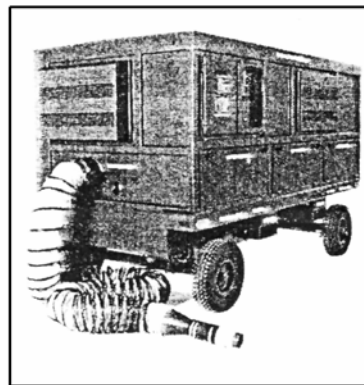
در ضمن در سیستم فشار قوی پنیوماتیک یک شیر آزاد کننده فشار اضافی بر اثر گرما (Thermal Relief Valve) نیز وجود دارد و مادامی که بر اثر حرارت فشار هوای فشرده در سیستم از 3800PSI تجاوز کند فشار اضافی توسط شیر مذکور از سیستم خارج می‌شود.

در ضمن جهت مصرف جک‌های عمل کننده جهت هر جک فشار باید تا حدود 1000PSI کاهش یابد که این عمل توسط شیر کاهنده فشار Pressure Reducing Valve انجام می‌پذیرد.

در ضمن مادامی که هواپیما روی زمین است و موتورهای روشن نیستند و پمپ‌های هوا کار نمی‌کنند و همچنین جهت تست سیستم پنیوماتیک در سرویس و تعمیرات و یا در مواقعی که مسافری سوار یا پیاده می‌شوند و موتورهای خاموش هستند از هوای کمپرس شده توسط منابع خارج از هواپیما استفاده می‌شود به این دلیل در سیستم پنیوماتیک شیری وجود دارد که از آن می‌توان هوای فشرده را به سیستم وارد کرد و سیستم را تغذیه نمود.

دستگاهی که عمل تهیه هوای فشرده را در زمان خاموش بودن موتورها جهت هواپیما فراهم می‌سازد واحد تهیه قدرت کمکی نام دارد که آن را A.P.U می‌نامند. بوسیله (Auxiliary Power Unit) A.P.U. و از طریق شلنگ‌های مخصوص عمل انتقال هوای فشرده به سیستم پنیوماتیک انجام می‌شود.

تصویری از A.P.U



تصویری A.P.U

تهویه مطبوع Air Conditioning

هدف از تهویه مطبوع در هواپیماها و هلیکوپترها تهیه هوای مناسب و کافی جهت خدمه و مسافری است به عبارت دیگر می‌توان گفت هدف از تهویه مطبوع راحتی سرنشینان هواپیما می‌باشد.

مادامی که هواپیما به ارتفاعات صعود می‌نماید در ارتفاعات فشار هوا کاهش می‌یابد و سرنشینان هواپیما در معرض خطرات مشروحه زیر قرار می‌گیرند.

- مقدار اکسیژنی که توسط شش‌ها جذب می‌شود کاهش می‌یابد.
 - بر اثر تغییرات، فشار هوا، دمای هوا، رطوبت هوا، ناراحتی‌های جسمی به وجود می‌آید.
 - به علت نرسیدن اکسیژن کافی به مغز هوشیاری و قوای فکری کاهش می‌یابد.
- بنابراین برای هواپیماهای با سقف پرواز بالا که سریعاً ارتفاع می‌گیرند چون شرایط فشار و دما و رطوبت هوا تغییر می‌یابد بایستی حتماً سیستم تهویه مطبوع داشته باشند.

سیستم تهویه مطبوع باید بدون توجه به ارتفاع و درجه حرارت خارج هواپیما تمامی شرایط لازم جهت راحتی مسافری را از نظر دمای هوا، فشار هوا، رطوبت هوا فراهم آورد.

سیستم تهویه مطبوع در وسایل نقلیه پرنده به ۴ قسمت عمده تقسیم می‌شود:

- سیستم تنظیم درجه حرارت

- سیستم تنظیم رطوبت هوا

- سیستم تهیه هوای فشرده (جهت جبران کاهش فشار هوای درون کابین در ارتفاعات)

- سیستم تهویه هوا (جهت خروج هوای مصرف شده و ورود هوای تازه)

سیستم تنظیم درجه حرارت:

خلبان باید بتواند درجه حرارت کابین خدمه و نیز مسافری را از ۱۴ الی ۲۶ درجه سانتی‌گراد تغییر داده و تنظیم نماید.

سیستم تنظیم درجه حرارت از سه قسمت تشکیل یافته است.

۱- قسمت تولید و تهیه گرما (Heating System)

وظیفه این قسمت تهیه هوای گرم برای مسافری و خدمه در ارتفاعات و محیط‌های سرد می‌باشد.

۲- قسمت تهیه هوای خنک (Cooling System)

وظیفه این قسمت تولید هوای خنک یا سرد برای مسافری و خدمه در ارتفاعات پایین و محیط‌های گرم می‌باشد.

۳- قسمت کنترل (Control System)

وظیفه این قسمت ترکیب هوای گرم و سرد و تهیه مخلوطی از این دو هوا متناسب با کنترل و تنظیم خلبان است و همچنین پخش هوای با درجه حرارت کنترل شده در سراسر کابین خدمه و مسافری می‌باشد.

تهویه مطبوع (Ventilation System)

(تعویض هوای مصرف شده با هوای تازه)

وظیفه این سیستم تعویض هوای تازه با هوای مصرف شده می‌باشد البته میزان حجم جابجایی هوا یا به عبارتی تعویض هوا از طریق وسایلی که در کابین است تنظیم می‌گردد.

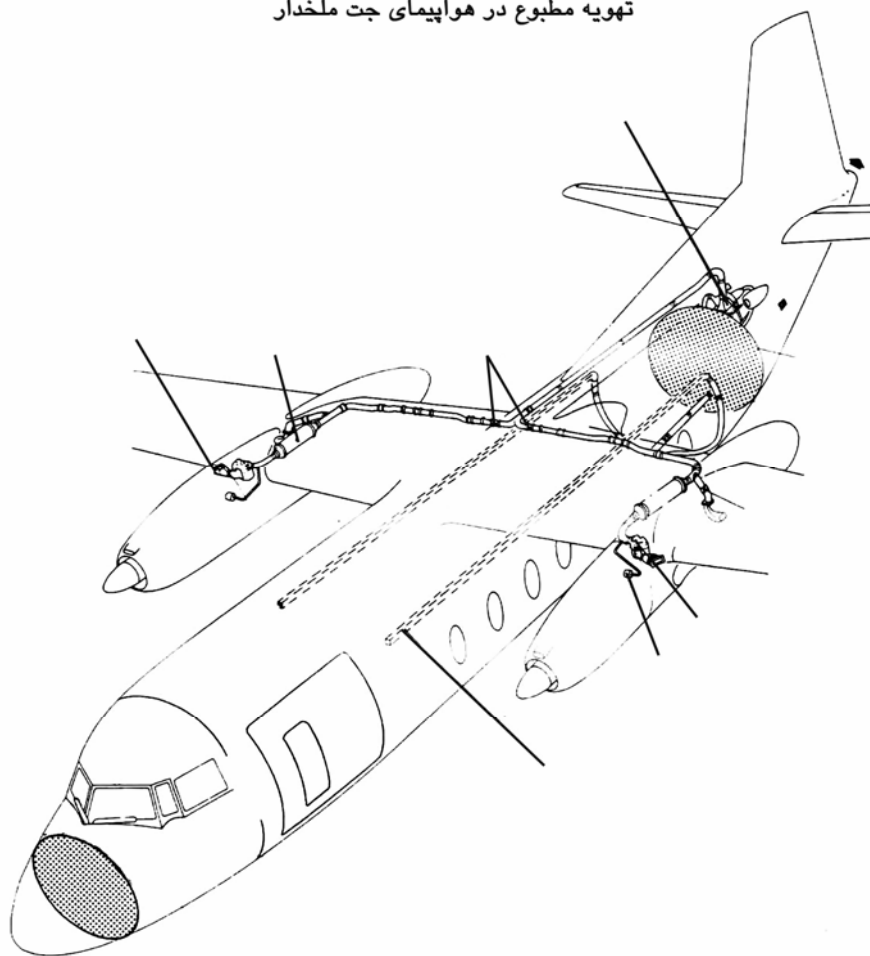
بطور کلی می‌توان گفت حالت ایده‌آل ۲ بار تعویض کامل هوا در یک ساعت است. یعنی می‌توان گفت که حدود نیم الی یک متر مکعب هوا برای تنفس هر نفر به مدت ۱ دقیقه

کافی است پس یک هوایمای مسافری ۵۰ نفره نیاز به ۲۵ الی ۵۰ متر مکعب هوای تازه برای هر دقیقه را دارد.

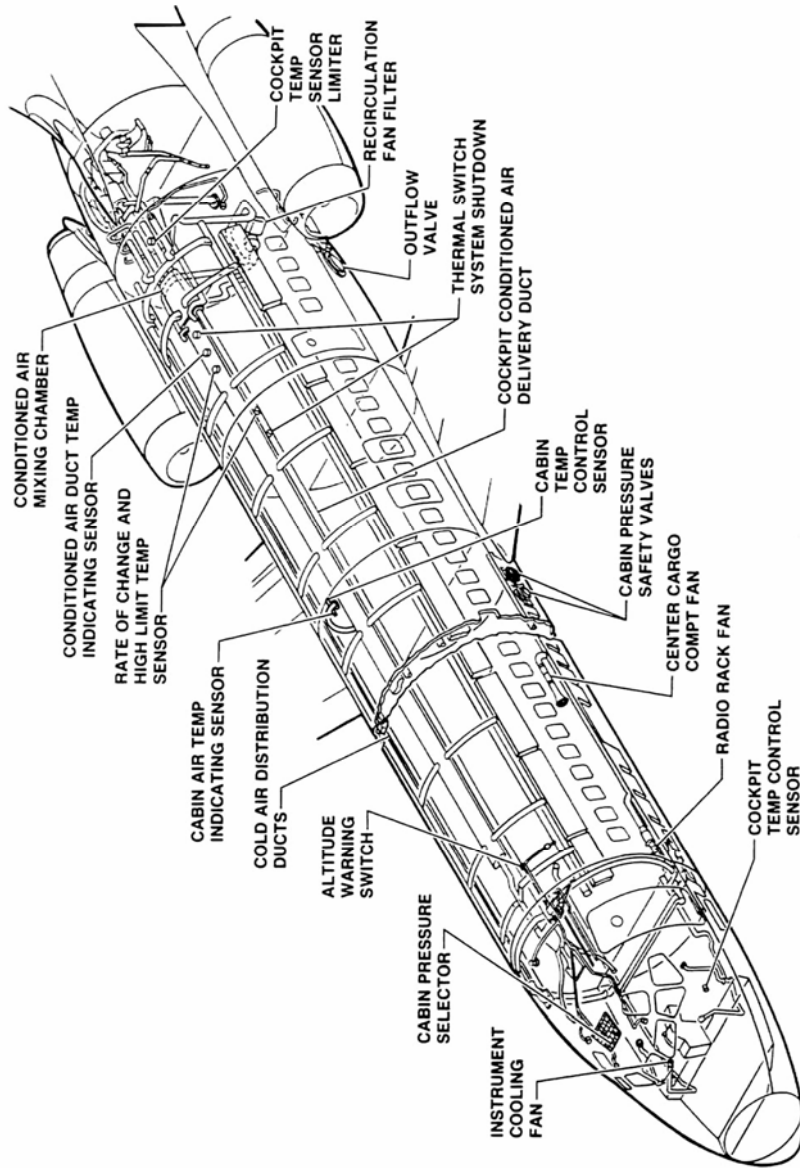
Altitude (ft)	Pressure		Altitude (ft)	Pressure	
	psi	In. Hg.		psi	In. Hg.
0(S-L)	14.70	29.92	16,000	7.96	16.22
1,000	14.17	28.86	17,000	7.65	15.57
2,000	13.66	27.82	18,000	7.34	14.94
3,000	13.17	26.82	19,000	7.04	14.34
4,000	12.69	25.84	20,000	6.75	13.75
5,000	12.23	24.90	21,000	6.47	13.18
6,000	11.78	23.98	22,000	6.21	12.64
7,000	11.34	23.09	23,000	5.95	12.11
8,000	10.92	22.22	24,000	5.70	11.60
9,000	10.50	21.39	25,000	5.45	11.10
10,000	10.11	20.58	26,000	5.22	10.63
11,000	9.72	19.79	27,000	4.99	10.17
12,000	9.35	19.03	28,000	4.78	9.72
13,000	8.98	18.29	29,000	4.57	9.30
14,000	8.63	17.58	30,000	4.36	8.89
15,000	8.29	16.89			

NOTE: 1 in. Hg. = 0.49 psi = 33.86 international millibars. 29.92 in. Hg. = 1013 millibars.

تهویه مطبوع در هواپیمای جت ملخدار



سیستم تهویه مطبوع در هواپیمای مدرن



CONDITIONED AIR DISTRIBUTION

کنترل رطوبت Humidity Control System

در ارتفاعات بسیار بالا رطوبت هوا کم است و نیز رطوبت هوا بستگی به محیطی دارد که هواپیما در آن پرواز می‌کند (نقاط گرم و خشک صحرائی، یا مرطوب اروپایی) کم شدن یا زیاد شدن رطوبت هوا از حالت استاندارد در پرواز برای مسافری و خدمه مشکلات تنفسی را ایجاد می‌نماید.

قسمت کنترل رطوبت هوا وظیفه یکسان یا استاندارد نگه داشتن هوای مصرفی را از لحاظ رطوبت دارا است.

تهیه هوای فشرده جهت کابین (Pressurisation)

هواپیمایی که در ارتفاعات بالا پرواز می‌کنند (سقف پرواز بالا) باید دارای این سیستم باشند با افزایش ارتفاع هواپیما فشار هوا کاهش می‌یابد لذا جهت جبران کاهش فشار هوا از طریق هوای فشرده شده از کمپرسورهای موتورهای جت بهره می‌گیرند (امروزه اکثر هواپیماها و هلیکوپترهایی که در ارتفاعات بالا پرواز می‌کنند یا به عبارتی سقف پرواز بالایی دارند از موتورهای جت استفاده می‌کنند و این کاهش فشار جبران می‌گردد. در هواپیماهای پیستونی (موتورهای نوع پیستونی دارند) یک یا چند پمپ کمپرس کننده هوا وجود دارد که با موتور هواپیما از طریق گیربکس درگیر است و هوای فشرده جهت کابین مسافری و خدمه تهیه می‌نمایند.

جهت درک بهتر مطلب می‌توان به این مطلب اشاره کرد:

اگر یک هواپیما در ارتفاع ۴۰۰۰۰ پایی پرواز کند در آن ارتفاع فشار هوا حدود ۲/۷ PSI است در صورتی که در سطح زمین فشار هوا ۱۴/۷ PSI است ملاحظه می‌کنید که اختلاف فشار هوا چقدر است و با فشار هوای حدود ۲/۷ PSI هیچ انسانی نمی‌تواند زنده بماند لذا حجمی از هوای کمپرس شده توسط موتورهای جت از طریق کانال‌های فلزی یا لاستیکی بسیار مستحکم که در ساختمان هواپیما تعبیه شده است به داخل کابین خدمه و مسافری راه می‌یابد و فشار هوای دورن کابین‌ها را به حدود ۱۰/۹ PSI یعنی فشار هوای ۸۰۰۰ پایی می‌PSI ساند که برای انسان قابل تحمل است.

در این سیستم اگر فشار هوا از ۱۰/۷ PSI بیشتر شود دریچه‌های ورود هوای فشرده شده به کابین را مسدود می‌نماید بطور کلی می‌توان گفت جریان هوای فشرده شده به کابین توسط سیستم تنظیم می‌شود.
(جدول ارتفاعات)

سیستم تهیه گرما و سرما در هواپیماهای جت

گرما Heating

گرما و تهیه آن برای هواپیماهایی که به موتورهای جت مجهز هستند مسئله مهمی نیست زیرا کمپرسورهای موتورهای جت هوای گرم و کافی جهت استفاده سیستم گرما تهیه می‌نمایند.

مقدار هوایی که از طریق کانال‌های طراحی شده روی قسمت کمپرسور موتورهای جت وارد سیستم گرما می‌شود از طریق یک شیر مخصوص تنظیم می‌گردد که به دلخواه خلبان و سیگنالی که از طریق تنظیم کننده‌های داخل کابین به این شیر می‌رسد مقدار گرمای ورودی به سالن مسافری و همچنین کابین تنظیم می‌شود.

سیستم تهیه گرمای هواپیماهای مجهز به موتورهای جت دارای ۳ قسمت است:

(۱) شیر ترکیب کننده هوای گرم Temperature Mixing Valve

تنظیم درجه حرارت را به عهده دارد و با ترکیب هوای گرم و فوق العاده گرم درجه حرارت مورد نیاز سیستم هوای گرم را فراهم می‌سازد.

(۲) شیر کنترل مقدار هوای گرم ورودی به سیستم گرما Flow Control Valve

این شیر مقدار هوای گرم ورودی به سیستم را تنظیم می‌کند.

(۳) وسایل حس درجه حرارت داخل کابین و کنترل گرما Temperature Sensing and Control Valve

Cooling of Air تهیه هوای سرد

جهت تهیه هوای خنک یا سرد در هواپیماهای جت از سه راه بهره می‌گیرند:

(۱) باد در حال وزش Ram Air

(۲) سرما ساز توربینی Air Cycle Machine

(۳) سرما ساز گازی Vapour Cycle Machine

هوای سرد ارتفاعات مادامی که هواپیما در حال پرواز است یک عامل خنک کننده ارزان راحت و مناسب است که یک سری از هواپیماهای امروزی از این عامل جهت تهیه هوای خنک بهره می گیرند.

در روی بدنه و همچنین قسمت‌هایی از بال‌ها (در بعضی از هواپیماها) مجراهایی وجود دارد که در حین پرواز هوای خنک از این مجراها به داخل کانال‌هایی مخصوص دمیده و از طریق شیرهای کنترل مننده هوای خنک به کابین مسافریین خدمه و نیز قسمت بارها دمیده می‌شود.

در هواپیماهایی که جهت خنک کردن خدمه و مسافریین از این نوع سیستم بهره می‌برند مادامی که هواپیما روی زمین است و در حال حرکت نمی‌باشد (انتظار قبل از پرواز) از فن‌ها یا دمنده‌ها جهت تهیه هوای خنک از مجراهای فوق‌الذکر استفاده می‌شود.

در هواپیماهایی که به موتور جت مجهز هستند از قسمت‌های جلوی کمپرسور که حرارت زیادی ندارند ولی فشار هوای کافی جهت سیستم خنک کننده فراهم می‌سازند استفاده می‌شود.

هوای کمپرس شده از قسمت‌های جلویی موتورهای جت توسط کانال‌های مخصوص و از طریق شیرهای کنترل کننده مقدار هوا، وارد سیستم خنک کننده می‌شود.

۲) سرماساز توربینی Air Cycle Machine

این نوع سرماساز شاید مناسب‌ترین وسیله تهیه سرما در هواپیماهای مدرن امروزی است و به طور وافر، امروزه استفاده می‌شود بسیار مؤثر است و تعمیرات و نگهداری نسبتاً ارزان و راحتی را دارا است در ضمن کم وزن و جمع و جور است و جای زیادی را نمی‌گیرد. هوا در صورتی که وارد کمپرسور شود با کمپرس شدن و تحت فشار قرار گرفتن تولید گرما می‌نماید به همین دلیل می‌توان از هوای گرم کمپرسور جهت تهیه گرمای خدمه و مسافریین در سیستم گرما استفاده کرد.

حال اگر هوا انبساط پیدا کند عکس حالت تحت فشار قرار گرفتن، درجه حرارت آن افت پیدا می‌کند در سرماساز توربینی نیز از این اصل استفاده شده است. هوا وارد توربینی می‌گردد که سبب انبساط هوا شده و از تراکم مولکول‌های هوا کاسته می‌شود و نتیجتاً درجه حرارت آن افت پیدا کرده و خنک می‌شود از این هوای خنک جهت سیستم خنک کننده هواپیما بهره می‌گیرند.

این نوع سیستم سرماساز از یک کمپرسور و یک توربین که از طریق یک میله یا شفت به هم متصل هستند تشکیل یافته است مجموعه کمپرسور و توربین داخل محفظه یا پوسته قرار گرفته‌اند هوا از یک مجرا وارد قسمت کمپرسور شده و باعث چرخیدن آن می‌شود با چرخش کمپرسور توربین نیز می‌چرخد هوای وارد شده به توربین از مجرای مجزا از قسمت کمپرسور وارد آن شده و به خاطر فرم بخصوص تیغه‌های توربین هوا انبساط می‌یابد و بدین طریق هوا خنک شده و از توربین خارج می‌شود. قابل ذکر است که ورودی و خروجی هوای کمپرسور و توربین از هم مجزا می‌باشد. هوای (Ram Air) از طریق کانال بخصوصی وارد کمپرسور می‌شود.

سرماساز استفاده کننده از بخار گاز فرئون Vapour Cycle Machine

این نوع سرماساز چون از گاز فرئون استفاده می‌کند به نام سرماساز گازی یا بخاری (استفاده از بخار فرئون) نامیده می‌شود. از این نوع سرماساز در یخچال‌های خانگی و صنعتی نیز استفاده می‌شود. این نوع سرما ساز دارای راندمان بالایی است و قدرت سرماسازی و خنک کنندگی زیادی را دارا است.

یکی از عیوب این نوع سرماساز وزن زیاد آن نسبت به سرماسازهای دیگر است و همچنین دارای تعمیرات و نگهداری مشکل‌تر و هزینه بیشتری را دارا است. هرچند که از سرماسازهای توربینی در هواپیماهای امروزی زیاد استفاده می‌شود هنوز هم طراحان هواپیماها بندرت از این نوع سرماساز استفاده می‌کنند.

این نوع سرماساز دارای چند قطعه مختلف است که همگی از طریق لوله به هم متصل هستند و گاز فرئون ۱۲ از طریق لوله‌ها در این سیستم جاری است و یک حرکت دورانی یا Loop را طی می‌کند.

گاز فرئون ۱۲ غیر سمی و جهت ایمنی ضد آتش است و دارای خاصیت جذب حرارت می‌باشد.

گاز فرئون به صورت مایع از مخزن یا انباره آن Reciver و از طریق لوله وارد یک شیر تنظیم بنام Expansion Valve یا شیر انبساط می‌گردد که این شیر مقدار گاز خروجی از خود را تنظیم می‌نماید گاز فرئون ۱۲ از این شیر وارد یک سری لوله مارپیچ می‌گردد که لوله‌های خنک کننده نام دارد و با جذب حرارت از لوله‌ها و خنک کردن آن‌ها گاز که حالت مایع دارد به حالت گازی شکل تبدیل می‌شود سپس وارد کمپرسور می‌گردد در قسمت کمپرسور با کمپرس شدن گاز، دوباره حالت مایع به فرئون ۱۲ داده می‌شود و در ضمن

حرارت آن به علت کمپرس شدن و نیز عمل سرما سازی افزایش می‌یابد گاز فرئون که حالت مایع به خود گرفته از کمپرسور خارج شده و وارد یک سری لوله مارپیچ به نام رادیاتور می‌گردد در رادیاتور با عمل دفع حرارت خنک شده و سپس وارد مخزن یا انباره می‌گردد و این جریان یا سیکل کاری دائماً تکرار می‌شود.

لوله‌های خنک شده در قسمت سرما ساز که توسط گاز فرئون خنک شده است وسیله خوبی جهت تهویه هوای خنک است لذا یک دمنده یا فن از طریق کانال‌های مخصوص هوایی به لوله‌های خنک شده دمیده و همین هوای خنک به کانال‌های مخصوص که به قسمت مسافرین و خدمه راه دارد دمیده و از طریق مجراهایی که بالای سر آنها قرار دارد سبب خنک شدن خدمه و مسافرین می‌گردد.

Vapor Cycle Machine

این سیستم به علت سنگینی و پیچیدگی و... به ندرت در هواپیماهای بزرگ مورد استفاده است و اصول اساس کار این سیستم بر پایه سرمای حاصل از انبساط شدید گاز Freon نهاده شده و این گاز اولاً غیر سمی (non toxic) ثانیاً fire resistant بوده و نکته مهم اینکه درجه حرارت جوش آن بسیار پائین (39°F) بوده بنابراین قابلیت انبساط شدید از آن مایعی ایده‌آل برای دستگاه‌های برودت ساز refrigeration ساخته است. این سیستم طبق تصویر از قسمت‌های زیر تشکیل شده است.

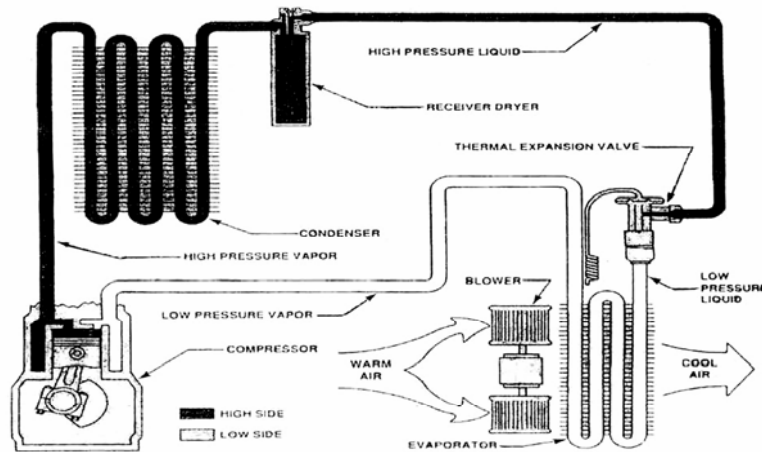
(a) Receover (Dryer) – به عنوان مخزن freon 12 عمل می‌کند ضمن اینکه در صورت وجود آب و روغن آنها را نیز جدا می‌سازد و به همین علت صفت Dryer را نیز بدان افزوده‌ایم.

(b) Evaporator – قسمتی است که مایع freon پس از ورود بدان به حالت تبخیر در آمده و موجب سرمای شدید می‌شود و جریان هوایی که از مجاورت آن می‌گذرد به شدت خنک گشته و عازم کابین می‌گردد. جریان مایع freon به این unit توسط یک expansion valve کنترل می‌گردد.

(c) Compressor – توسط یک موتور الکتریکی می‌گردد. واضح است که مایع فرئون گاز شده در قسمت قبلی بایستی به طریقی دوباره مایع شده و به مخزن باز گردانده شود و این کمپرسور ضمن اینکه هم چون پمپی باعث انتقال freon 12 به سمت مخزن می‌شود آن را تحت فشار قرار داده و تا حدی به مایع شدن آن کمک می‌کند.

(d) Condenser – گاز فرئون ۱۲ تحت فشار کمپرسور وارد این قسمت مارپیچی گشته و ضمن اینکه مقداری بدین ترتیب خنک می‌شود عبور هوای ram air از روی آن باعث افت

دما گردیده و این نکته باعث مایع شدن فرئون گاز شده می‌گردد و در نهایت به مخزن باز گردانده شده و سیکل از نو آغاز می‌گردد. بنابراین ملاحظه می‌شود سیستم حالت close loop را داراست.



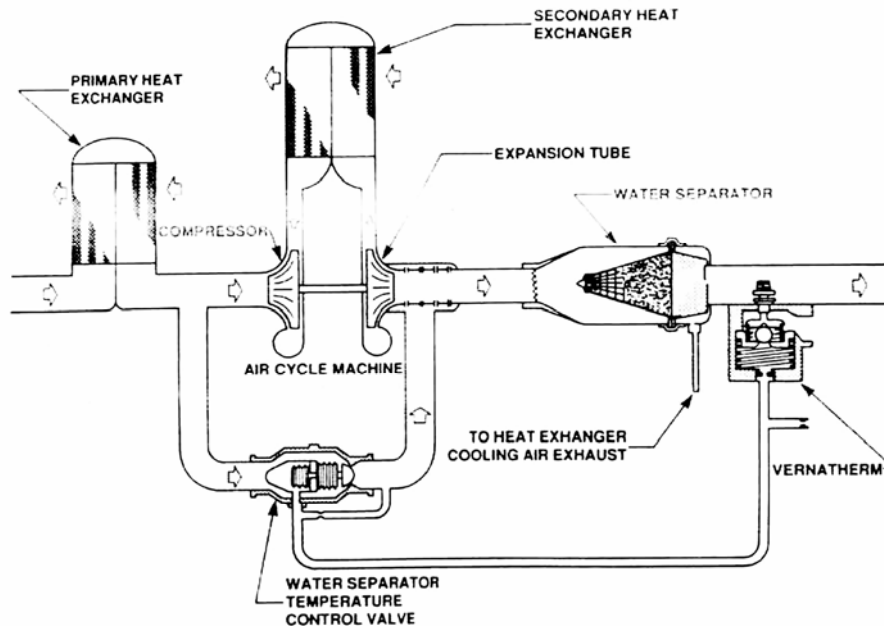
«شرح دیگری از سرما ساز توربینی»

ram air منبع مناسب و لایزالی برای تأمین هوای نسبتاً خنک به شمار می‌آید ولی در شرایطی که ambient temp بالا باشد دیگر نمی‌توان به آن اتکاء داشت از این رو در هواپیماهای جت از سیستم ACM استفاده می‌کنند که با وجود کارایی زیاد maintenance کمی لازم داشته و compact ساده و سبک وزن است و اساس کار آن بدین گونه است که انبساط هوا باعث افت در دمای آن می‌گردد و به طریقی که می‌بینیم سیستم دارای یک توربین از نوع expansion turbine است و هوا به هنگام خروج از آن شدیداً منبسط گشته و دمای آن افت شدیدی می‌نماید بطوری که در بوئینگ ۷۲۷ دمای آن ممکن است تا حد صفر نیز برسد و همانطوری که در تصویر مشاهده می‌کنید در قسمت انتهایی این سیستم water separator تعبیه گشته تا رطوبت موجود در هوا را که احتمالاً مایع خواهد شد بگیرد و نیز در صورتی که دما به حدی افت کند که این آب یخ بزند یک ترموستات عمل کرده و valve موسوم به ۳۵°F باز شده و مقداری هوای گرم وارد جریان هوای سرد شده و از یخ بستن آب احتراز می‌گردد. در قسمت انتهایی سیستم تهویه مطبوع mixing valve قرار دارد که به صورت الکتریکی توسط flight engineer کنترل گشته و با ترکیب هوای سرد و گرم دمای مطلوب ۷۰°F فراهم می‌گردد.

در airliners به منظور تأمین حداکثر آسایش برای سرنشینان یک انشعاب جداگانه از هوای خنک خالص طبق تصویر صورت می‌گیرد که به کانال بالای سر مسافریین هدایت گردیده و هر مسافر و سرنشین در صورت تمایل می‌تواند توسط یک eyeball از هوای کاملاً خنک سود برد. به این انشعاب gasper air می‌گویند. لازم به یادآوری است که ۱۰ درصد کل هوای سیستم تهویه مطبوع به control cabin هدایت می‌گردد.

سیستم خنک کننده از نوع ACM کامل را boot starp می‌نامند. در ۷۲۷ روغن کاری آن به روش wick type بوده و دو عدد thermal switch آن را از نظر over-speed و Overheat محافظت می‌نمایند.

در هواپیماهای پیستونی سیستم cooling شبیه سیستم فوق‌الذکر است با این تفاوت که در روی هر موتور یک کمپرسور تعبیه گشته تا هوای مورد نیاز ACM را تامین نماید. عمل گرمایش نیز توسط سیستم janitrol صورت پذیرفته و در نهایت هم چون حالت قبل mixing valve دمای مطلوب را فراهم می‌آورد.



تصاویر خنک کننده هوا و آب گیر

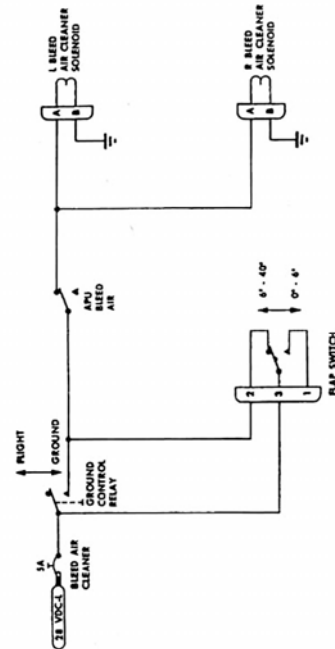
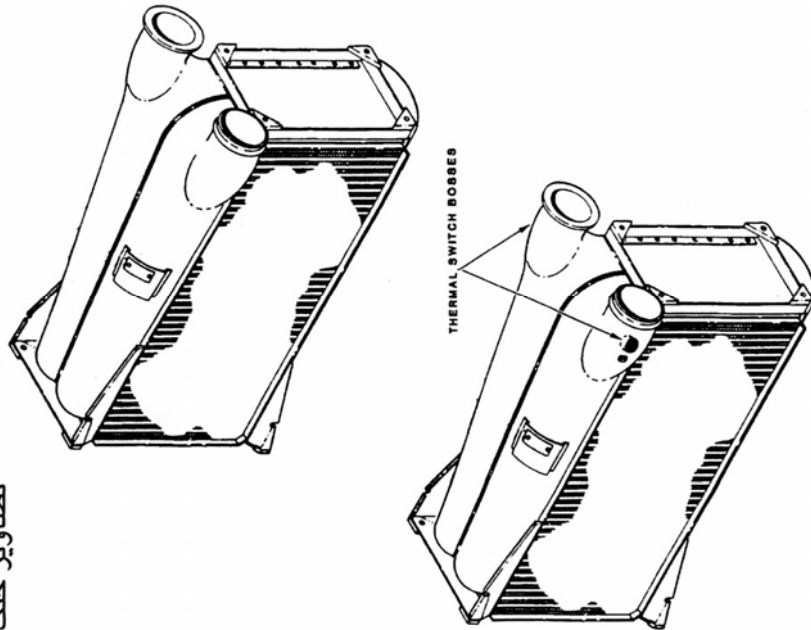
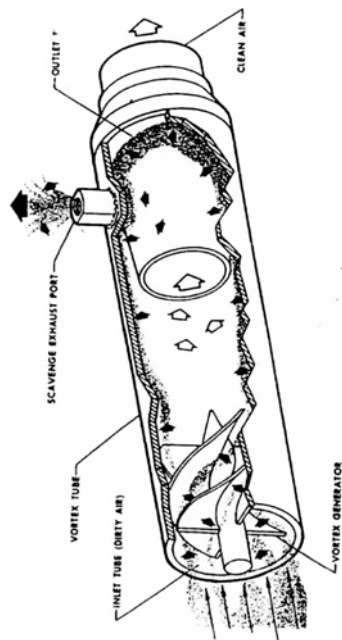
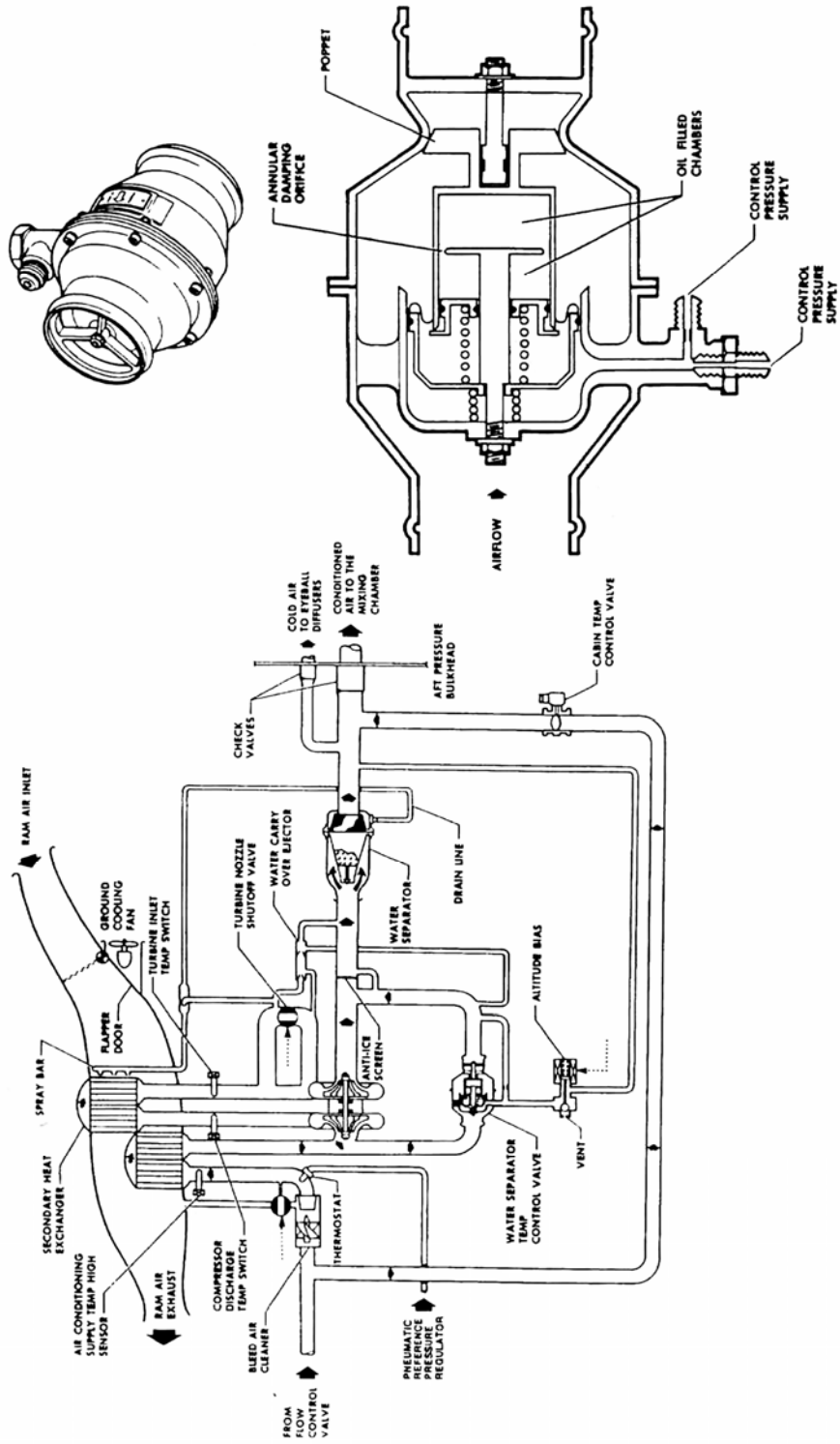


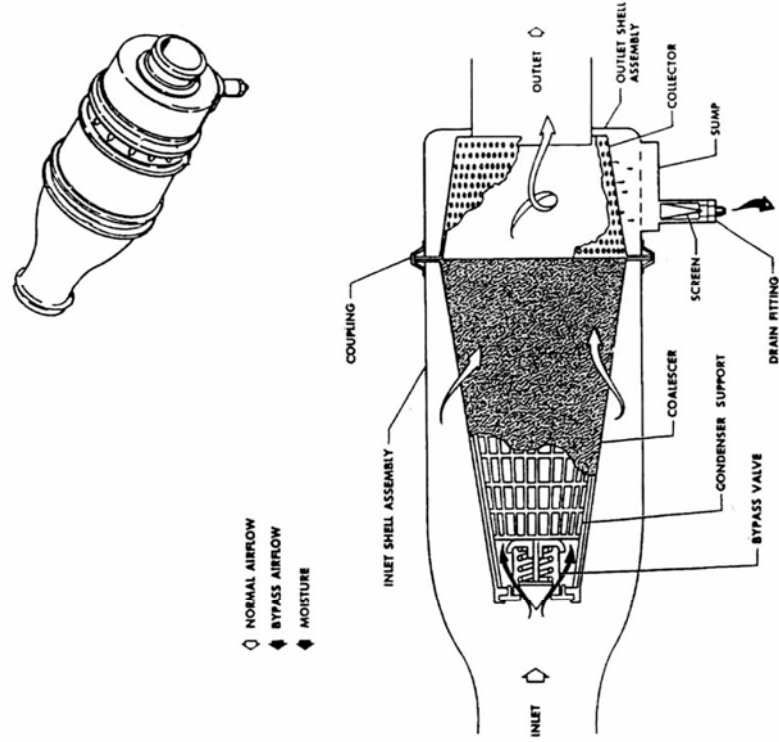
Figure 5. Bleed air cleaner.

Figure 6. Primary and secondary heat exchangers.

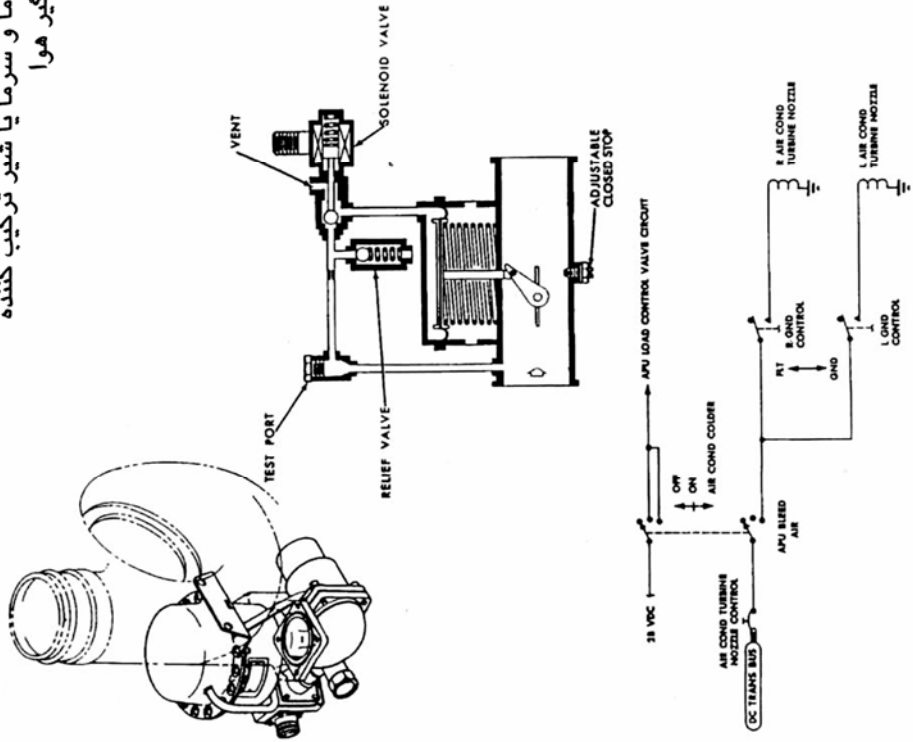
مدار یک کولر هواپیما



تصاویری از شیر کنترل شرکت گرما و سرما یا شیر ترکیب کننده و رطوبت گیر هوا



◊ NORMAL AIRFLOW
 ↓ BYPASS AIRFLOW
 ↓ MOISTURE



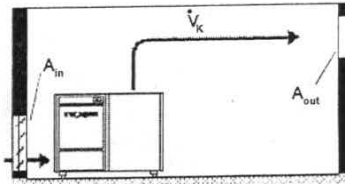
ضمیمه

Altitude (ft)	Pressure		Altitude (ft)	Pressure	
	psi	In. Hg.		psi	In. Hg.
0(S-L)	14.70	29.92	16,000	7.96	16.22
1,000	14.17	28.86	17,000	7.65	15.57
2,000	13.66	27.82	18,000	7.34	14.94
3,000	13.17	26.82	19,000	7.04	14.34
4,000	12.69	25.84	20,000	6.75	13.75
5,000	12.23	24.90	21,000	6.47	13.18
6,000	11.78	23.98	22,000	6.21	12.64
7,000	11.34	23.09	23,000	5.95	12.11
8,000	10.92	22.22	24,000	5.70	11.60
9,000	10.50	21.39	25,000	5.45	11.10
10,000	10.11	20.58	26,000	5.22	10.63
11,000	9.72	19.79	27,000	4.99	10.17
12,000	9.35	19.03	28,000	4.78	9.72
13,000	8.98	18.29	29,000	4.57	9.30
14,000	8.63	17.58	30,000	4.36	8.89
15,000	8.29	16.89			

NOTE: 1 in. Hg. = 0.49 psi = 33.86 international millibars. 29.92 in. Hg. = 1013 millibars.

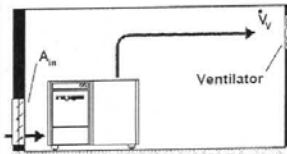
۱) سطح سوراخ خروجی هوا برای تهیه طبیعی اتاق نصب کمپرسور

برج توان محرک [kW]	جریان هوای مورد نیاز برای سبک کاری	سوراخهای مورد نیاز تهویه A_{in} and A_{out}
	V_v [m ³ /hr]	[m ²]
3,0	1350	0,20
4,0	1800	0,25
5,5	2270	0,30
7,5	3025	0,40
11,0	3700	0,50
15,0	4900	0,65
18,5	6000	0,75
22,0	7000	0,90



۲) دبی حجمی هواکش مورد نیاز برای تهویه مصنوعی اتاق نصب کمپرسور

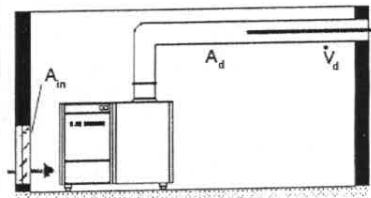
برج توان محرک P [kW]	حجمی هواکش مورد نیاز V_v [m ³ /hr]
4,0	1800
5,5	2270
7,5	3025
11,0	3700
15,0	4900
18,5	6000
22,0	7000
30,0	9500
37,0	11000
45,0	14000
55,0	17000
65,0	20000
75,0	23000
90,0	28000
110,0	34000
132,0	40000
160,0	50000
200,0	62000
250,0	70000



۳) دبی حجمی هوای خنک کاری مورد نیاز و سطح مقطع کانال در صورت استفاده از

کانال هوا خنک برای تهویه اتاق نصب کمپرسور




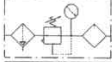


برج توان محرک P [kW]	جریان هوای مورد نیاز برای سبک کاری بوسیله کانال خروجی	سطح مقطع آزاد مورد نیاز برای کانال A_d
	V_v [m ³ /hr]	[m ²]
4,0	800	0,08
5,5	1000	0,10
7,5	1300	0,13
11,0	1700	0,13
15,0	2900	0,15
18,5	4500	0,23
22,0	4500	0,26
30,0	4500	0,33
37,0	6500	0,41
45,0	6500	0,48
55,0	8000	0,59
65,0	8600	0,64
75,0	9200	0,68
90,0	16000	0,85
110,0	16000	1,11
132,0	24400	1,24
160,0	24400	1,61
200,0	27800	2,06
250,0	33600	2,49



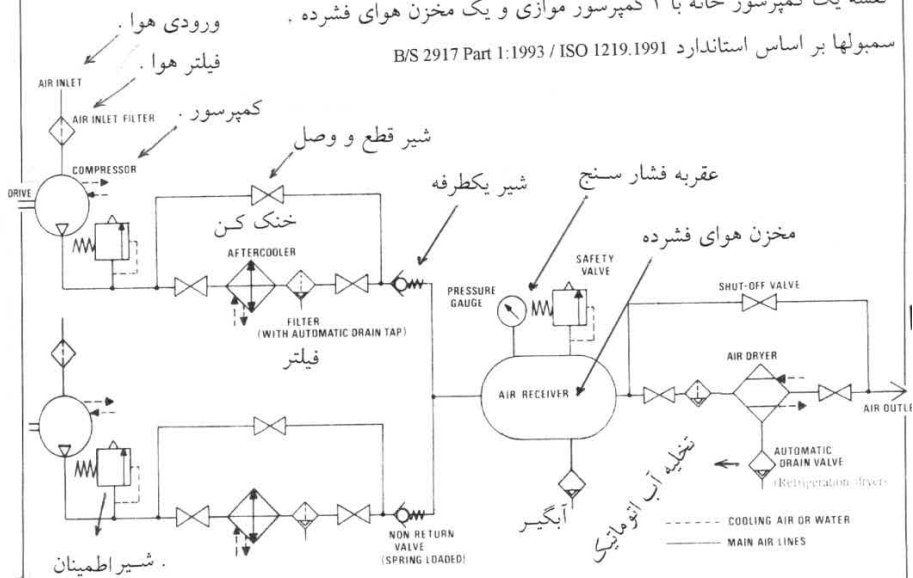
میزان آب موجود در هوای اشباع (برحسب گرم بر مترمکعب) در فشار اتمسفر (۱ bar) و


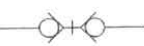












دمای مختلف















g/m^3	$^{\circ}C$	g/m^3	$^{\circ}C$	g/m^3	$^{\circ}C$	g/m^3	$^{\circ}C$	g/m^3	$^{\circ}C$
0.000010	-100	0.0111	-60	0.89	-20	17.30	20	129.54	60
0.000013	-99	0.0126	-59	0.97	-19	18.34	21	135.23	61
0.000017	-98	0.0144	-58	1.06	-18	19.43	22	141.13	62
0.000022	-97	0.0163	-57	1.16	-17	20.58	23	147.24	63
0.000029	-96	0.0185	-56	1.27	-16	21.79	24	153.57	64
0.000037	-95	0.0209	-55	1.39	-15	23.06	25	160.12	65
0.000047	-94	0.0236	-54	1.52	-14	24.39	26	166.90	66
0.000059	-93	0.0267	-53	1.66	-13	25.79	27	173.92	67
0.000075	-92	0.0301	-52	1.81	-12	27.25	28	181.19	68
0.000095	-91	0.0339	-51	1.97	-11	28.79	29	188.70	69
0.000119	-90	0.0381	-50	2.14	-10	30.39	30	196.47	70
0.000141	-89	0.0428	-49	2.33	-9	32.08	31	204.50	71
0.000166	-88	0.0481	-48	2.53	-8	33.84	32	212.80	72
0.000195	-87	0.0540	-47	2.75	-7	35.68	33	221.38	73
0.000229	-86	0.0605	-46	2.98	-6	37.61	34	230.24	74
0.000268	-85	0.0678	-45	3.24	-5	39.63	35	239.40	75
0.000312	-84	0.0758	-44	3.51	-4	41.73	36	248.85	76
0.000364	-83	0.0846	-43	3.80	-3	43.93	37	258.60	77
0.000422	-82	0.0944	-42	4.11	-2	46.23	38	268.67	78
0.000489	-81	0.1052	-41	4.45	-1	48.64	39	279.06	79
0.000566	-80	0.1171	-40	4.81	0	51.14	40	289.77	80
0.000667	-79	0.1308	-39	5.16	1	53.76	41	300.82	81
0.000785	-78	0.1459	-38	5.53	2	56.48	42	312.22	82
0.000923	-77	0.1626	-37	5.92	3	59.32	43	323.96	83
0.001081	-76	0.1811	-36	6.33	4	62.29	44	336.07	84
0.001265	-75	0.2014	-35	6.77	5	65.37	45	348.54	85
0.001476	-74	0.2238	-34	7.23	6	68.59	46	361.39	86
0.001719	-73	0.2485	-33	7.73	7	71.93	47	374.62	87
0.001999	-72	0.2755	-32	8.25	8	75.41	48	388.25	88
0.002319	-71	0.3052	-31	8.80	9	79.04	49	402.28	89
0.002686	-70	0.3378	-30	9.38	10	82.81	50	416.72	90
0.003119	-69	0.3735	-29	10.00	11	86.73	51	431.57	91
0.003617	-68	0.4127	-28	10.65	12	90.80	52	446.86	92
0.004186	-67	0.4554	-27	11.33	13	95.03	53	462.58	93
0.004836	-66	0.5022	-26	12.06	14	99.43	54	478.75	94
0.005577	-65	0.5532	-25	12.82	15	103.99	55	495.38	95
0.006421	-64	0.6090	-24	13.63	16	108.73	56	512.47	96
0.007380	-63	0.6697	-23	14.47	17	113.65	57	530.03	97
0.008468	-62	0.7358	-22	15.37	18	118.76	58	548.08	98
0.009702	-61	0.8079	-21	16.31	19	124.05	59	566.62	99

	Pressure gauge	عقریه فشار سنج.
	Pressure switch	مبدل فشار هوا به برق یا پرشر سوئیچ.
	Optical tester	نشانگر هوای فشرده.
	FRL+pressure gauge maintenance unit	واحد مراقبت.
	FRL+pressure gauge simplified maintenance unit	واحد مراقبت.
	FR+pressure gauge maintenance unit	فیلتر آبگیر و رگولاتور (واحد مراقبت بدون روغن زن)

نقشه یک کمپرسور خانه با ۲ کمپرسور موازی و یک مخزن هوای فشرده .
 B/S 2917 Part 1:1993 / ISO 1219.1991
 سمبولها بر اساس استاندارد



	Quick-fit coupling without unidirectional valve	اتصال سریع بدون شیر یکطرفه
	Quick-fit coupling with unidirectional valve	اتصال سریع با شیر یکطرفه
	Quick-fit coupling (de-coupling with open terminal section)	اتصال سریع یکطرفه با ترمینال باز
	Quick-fit (de-coupling with closed terminal section)	اتصال سریع بدون ترمینال باز
	1-way swivel coupling	اتصال قابل چرخش . از یک طرف .
	3-way swivel coupling	اتصال قابل چرخش از سه طرف .
	Silencer	صدا خفه کن یا آگزوز .
	Tank	مخزن هوا
	Filter	فیلتر .
	Condensate separator with manual discharge	تخلیه آب دستی .
	Condensate separator with automatic discharge	تخلیه آب اتوماتیک .
	Filter with condensate separator with manual discharge	فیلتر با آب تخلیه کن دستی .
	Filter with condensate separator with automatic discharge	فیلتر با تخلیه آب اتوماتیک .
	Lubricator	روغن زن .

	Pneumatic pressure source	هوای فشرده .
	Operating line	خط کار .
	Pilot line	خط پیلوت .
	Discharge line	خط تخلیه .
	Flexible line connection	خط قابل انعطاف.
	Electric cable	خط الکتریسته .
	Line connection (welding, screwing)	اتصال از نوع جوش یا پیچی .
	Line connection (welding, screwing)	
	Crossing of unconnected lines	تقاطع بدون اتصال .
	Discharge point	نقطه تخلیه .
	Discharge hole without connection	مجرای تخلیه بدون اتصال.
	Discharge hole with connection	مجرای تخلیه با اتصال.
	Power pick-up point with closing cap	مجرای اتصال فشار با درپوش مسدود.
	Power pick-up point with port	مجرای اتصال فشار.

پیدا کردن قطر داخلی لوله‌ها بر حسب نمودار

ابتدا میزان دبی و حداکثر فشار کاری را مشخص کنید و در امتداد خطوط مایل کار دنبال کنید.

مثال:

$$V = 2 \text{ m}^3/\text{min}$$

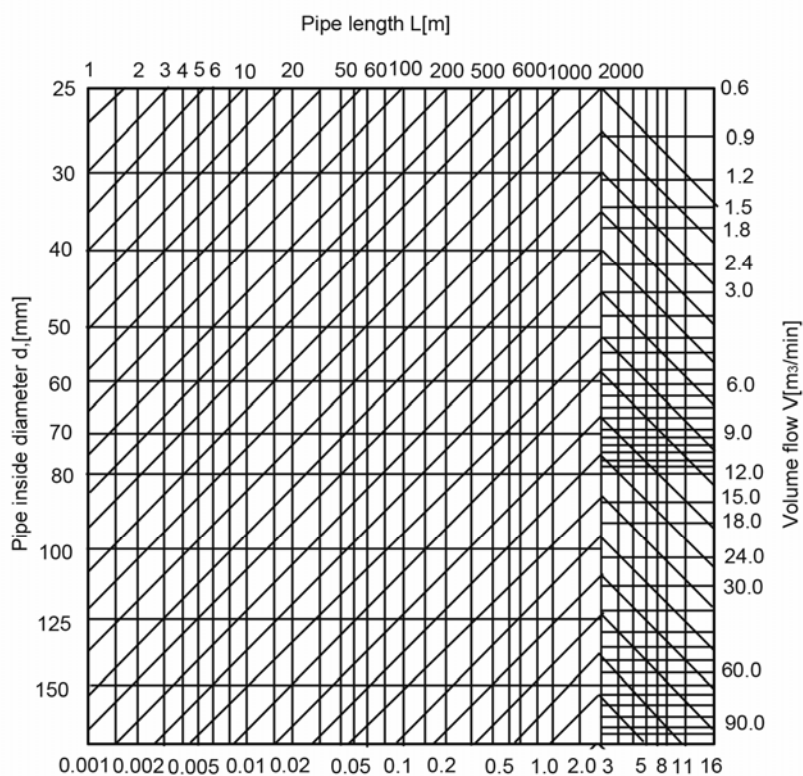
طول موثر (شامل طول لوله‌ها به همراه طول معادل اتصالات): $L=200\text{m}$

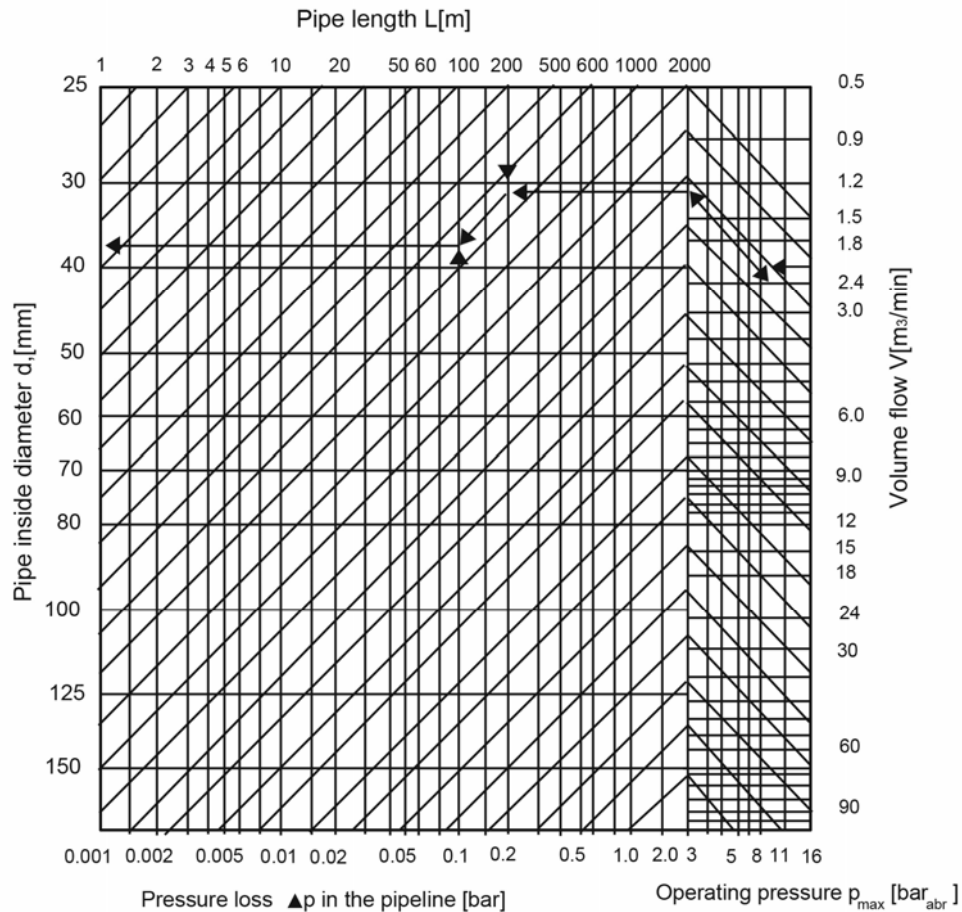
افت فشار دلخواه: $\Delta P=0.1\text{bar}$

حداکثر فشار کاری: $P = 8\text{bar}$ (فشار مطلق)

با استفاده از نمودار بالا قطر داخلی حدود 38mm بدست می‌آید.

بنابراین باید لوله با قطر نامی 40mm یا به عبارتی DN40 را برگزید.





از آنجائی که نمودار بار برای شرایط حداکثر فشار کاری 8bar و افت فشار 0.1 bar، تهیه شده است، کاربرد این روش جهت پیدا کردن نظر داخلی لوله‌ها محدود است. همانطور که از نمودار مشخص است، طول مؤثر لوله از ۱۵ تا ۵۰۰ متر و دبی حجمی از ۱۰۰ تا ۸۰۰۰ لیتر بر دقیقه برای DN8 تا DN80 وجود دارد.

مثال: برای دبی ۲ m³/min و طول مؤثر 200m و افت فشار 0.1 bar و حداکثر فشار کاری 8 bar با استفاده از نمودار با، نظر داخلی لوله مورد نیاز چقدر باید باشد؟

حل: همانطور که از نمودار مشخص است، با طول مؤثر 200m و دبی حجمی 2000 L/min قطر نامی لوله DN40 بدست می‌آید.

	Stromungstechnische Länge der Rohrleitung [m]															
	10	20	30	40	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
100	DN 8	DN 10														
200	DN 10	DN 15														
300																
400				DN 20						DN 25						
500																
750																
1000																
1500																
2000				DN 32												
2500																
3000						DN 40										
3500										DN 50						
4000																
4500													DN 65			
5000																
6000																
7000															DN 80	
8000																

Druckabfall Δp ca. 0.1 bar bei einem Höchstdruck $p_{max} = 8 \text{ bar}$

استاندارد هوای اتمسفر بر اساس اعلام ناسا

ارتفاع m	فشار bar	دما °C	چگالی kg/m ³
0	1.013	15.0	1.225
100	1.001	14.4	1.213
200	0.989	13.7	1.202
300	0.978	13.1	1.190
400	0.966	12.4	1.179
500	0.955	11.8	1.167
600	0.943	11.1	1.156
800	0.921	9.8	1.134
1000	0.899	8.5	1.112
1200	0.877	7.2	1.090
1400	0.856	5.9	1.060
1600	0.835	4.6	1.048
1800	0.815	3.3	1.027
2000	0.795	2.0	1.007
2200	0.775	0.7	0.986
2400	0.756	-0.6	0.966
2600	0.737	-1.9	0.947
2800	0.719	-3.2	0.928
3000	0.701	-4.5	0.909
3200	0.683	-5.8	0.891
3400	0.666	-7.1	0.872
3600	0.649	-8.4	0.854
3800	0.633	-9.7	0.837
4000	0.616	-11.0	0.819
5000	0.540	-17.5	0.736
6000	0.472	-24.0	0.660
7000	0.411	-30.5	0.590
8000	0.356	-37.0	0.525

اندازه حقیقی لوله‌ها بر حسب اندازه نامی

اندازه نامی		قطر بیرونی	قطر داخلی	مقطع داخلی	ضخامت دیواره
[Inches]	[DN]	[mm]	[mm]	[cm ²]	[mm]
1/8"	6	10.2	6.2	0.38	2.00
1/4"	8	13.5	8.8	0.61	2.35
3/8"	10	17.2	12.5	1.22	2.35
1/2"	15	21.3	16.0	2.00	2.65
3/4"	20	26.9	21.6	3.67	2.65
1"	25	33.7	27.2	5.82	3.25
1 1/4"	32	42.4	35.9	10.15	3.25
1 1/2"	40	48.3	41.8	13.80	3.25
2"	50	60.3	53.0	22.10	3.65
2 1/2"	65	76.1	68.8	37.20	3.65
3"	80	88.9	80.8	50.70	4.05
4"	100	114.3	105.3	87.00	4.50
5"	125	139.7	130.0	133.50	4.85
6"	150	165.1	155.4	190.00	4.85

