



کتاب سرویس و نگهداری تجهیزات صنایع شیمیایی

ایران استخدام

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir 

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۰۱۳ 

Www.IranEstekhdam.Ir

«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز صنایع غذایی (۱) و (۲)

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز صنایع غذایی

خرید و دانلود

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَّآلِ مُحَمَّدٍ وَّعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



سرویس و نگهداری تجهیزات صنایع شیمیایی

رشته صنایع شیمیایی

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب: سرویس و نگهداری تجهیزات صنایع شیمیایی - ۲۱۱۵۲۱

پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: طحیه کنشلو، سیدرضا سیف محدثی، رابعه شیخ‌زاده، اعظم یوسفی، بهناز سامی و محسن کولیوند (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

مدیریت آماده‌سازی هنری: حمیدرضا جاودان، حسین بریجانیان، ناصر اسمعیلی، اعظم یوسفی و رابعه شیخ‌زاده (اعضای گروه تألیف اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی)

شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری) - صبا کاظمی (طراح جلد) - مریم وثوقی انباردان (صفحه‌آرا) - فاطمه رئیسپان

فیروزآباد، محمود شوشتری و الهام محبوب (رسام)

نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج-خیابان ۶۱ (داروپخش)

تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۴۰۵

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند، باید این ملت اولاً با هم متحد باشد و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آن را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم، بلکه ان شاء الله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الآن عبادت تان این است که کار بکنید. این عبادت است. امام خمینی (قَدَسَ سِرُّهُ)

۱	پودمان اول: آچارکشی تجهیزات
۲	■ واحد یادگیری ۱: عیب‌یابی تجهیزات
۲۲	■ واحد یادگیری ۲: انجام آچارکشی تجهیزات
۳۳	پودمان دوم: رسوب‌زدایی تجهیزات
۳۴	■ واحد یادگیری ۱: پیشگیری از رسوب‌زدایی
۵۰	■ واحد یادگیری ۲: رسوب‌زدایی مکانیکی و شیمیایی
۶۷	پودمان سوم: پایش عملکرد صافی‌ها
۶۸	■ واحد یادگیری ۱: پایش صافی‌ها
۸۷	■ واحد یادگیری ۲: سرویس صافی‌ها
۱۰۱	پودمان چهارم: روانکاری تجهیزات
۱۰۲	■ واحد یادگیری ۱: تهیه روانکارها
۱۱۸	■ واحد یادگیری ۲: تعیین مشخصات روانکارها
۱۴۳	پودمان پنجم: خنک‌کاری تجهیزات
۱۴۴	■ واحد یادگیری ۱: تحلیل برج‌های خنک‌کننده
۱۶۴	■ واحد یادگیری ۲: انتخاب سامانه خنک‌کننده مناسب
۱۷۵	منابع و مآخذ

این کتاب در سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ از منظر چهار گروه از دنیای کار (کارفرمایان بزرگ، خبرگان حرفه‌ای، فروشندگان خدمات و کالا و انجمن‌های حرفه‌ای) و چهار گروه از دنیای آموزش (هنرآموزان خبره، مربیان آموزش فنی و حرفه‌ای، هنرجویان پایه دوازدهم و فارغ‌التحصیلان شاغل) مورد ارزشیابی کشوری قرار گرفت و نتایج آن در محتوا اعمال گردید.

سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند سرویس و نگهداری تجهیزات صنایع شیمیایی

۲- شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها

۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس، یکی از درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی سال یازدهم رشته صنایع شیمیایی است که ویژه این رشته تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی سرویس و نگهداری تجهیزات صنایع شیمیایی شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای دو واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. شرط لازم برای کسب شایستگی در هر پودمان، کسب شایستگی در هر دو واحد یادگیری آن پودمان است. در صورت احراز نشدن شایستگی در یک یا هر دو واحد یادگیری پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی دوباره تا پایان سال تحصیلی وجود دارد. ارزشیابی هر واحد یادگیری نیز از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی فنی تشکیل شده است و



شرط لازم برای محاسبه این دو بخش، کسب شایستگی در بخش شایستگی‌های غیر فنی است. همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی www.oerp.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیر فنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است؛ لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید. امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثری شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنر آموز

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته صنایع شیمیایی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال یازدهم تدوین و تألیف گردیده است. این کتاب دارای پنج پودمان است و شرط لازم برای کسب شایستگی در هر پودمان کسب شایستگی در هر دو واحد یادگیری آن پودمان است. در صورت احراز نشدن شایستگی در هر یک از واحدهای یادگیری پس ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی دوباره تا پایان سال تحصیلی وجود دارد. ارزشیابی هر واحد یادگیری نیز از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی فنی تشکیل شده است و شرط لازم برای محاسبه این دو بخش، کسب شایستگی در بخش شایستگی‌های غیرفنی است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و مراحل کلیدی براساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: با عنوان «آچارکشی تجهیزات» است. در واحد یادگیری اول عیب‌یابی تجهیزات و در واحد یادگیری دوم انجام آچارکشی تجهیزات شرح و آموزش داده شده است.

پودمان دوم: «رسوب زدایی تجهیزات» نام دارد در واحد یادگیری اول پیشگیری از رسوب‌زایی و در واحد یادگیری دوم رسوب‌زدایی مکانیکی و شیمیایی آموزش عملی و تئوری داده شده است.

پودمان سوم: دارای عنوان «پایش عملکرد صافی‌ها» است. در این پودمان ابتدا پایش صافی‌ها و سپس سرویس صافی‌ها آموزش عملی و تئوری داده شده است.

پودمان چهارم: «روانکاری تجهیزات» نام دارد. که در واحد یادگیری اول تهیه روانکارها و در واحد یادگیری دوم تعیین مشخصات روانکارها شرح و آموزش داده شده است.

پودمان پنجم: با عنوان «خنک‌کاری تجهیزات» است که در آن هنرجویان ابتدا با تحلیل خنک‌کاری برج‌های خنک‌کننده آشنا می‌شوند. در واحد یادگیری دوم انتخاب سامانه خنک‌کننده مناسب آموزش داده می‌شود.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



نظرسنجی کتاب‌درسی



پودمان ۱

آچارکشی تجهیزات



آچارکشی یکی از فعالیت‌های مهم در برنامه نگهداشت و تعمیرات است که بایستی به دقت و اصولی انجام گیرد.

واحد یادگیری ۱

عیب یابی تجهیزات

مقدمه

نشتی تجهیزات در صنایع شیمیایی یکی از مهم ترین چالش های ایمنی و بهره برداری به شمار می آید که می تواند پیامدهای اقتصادی، زیست محیطی و انسانی قابل توجهی به همراه داشته باشد. وجود سیالات خطرناک، فشار و دمای بالا در این صنایع، اهمیت شناسایی و کنترل نشتی را دوچندان می کند. از این رو آشنایی با مفهوم نشتی، علل بروز آن و پیامدهای احتمالی، گام نخست در پیشگیری از حوادث و ارتقای ایمنی فرایندها محسوب می شود. در این بخش به بررسی نشتی در تجهیزات شیمیایی و نقش آن در ایمنی صنعتی پرداخته می شود.

استاندارد عملکرد

به کارگیری مفاهیم نت، عیب یابی و تشخیص نشتی تجهیزات

شایستگی های غیر فنی

- ۱ اخلاق حرفه ای: حضور منظم و وقت شناسی، انجام دادن وظایف و کارهای محول، پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع، مدیریت مؤثر زمان، استفاده صحیح از مواد و تجهیزات
- ۳ کار تیمی: حضور فعال در فعالیت های گروهی، انجام دادن کارها و وظایف سپرده شده
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کار بست ریاضی

شایستگی های فنی

- ۱ به کارگیری مفاهیم نت
- ۲ تشخیص نشتی
- ۳ کار با تجهیزات عیب یابی



آیا نقش تعمیر و نگهداری در صنایع را می‌دانید؟



پس از انقلاب صنعتی در سال ۱۷۹۱ میلادی، در کشورهای انگلستان و آمریکا، تحوّل عظیمی در فعالیت‌های تولیدی و اقتصادی، به وقوع پیوست و حجم عظیمی از ماشین‌آلات و تجهیزات برای بالا بردن میزان تولید و کسب سود بیشتر به کار گرفته شد. اما یکی از مشکلاتی که از سال‌های اولیه گریبان‌گیر تولیدکنندگان شد، خرابی و از کارافتادگی دستگاه‌ها بود. در آن سال‌ها پس از وقوع هر نوع شکست، چه خرابی و یا از کار افتادگی، ماشین جدیدی جایگزین می‌گشت و در این شرایط هزینه‌های تولید رو به فزونی می‌نهاد. در قدم بعد، سعی شد هزینه‌هایی را برای تعمیرات دستگاه متحمل شوند، که البته نسبت به هزینه‌های قبلی به مراتب کمتر بود. در عین حال با از بین بردن زمینه‌های ایجاد از کار افتادگی، این هزینه‌ها نیز کاهش یافت. امروزه، نیاز صنایع و واحدهای تولیدی به یک سامانه جدید نگهداری و تعمیرات بیشتر شده است. البته انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات (نت) به معنی حذف تمامی زیان‌ها و ضررها نخواهد بود، اما همیشه هدف اصلی، رسیدن به شرایط مطلوب‌تر می‌باشد.

در کشورهای صنعتی، رقابت شدیدی در بالا بردن کیفیت محصول و پایین آوردن هزینه تولید وجود دارد. هر واحد صنعتی که در این رقابت عقب بماند، محکوم به نابودی خواهد بود. برنامه‌ریزی درست در نگهداری و تعمیر تجهیزات، نقش مهمی در کاهش زمان توقف و بالطبع کاهش هزینه تولید دارد.

لغت نگهداری^۱ از نظر مفهومی، کلیه عملیات و فعالیت‌هایی را شامل می‌گردد که در راستای سالم و مرتب نگاه داشتن تجهیزات (ماشین یا غیرماشین) انجام می‌شود. لغت تعمیر^۲، به مجموعه فعالیت‌هایی گفته می‌شود که بر روی یک سامانه دچار خرابی و یا از کارافتادگی، انجام می‌گیرد تا آن را به حالت آماده و قابل بهره‌برداری بازگرداند. برخی از این عملیات عبارت‌اند از:

۱ بازدید مرتب تجهیزات

۲ رفع عیوب و نواقص احتمالی و جلوگیری از وقوع آسیب‌های بزرگ

۳ تعمیرات دوره‌ای در فواصل زمانی معین

۱- Maintenance

۲- Repair



تغییر نگرش مدیران و کارکنان از تفکر قدیمی «هرگاه دستگاهی خراب شد، تعمیر می‌شود» به سمت جست‌وجو برای انتخاب مناسب‌ترین برنامه‌نت (نگهداری و تعمیرات) می‌باشد.

راهبردهای نگهداری و تعمیرات

از زمان پیدایش مفاهیم اولیه تعمیرات و با گذشت زمان، راهبردهای پیشرفته‌تری ظهور کرد. در ابتدا اولویت با نگهداری بود و بعد از آن تعمیرات موردنظر قرار گرفت. در طی ۷۰ سال اخیر نگهداری و تعمیرات مسیر تکاملی خود را پیمود. در ادامه روند تکامل راهبردهای نگهداری و تعمیرات، به اختصار مرور می‌گردد:

تعمیرات پس از خرابی^۱

در این راهبرد که قدیمی‌ترین و ساده‌ترین نوع تعمیرات است، بعد از وقوع هر نوع شکست و از کار افتادگی ماشین، تمامی قطعات آن را باز کرده و مورد بازرسی قرار می‌دهند. در صورت مشاهده عیب و نقص در هر قطعه‌ای، نسبت به تعمیر و یا تعویض آن اقدام می‌گردد.



مثال‌هایی از راهبرد تعمیرات پس از خرابی را در زندگی بیان کنید.

تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه^۲

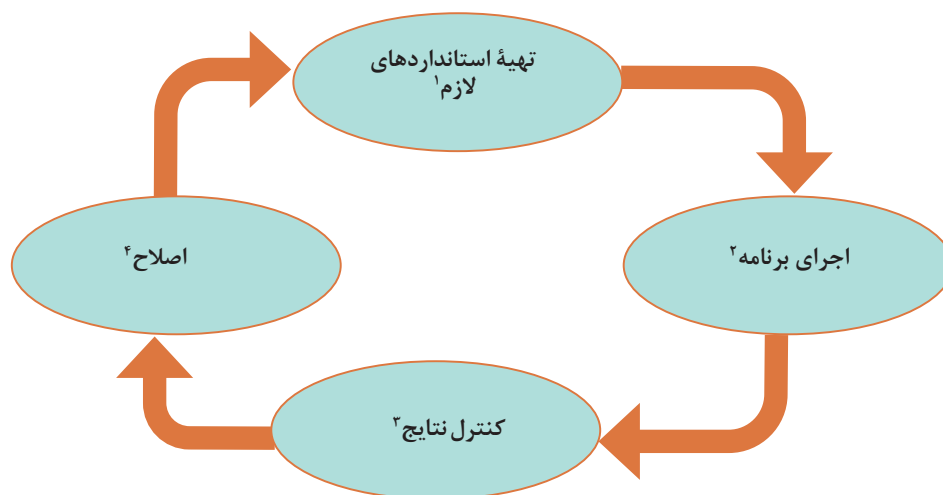
در این روش با بازرسی در فاصله‌های زمانی مشخص، قطعات مختلف دستگاه بازرسی می‌شوند. به عبارت دیگر نت برنامه‌ریزی شده یا پیشگیرانه، معمولاً برای بازدیدها یا تعمیرات دوره‌ای (زمان کارکرد مشخص)، با دوره‌های زمانی مشخص تنظیم گشته است. تفاوت عمده نت پیشگیرانه و نت هنگام شکست در این است که در نت هنگام شکست، قبل از انجام هر فعالیتی باید خرابی و از کارافتادگی وجود داشته باشد. در صورتی که در نت پیشگیرانه، تمامی تلاش‌ها برای جلوگیری از وقوع شکست و خرابی است. البته این روش هزینه‌هایی را نیز به همراه خواهد داشت و به دلیل معایب آن، راهبردهای دیگری هم مطرح شد. به عنوان مثال استفاده از چرخه نگهداری و تعمیرات، به صورت شکل ۱، یکی از این راهکارهاست.



در کارگاه‌های هنرستان‌های صنایع شیمیایی به دلیل عدم استفاده پیوسته از پمپ‌ها، مشکلاتی پیش می‌آید. بنابراین پس از انجام دادن فعالیت‌های کارگاهی توسط پمپ‌ها، آب سامانه‌ها را به‌طور کامل تخلیه کنید و پس از خشک شدن مسیرها از مجرای ورودی روغن پمپ‌ها، روغن جدید تزریق کنید.

۱_ Breakdown Maintenance

۲_ Preventive Maintenance



شکل ۱- چرخه نگهداری و تعمیرات (نت)

توضیحات بیشتر در مورد اجزای مختلف چرخه نگهداری و تعمیرات در ادامه آورده شده است.

۱- استانداردهای نت

استانداردهای نت شامل چهار گروه اصلی می باشد:

جلوگیری از بروز فرسایش :

جلوگیری از بروز فرسایش شامل استانداردهای نظافت، آچارکشی و روان سازی اجزای ماشین می باشد. برای این منظور جدول هایی همراه با تصویرهای واضح برای هر ماشین تهیه شده و نقاط نیازمند نظافت، آچارکشی و روان سازی به همراه دوره انجام کار و ابزار مورد نیاز جهت انجام صحیح و کامل کار در آنها مشخص می شود.

در جدول ۱ تجهیزاتی که در بیشتر واحدهای صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند، آورده شده است. نقاط لازم جهت تمیزکاری و نواحی نیازمند به روان کاری، همچنین زمان مناسب برای انجام کار مشخص شده است. در ضمن ابزارآلات مرسوم جهت فعالیت ها مشخص گردیده است.

۱- Standardize

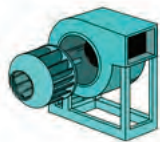
۲- Do

۳- Check

۴- Action



جدول ۱- تعدادی از تجهیزات مورد نیاز نت در واحدهای صنعتی

نام دستگاه	شکل	نقاط نیازمند نظافت	آچارکشی	روان سازی	تناوب انجام کار	ابزار مورد نیاز
پمپ		ناحیه نزدیک مکش، اطراف محفظه روغن، فشارسنج، دماسنج	پیچ و مهره اتصالات مکش و رانش	یاتاقان‌های محور پمپ و الکتروموتور	ماهانه	آچار فرانسه، آچار تخت
کمپرسور هوا		صافی هوای ورودی و محفظه ورودی، ابزار دقیق	صفحه‌ای هوای ورودی	یاتاقان‌های محور و الکتروموتور	ماهانه	آچار یک سر، آچار تخت و یک سر رینگ
الکترو فن		پروانه، بدنه	صفحه‌ای هوای ورودی	یاتاقان‌های محور پمپ و الکتروموتور	ماهانه	آچار یک سر، آچار تخت و یک سر رینگ
توربین گازی		صافی هوا، صافی روغن، ابزار دقیق	صفحه‌ای هوای ورودی	یاتاقان‌های محور پمپ و الکتروموتور	ماهانه	آچار یک سر، آچار تخت و یک سر رینگ

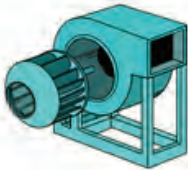
تجهیزات نیازمند نت در کارگاه و آزمایشگاه هنرستان خود را شناسایی نموده و برای آنها جدولی مانند جدول ۱ تهیه نمایید.



اندازه‌گیری میزان فرسایش :

اندازه‌گیری میزان فرسایش شامل مهارت‌های اندازه‌گیری، تعیین دامنه و میزان فرسایش تجهیزات می‌باشد. این استانداردها اطلاعاتی نظیر قسمت‌هایی که باید بازرسی شوند، فواصل زمانی بین بازرسی‌ها، روش‌ها، وسایل اندازه‌گیری و شاخص‌های ارزیابی میزان فرسایش، عملیات اصلاحی لازم و نظیر آنها را به همراه عکس‌ها و نمودارهای گویا در برمی‌گیرد (جدول ۲).

جدول ۲- تعدادی از تجهیزات نیازمند بازرسی فنی

نام تجهیز	شکل	بازرسی فنی	قطعات یا نقاط مورد بازرسی	زمان بازرسی
پمپ		نشت یاب، ضخامت سنج، ارتعاش سنج، تحلیل گر ^۱ برق	فشارسنج‌ها، دماسنج‌ها، کلیدها محل نشت روغن یا گریس	ماهانه
توربین گازی		نشت یاب، ضخامت سنج، ارتعاش سنج، تحلیل گر برق	فشارسنج‌ها، دماسنج‌ها، کلیدها محل نشت روغن یا گریس	ماهانه
			ابزار دقیق	هر ۶ ماه
الکتروفن		ارتعاش سنج، تحلیل گر برق	فشارسنج‌ها، دماسنج‌ها، کلیدها محل نشت روغن یا گریس	ماهانه
کمپرسور		نشت یاب، ضخامت سنج، ارتعاش سنج، تحلیل گر برق	فشارسنج‌ها، دماسنج‌ها، کلیدها محل نشت روغن یا گریس	ماهانه
صافی		فشارسنج دبی سنج	فشارسنج - دبی سنج - صافی - کنترل ارتعاش	ماهانه

بیشتر بدانید





برای تجهیزات نیازمند بازرسی فنی در آزمایشگاه و کارگاه خود جدولی مشابه جدول ۲، تهیه و سپس آن را تکمیل کنید.

بازگرداندن تجهیزات به شرایط اولیه:

شامل شرایط، روش‌ها و زمان‌های لازم برای انجام عملیات تعمیراتی است. این استانداردها را می‌توان برای هر دستگاهی به‌طور جداگانه تهیه نمود و یا براساس نوع عملیات تعمیراتی (نظیر لوله‌کشی، برق‌کاری و...) تهیه و طبقه‌بندی نمود.

روش‌های انجام فعالیت‌های نت:

شامل دستورکارها و زمان‌های لازم برای انجام فعالیت‌های نت است. این استانداردها برای اندازه‌گیری توانایی و کارایی گروه‌های نت، تخمین زمان لازم، برنامه‌ریزی زمانی عملیات و همچنین برای آموزش کارگران جدید، مفید می‌باشد.

۲- اجرای برنامه‌ها

مراحل اجرای صحیح و کامل برنامه‌ها عبارت‌اند از:

برنامه‌ریزی جهت اجرا:

براساس استانداردهای تدوین شده، برنامه‌های سالیانه نت برای دستیابی به قابلیت اطمینان مورد انتظار و هزینه بهینه، طراحی و تدوین می‌گردد.

اجرای برنامه‌ها:

برنامه‌ها جهت اجرا به‌صورت برنامه‌های ماهیانه و یا هفتگی تهیه گردیده و برای مجریان نت ارسال می‌گردد. لازم است کارکنان تولید نیز در اجرای برنامه‌ها مشارکت داشته باشند. توصیه می‌گردد که در فعالیت‌های جلوگیری از فرسایش تجهیزات از کارکنان با تجربه همان واحدها استفاده گردد.

بازرسی اجرای برنامه‌ها:

توصیه می‌گردد که واحد برنامه‌ریزی نت، افرادی را جهت بازرسی و اطمینان از اجرای صحیح و کامل برنامه‌ها در نظر بگیرد.

۳- کنترل نتایج حاصله

واحد برنامه‌ریزی نت باید شاخص‌هایی را جهت کنترل اثر بخش بودن اجرای برنامه‌ها در نظر گرفته و در فاصله‌های زمانی (به‌عنوان مثال به‌صورت ماهیانه، سه ماهه، شش ماهه و سالیانه) نسبت به محاسبه آنها اقدام نماید.

برخی از شاخص‌های قابل استفاده در این راستا عبارت‌اند از:

- قابلیت دسترسی به ماشین‌آلات
- کارایی ماشین‌آلات
- کیفیت تولید

۴- اصلاح

پس از تشخیص مشکلات موجود در دستگاه‌های تجهیزات و یا واحد صنعتی، نسبت به برنامه‌ریزی و سپس اجرای راهکار اصلاحی، اقدام لازم به عمل می‌آید. برای نمونه به توضیح نمودار چرخه نگهداری و تعمیر برای یک تجهیز مانند پمپ پرداخته می‌شود.

نگهداری و تعمیرات در سوددهی و بقای یک واحد تولیدی نقش مهمی دارد.



شکل ۲- تعمیر اساسی پمپ در کارگاه مکانیک

برای نمونه وضعیت کارکرد پمپ و یا کمپرسور در یک واحد صنعتی موردنظر است. در گام اول، باید استانداردهای لازم را تهیه نمود (شکل ۲). بر اساس این استانداردها، مجموعه‌ای از اطلاعات مورد نیاز است که برخی از آنها موجود و بعضی دیگر با دستگاه‌های قابل حمل اندازه‌گیری می‌شوند. برای مثال دبی جریان پمپ را می‌توان توسط دستگاه دبی‌سنج فراصوتی^۱ اندازه‌گیری کرد و بر اساس استاندارد مشخص، وضعیت عملکرد پمپ را با محاسبه بازده به‌دست می‌آورند. این قسمت کار، فرایند اجرای برنامه در چرخه نت می‌باشد. در گام بعدی، نتایج حاصله را با وضعیت عملکرد طراحی شده مقایسه می‌کنند تا علت انحراف

از وضعیت مطلوب مشخص شود. این مرحله، همان «کنترل نتایج» می‌باشد. در گام آخر، با اصلاحات لازم، باید تأیید عملیات و کارشناسان باتجربه را اخذ نماید. سپس روش کار مربوطه را نوشته تا تغییرات لازم صورت پذیرد. در این حالت با اصلاح وسیله، چرخه کامل می‌گردد.

استانداردهای مربوط به تجهیزات آزمایشگاه و کارگاه خود را تهیه کنید.

تحقیق کنید



تفاوت نت تجهیزات با تعمیر اساسی^۲ فرایند

یک واحد صنعتی در صنایع شیمیایی به‌طور مثال یک پالایشگاه نفت، متشکل از واحدهای مختلف می‌باشد که در آن محصولاتی از قبیل بنزین، گازوئیل و برش‌های مختلف تولید می‌گردد. هر واحد از فرایندهای موجود دارای دانش فنی بوده که مربوط به یک یا چند شرکت بزرگ نفتی می‌باشد. در کتابچه‌های راهنما مشخص شده که فرایند در چه شرایطی باید کار کند و چه زمان نیاز به تعمیرات اساسی دارد. در این زمان، واحد به‌طور کامل از مدار خارج شده و خوراک آن واحد به واحد دیگر و یا مخازن ذخیره فرستاده می‌شود. واحدهایی که مستقل نبوده و محصول آنها خوراک واحدهای دیگر می‌باشد، تعمیرات اساسی این واحدها

۱- Ultrasonic Flowmeter

۲- Overhaul

هم زمان انجام می‌شود و برای تعمیر اساسی، برنامه مفصلی تهیه و نقش هریک از واحدها و زمان‌بندی تعمیرات آن مشخص می‌گردد.

در ارتباط با تعمیر تجهیزات از قبیل پمپ‌ها و کمپرسورها براساس ساعت‌های کارکرد و شرایط خود تجهیز، برنامه‌ریزی تعمیرات دوره‌ای، تهیه و اجرا می‌گردد. همواره این تعمیرات بدون اینکه واحد متوقف شود، انجام می‌گردد، چرا که همواره هر تجهیز، یک جایگزین^۱ داشته که در زمان تعمیرات از آن استفاده می‌گردد.

به عنوان مثال روغن همواره نقش خنک‌کننده و یا روان‌کاری در پمپ‌ها، کمپرسورها و دیگر تجهیزات را داشته که با استفاده از استانداردهای موجود، بر اساس نوع و شرایط کاری، روغن مناسب را می‌توان مشخص نمود. همچنین نوع و جنس واشر و کلیه لوازم یدکی مورد نیاز، در کتابچه راهنمای دستگاه قید شده است. همچنین دستور کار لازم جهت زمان مناسب برای تعویض و بازدیدهای دوره‌ای در کتابچه راهنمای دستگاه آورده شده است. بخشی از این اطلاعات نیاز مبرم به دانش و تجربه عملیاتی دارد. اطلاعات توسط کارکنان در جدول‌های ویژه^۲ درج شده تا توسط کارشناسان خبره مورد بررسی قرار گرفته و در مرحله بعد اقدامات اصلاحی لازم انجام گردد.

الکتریسیته ساکن

فکر کنید



چرا به عقب بدنه تانکرهای نفت کش جاده‌ای، زنجیر کوتاهی که با سطح زمین تماس دارد، وصل شده است؟

اتصال گیره به کامیون نفت کش

محل اتصال به چاه ارت

شیوه اتصال به چاه ارت در هنگام بارگیری نفت کش

بحث کنید



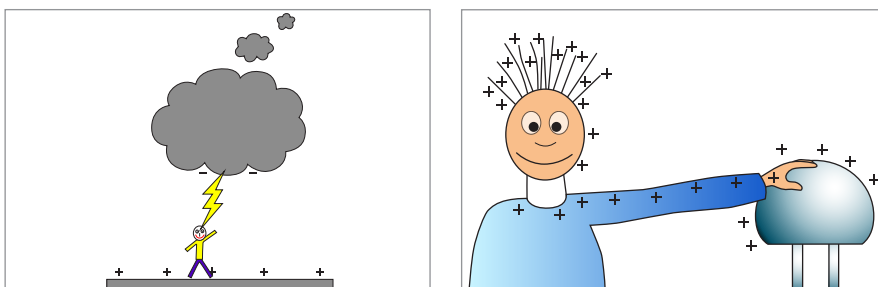
در مورد تصویر زیر با دوستان خود بحث کرده و در مورد علت این پدیده نظر دهید.

۱- Standby

۲- Log Sheet

الکتریسیته از کلمه یونانی الکترون گرفته شده است. هرگاه شانه پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش دهیم، اجسام سبکی مانند کاه را به خود جذب می کند.

الکتریسیته ساکن، پدیده ای رایج است که بر اثر نابرابری میان بارهای الکتریکی مثبت و منفی ایجاد می شود. این پدیده در اجسامی با جنس خاص و در برخی از فصول، به خصوص روزهای سرد و خشک زمستانی، بیشتر به وقوع می پیوندد. در صنایع مختلف، ایجاد الکتریسیته ساکن، امری حتمی و اجتناب ناپذیر است، این پدیده می تواند خطرات و خسارت های زیادی را در پی داشته باشد (شکل ۳)، اما می توان با انجام ترفندهایی که در ادامه معرفی می شود، آن را منتقل کرده و به حداقل رساند.



شکل ۳- نمونه هایی از تولید و انتقال الکتریسیته ساکن

وقتی دو سطح در حال تماس، نسبت به یکدیگر حرکت کنند، معمولاً بار الکتریکی ساکن ایجاد می شود. این پدیده طی فرایندهای صنایع شیمیایی نیز، به ویژه وقتی که ذرات گرد و غبار هنگام جابه جایی با یکدیگر برخورد می کنند یا وقتی مایعات نسبت به سطح جداره های لوله حرکت می کنند، ظاهر می گردد. بار الکتریکی حاصل می تواند انرژی کافی را برای شروع یک انفجار آزاد کند. منابعی که با ایجاد الکتریسیته ساکن دچار آتش سوزی می شوند عبارت اند از رساناهای عایق دار، کارگران، کیسه ها و پوشش های پلاستیکی.

الکتریسیته ساکن چه تفاوتی با الکتریسیته جاری دارد ؟

پرسش



ولتاژی که بر اثر بارهای ساکن ایجاد می شود، با مقدار بار ذخیره شده در آن جسم (Q) رابطه مستقیم دارد. ظرفیت جسم نسبت به محیط اطراف خود (C) به وسیله رابطه $V = \frac{Q}{C}$ به دست می آید. اگر روند تولید بارهای ساکن در یک جسم بیشتر از میزان نشت آن باشد، ولتاژ جسم رفته رفته افزایش می یابد به حدی که بالاخره سبب تخلیه ناگهانی انرژی^۱ به بخشی از محیط اطراف می شود. این تخلیه ناگهانی در پاره ای از موارد خطر آفرین خواهد بود؛ لذا در هنگام انتقال مایعات شیمیایی از تانکرها به مخازن، معمولاً به وسیله یک سیم که از تانکر به چاه ارت وصل شده است، هرگونه جریان الکتریکی تخلیه می گردد (شکل ۴). سامانه ارتینگ^۲ شامل چاه ارت، سیم و ستون (صفحه فلزی متصل به سیم ارت) می باشد.

۱- Spark

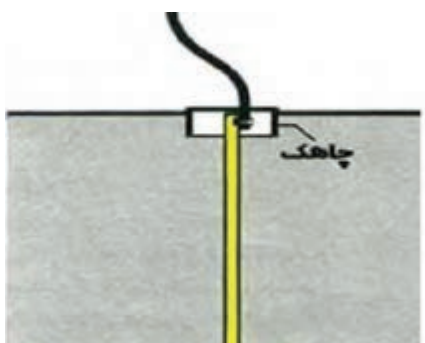
۲- Earthing



- ۱ تعدادی بادکنک تهیه کرده و آنها را باد کنید.
- ۲ با مالش دادن بادکنک‌ها، آنها را باردار کنید.
- ۳ وقتی بادکنک‌های باردار را به یکدیگر نزدیک می‌کنید، چه پدیده‌ای را مشاهده می‌کنید؟
- ۴ بادکنک‌های باردار را در آرایش‌های دوتایی، سه‌تایی و چهارتایی به یکدیگر متصل کنید.
- ۵ شکل‌های مختلف ایجاد شده، را رسم کرده و زاویه بین بادکنک‌ها را محاسبه کنید.



افزایش ولتاژ قبل از تخلیه می‌تواند به چندین هزار ولت برسد.



شکل ۴ - شیوه اتصال به چاه ارت



معمولاً الکتریسیته ساکن در چه مواردی، در صنایع تولید می‌گردد؟



متصل نبودن زنجیر موجود در تانکر حمل مواد شیمیایی، به ستون فلزی و تخلیه نشدن الکتریسیته ساکن، موجب حادثه می‌شود.



در سال ۲۰۰۸ میلادی، در صنایع شیمیایی بارتون^۱ در آیوا^۲ آمریکا به دلیل اتصال ناکافی تانکر به ستون فلزی و تخلیه نشدن الکتریسیته ساکن، انفجار مهیبی رخ داد. این انفجار باعث خسارت جانی و مالی زیادی به این کارخانه و تأسیسات جانبی آن شد. در گزارش حادثه که توسط واحد ایمنی^۳ تهیه شد، علت حادثه دقت نکردن در تخلیه الکتریسیته ساکن در زمان بارگیری ذکر گردید.



چه روش هایی برای حذف الکتریسیته ساکن در محیط زندگی و کار می توان به کار برد؟



شکل ۵ - وصل کردن سنجاق به لباس ها



شکل ۶ - استفاده از چوب لباسی فلزی

الکتریسیته یا برق گرفتگی را با روش های زیر می توان کاهش و یا حذف نمود:

■ استفاده از مرطوب کننده های محیط

الکتریسیته ساکن در مکان های خشک، بیشتر از سایر قسمت ها به وجود می آید؛ به خصوص در فصل زمستان و زمانی که اختلاف دمای داخل منزل با خارج زیاد است. استفاده از دستگاه های مرطوب کننده هوا، راهکار خوبی در این شرایط می باشد.

■ استفاده از افشانه های ضد الکتریسیته ساکن

استفاده از این افشانه ها، به صورت ویژه برای فرش و موکت توصیه می شود و سبب کاهش الکتریسیته ساکن از روی فرش و پوشش زیر پا می شود. برخی از کارخانه های تولید کننده فرش، این افشانه ها را تولید کرده و همراه با فرش عرضه می کنند. برخی نیز در ساختار فرش های تولید شده، از مواد ضد الکتریسیته استفاده می کنند.

■ مرطوب نگه داشتن سطح پوست

استفاده از کرم های مرطوب کننده و لوسیون های بدن به خصوص بعد از استحمام، در کاهش الکتریسیته ساکن و از بین بردن آن در بدن مؤثر است.

■ تعویض جنس لباس ها

اگر از لباس های پلاستیکی، پلی استر و نایلونی استفاده می کنید، بهتر است که از این جنس لباس خود را تغییر دهید و از کتان و نخ استفاده کنید.

■ استفاده از کفش های مناسب

جنس کفش در پراکنده کردن الکتریسیته ساکن مؤثر است. بر این اساس، کفش های چرمی به دلیل داشتن رسانایی جزئی به تخلیه الکتریسیته ساکن کمک می کند، اما کفش های پلاستیکی باعث تجمع بار می شوند.

■ وصل کردن سنجاق به لباس ها

روی یقه لباس های یادرز و شکاف پایین شلوارها، یک سنجاق وصل کنید (شکل ۵) تا الکتریسیته تجمع یافته، تخلیه شود.

■ استفاده از چوب لباسی فلزی

وصل کردن لباس روی چوب لباسی فلزی یا قرار دادن آنها رو یا زیر لباس، در کاهش و تخلیه و از بین بردن الکتریسیته ساکن مو و بدن مؤثر است (شکل ۶).

مثال صنعتی: نقش الکتریسیته ساکن در انتقال مواد پودری پلی اتیلن در خطوط هوای فشرده

شرح فرایند

در واحدهای تولید پلی اتیلن، دانه‌ها یا پودر پلی اتیلن پس از خروج از خشک‌کن، به وسیله خطوط انتقال هوای فشرده به مخازن ذخیره منتقل می‌شوند. در این روش، جریان هوا ذرات پلیمری را با سرعت بالا درون لوله‌ها جابه‌جا می‌کند.

مواد پودری پلیمری دارای سطحی خشک و خاصیت نارسانایی هستند. هنگامی که این ذرات با سرعت زیاد درون لوله‌های پلاستیکی یا فولادی حرکت می‌کنند، در اثر مالش شدید با دیواره لوله و برخورد با یکدیگر، بار الکتریکی ساکن در سطح ذرات ایجاد و تجمع می‌یابد.

مشکل ایجاد شده

در اثر این پدیده، مقدار قابل توجهی از مواد پلیمری دارای بار الکتریکی ساکن می‌شوند. این بارها به‌ویژه در نقاطی مانند زانویی‌ها، تغییر مسیرها و محل‌های افت سرعت جریان، تخلیه نشده و به‌صورت انباشته باقی می‌مانند. در چنین شرایطی، تماس ناگهانی ذرات باردار با قطعات فلزی، تجهیزات یا بدن کارگر می‌تواند باعث تخلیه ناگهانی بار و ایجاد جرقه الکتریکی شود.

پیامدها

- چسبیدن پودرهای پلیمری به دیواره لوله‌ها که موجب کاهش دبی جریان، افت راندمان و در مواردی گرفتگی خط انتقال می‌شود.
- انباشته شدن الکتریسیته ساکن در محیط سالن تولید که می‌تواند منجر به ایجاد جرقه گردد؛ در صورت وجود بخارات هیدروکربنی، خطر آتش‌سوزی و انفجار افزایش می‌یابد.
- آسیب دیدن حسگرها و تجهیزات ابزار دقیق به دلیل تخلیه‌های الکتریکی ناگهانی.
- ایجاد خطر شوک الکتریکی برای کارگران هنگام بازدید، تعمیرات یا تخلیه مواد از خطوط و مخازن.

به نظر شما چگونه می‌توان پیامدهای الکتریسیته ساکن در مجتمع صنعتی را از بین برد؟

پرسش



فعالیت
کارگاهی

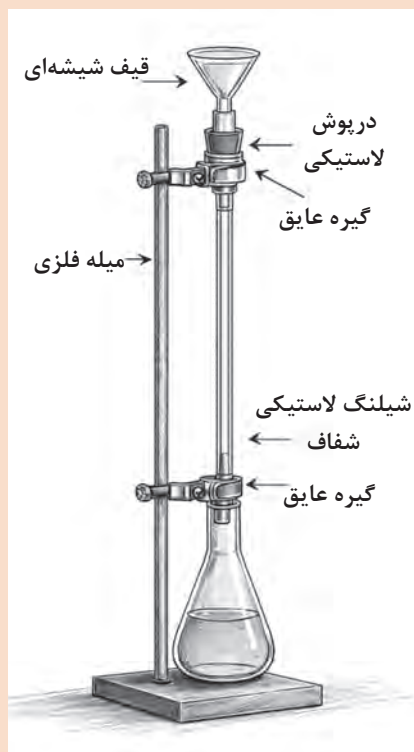


مواد لازم	وسایل لازم
مقداری پودر سبک مانند تالک یا آرد یا پلی اتیلن، PVC	قیف، شیلنگ پلاستیکی شفاف با لوله پلی اتیلنی، ظرف جمع‌آوری، سیم اتصال به زمین

روش کار:

الف) انتقال مواد پودری و ایجاد الکتریسیته ساکن و حذف آن

- ۱ قیف را بالای شیلنگ و ظرف جمع‌آوری را پایین شیلنگ قرار دهید (مطابق شکل صفحه بعد).
- ۲ پودر را به آرامی از داخل شیلنگ عبور دهید تا داخل ظرف بریزد.
- ۳ مشاهدات خود را یادداشت کنید.



■ آیا پودر به دیواره سنگ می‌چسبد؟

■ آیا حرکت پودر کند می‌شود؟

■ آیا صدای ریز برخورد پودر با لوله شنیده می‌شود؟

۴ از مشاهدات خود چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

اگر پاسخ‌های بالا منفی بود با روش زیر الکتریسیته ساکن عمدی ایجاد کنید.

شیلنگ پلاستیکی را با استفاده از پارچه پشمی ۱۰ تا ۱۵ بار مالش دهید و فعالیت بالا را تکرار کنید و به پرسش مجدداً پاسخ دهید.

ب) حذف بار الکتریکی

۱ یک سرسیم اتصال به زمین را به یک سیم فلزی مانند لوله غیر فلزی وصل کنند.

۲ سر دیگر سیم را به بدنه شیلنگ وصل کنید.

۳ دوباره پودر را از شیلنگ عبور دهید.

■ آیا چسبندگی کمتر شده است؟

■ آیا جریان پودر روان تر شده است؟

■ آیا گرفتگی رخ می‌دهد؟

۴ از مشاهدات خود چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

با چه روش‌های دیگری می‌توان الکتریسیته ایجاد شده در پودر را کاهش دهیم؟

پرسش



■ حمل یک شیء فلزی به همراه سایر وسایل

همیشه در میان وسایل یا داخل جیب خود، یک شیء فلزی نظیر سکه به همراه داشته باشید. این کار از جمع شدن الکتریسیته جلوگیری می‌کند.

نشتی تجهیزات



نشتی از اتصال در خط لوله



نشتی از خطوط لوله

چرا در صنایع مختلف، توجه به نشتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؟ مسئله نشتی یک نوع اسید را از نظر ایمنی، اقتصادی و زیست‌محیطی بررسی کنید.

بحث گروهی



نشتی، به خروج تدریجی و جزئی سیال از یک مقطع گفته می‌شود. منظور از مقطع، لوله و اتصالات، شیرآلات، مخازن و غیره است. صنایع، همواره هزینه‌های زیادی بابت نشتی متحمل می‌شوند، که علت آن برنامه‌ریزی نامناسب برای نگهداری و تعمیر و یا عوامل محیطی و عملیاتی می‌باشد. نشتی در صنایع شیمیایی خطرات جبران‌ناپذیر به دنبال داشته و بدین منظور در تمامی صنایع، واحد ایمنی نقش بسیار مهمی را در سلامت کارکنان و جلوگیری از حوادث دارد.

نکته ایمنی



حفاظت مستمر از خطوط لوله، تأسیسات و تجهیزات تحت فشار و مخازن مواد شیمیایی (که در بسیاری از موارد در آنها مواد آلاینده محیط‌زیست، مواد آتش‌زا و حتی مواد سمی وجود دارد) از اهمیت زیادی در صنعت برخوردار است.

در دسامبر ۱۹۸۴ (میلادی)، ابر مسموم‌شده ناشی از نشت گاز سمی صنعتی خطرناکی، بر فراز شهر «بوپال»^۱ به حرکت درآمد که وخیم‌ترین فاجعه صنعتی جهان نام گرفت. نوعی گاز سمی از کارخانه حشره‌کش‌سازی شرکت آمریکایی «یونیون کارباید»^۲ نشت کرد و این فاجعه چندین هزار کشته و بیش از ۳۰۰۰ مسموم برجای گذاشت، که بسیاری از آنها کاملاً معلول شدند و در شرایط دشواری زندگی می‌کنند (شکل ۷).



شکل ۷- خطوط لوله آسیب دیده در کارخانه یونیون کارباید

بدیهی است که وجود نشتی در خطوط لوله، تأسیسات، تجهیزات و مخازن، به‌ویژه در مواردی که خطرات و محدودیت‌های زیست‌محیطی به‌همراه دارند، می‌تواند موجب هزینه‌های گزاف و صدمات ناخوشایندی گردد. همچنین، به هدر رفتن بخشی از مواد ارزشمند که جزء محصولات و یا مواد اولیه ما هستند، از لحاظ اقتصادی نیز ناخوشایند است.

۱- Bhopal

۲- Union Carbide

به طور کلی وجود نشتی می تواند مشکلات زیر را در پی داشته باشد:

- آلودگی محیط زیست؛
 - ایجاد مسمومیت در انسان و دیگر موجودات زنده؛
 - انفجار؛
 - هدر رفتن مواد ارزشمند؛
 - افزایش هزینه های زیست محیطی؛
 - هزینه های تعمیر و تعویض خطوط لوله؛
- بنابراین دو عامل اقتصاد و محیط زیست، انگیزه کافی را برای رفع چنین مشکلاتی فراهم می کنند.

عوامل ایجاد نشتی در لوله ها:

- ۱- فرسودگی و خوردگی لوله ها و مخازن: فرسودگی و خوردگی هر دو از عوامل طبیعی ایجاد نشتی می باشند که به دلیل وجود مواد خورنده یا سیالیت ساینده به وجود می آید.
- ۲- عوامل و تغییرات محیطی: عوامل و تغییرات محیطی مانند سرما، یخبندان و گرما از عوامل طبیعی آسیب به لوله ها و ایجاد نشتی می باشند.
- ۳- خسارت های عمدی و سهوی: خسارت های عمدی معمولاً شامل عملیات خرابکارانه ای است که ممکن است به خاطر مسائل صنفی به وجود آید. خسارت های سهوی ممکن است در اثر برخورد اشیاء یا در اثر حفاری به وجود آید.
- ۴- عملیات خارج از محدوده طراحی: هر خط لوله برای محدوده خاصی از دما و فشار طراحی شده است. اگر عملیات بهره برداری خارج از محدوده طراحی باشد، می تواند باعث خرابی و آسیب در لوله ها و ایجاد نشتی شود.

تجهیزات لازم برای تشخیص نشتی

با توجه به مطالبی که در سال های گذشته خوانده اید، ساده ترین روش برای تشخیص نشتی چیست؟

پرسش



از آنجا که وجود نشتی خطرات جبران ناپذیری به بار می آورد، بهتر است جهت تشخیص به موقع نشتی، از تجهیزات دقیق تری استفاده شود (شکل ۸). آشکارسازها و دوربین های حرارتی تجهیزات دقیق تشخیص نشتی می باشند.

برای تشخیص محل و مقدار نشتی از وسایل و تجهیزات زیر می توان استفاده کرد:



نشت یاب گاز



نشت یاب هوا



نشت یاب آب

شکل ۸- تجهیزات نشت یاب گاز، هوا، آب



۱- نشت یاب گاز

یکی از ابزارهایی که جهت آشکارسازی حضور نوعی گاز در یک محدوده یا قسمتی از یک سامانه به کار می‌رود، نشت‌یاب گاز است که معمولاً جهت آشکارسازی گازهای مضر، قابل اشتعال و سمی به کار می‌رود. تشخیص گازهای خطرناک و کشنده بسیار مهم است؛ امروزه می‌توان به‌وسیله نشت‌یاب‌های گاز با دقت بالا از وجود گاز در محدوده‌ای مشخص با خبر شد. معمولاً نشت‌یاب‌های گاز، به‌وسیله حس‌گری حساس و سریع، نوع گاز و مقدار گاز محیط را تشخیص داده، هشدار صوتی ایجاد می‌کنند.

۲- نشت یاب آب



شکل ۹- تشخیص نشتی آب با دستگاه نشت‌یاب فراصوت^۱

هنگامی که یک لوله فلزی یا غیر فلزی که حامل جریان آب با فشار باشد، اگر مورد آسیب واقع شود و نشتی در آن ایجاد گردد، آب با فشار از محل آسیب خارج می‌شود. بدون در نظر گرفتن کیفیت و عوامل مؤثر بر صدای نشتی، صدای ایجاد شده با تغییراتی به سطح زمین منتقل می‌شود و دستگاه نشت‌یاب با دریافت این موج‌های بسیار ضعیف از طریق حس‌گر خود و تقویت و فیلتر کردن آن، محل دقیق نشتی را مشخص می‌کند (شکل ۹).

صدای نشتی از چهار نوع صدای مختلف ایجاد می‌شود که عبارت‌اند از:

۱- صدای جریان آب؛

۲- صدای ضربه ایجاد شده؛

۳- صدای مالش و اصطکاک؛

۴- صدای نوسانی.

این صداها با هم ترکیب شده و صدای نشتی را تشکیل می‌دهند. همواره بیشترین شدت صدای نشتی دریافتی بر روی نقطه نشتی شنیده می‌شود و کاربر می‌تواند با تعیین بیشترین صدای نشتی موجود، محل دقیق نشتی را تشخیص دهد.

۳- دوربین حرارتی^۲



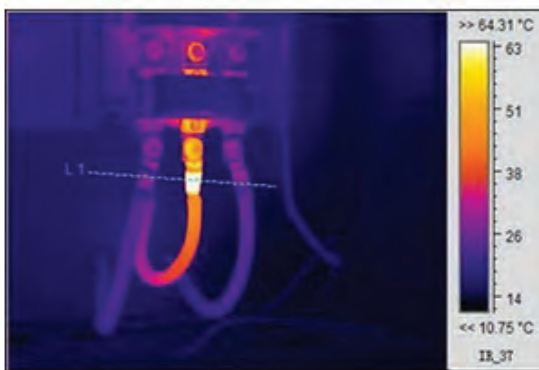
شکل ۱۰- دوربین حرارتی

دوربین حرارتی ابزاری جهت شناسایی عیوب در نگهداری و تعمیرات مبتنی برپایش وضعیت حرارتی است. در واقع هر عیبی که خود را با اختلاف دما آشکار کند، به‌وسیله دوربین‌های حرارتی قابل شناسایی می‌باشد. چگونگی کار دوربین‌های حرارتی به‌این صورت است که در این سامانه‌ها، از تابشی که از خود اجسام ساطع می‌گردد، برای تصویربرداری استفاده می‌کنند. همان‌طور که می‌دانیم اجسام از خود امواج الکترومغناطیسی ساطع می‌کنند که به دمای جسم بستگی دارد. در شکل ۱۰، یک نوع دوربین حرارتی نشان داده شده است.

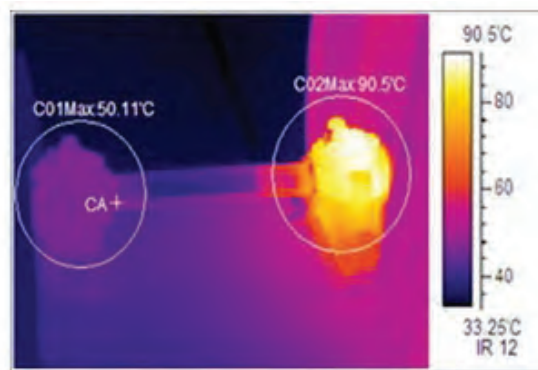


طبق قانون پلانک، هر جسمی که دارای دمای بالاتر از صفر مطلق باشد (۲۷۳- درجه سلسیوس)، از خود انرژی ساطع می‌کند.

همان‌طور که در شکل ۱۱ دیده می‌شود با استفاده از دستگاه دوربین حرارتی، محل عیوب تجهیزات^۱ با افزایش دما مشخص می‌گردد. در هریک از شکل‌ها نوار عمودی صفحه نمایشگر، درجه حرارت نواحی اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد که نقاط دمای بالا، نشان‌دهنده نشتی می‌باشد. بر این اساس می‌توان مقدار هدر رفت حرارت و انرژی را مشخص نمود.



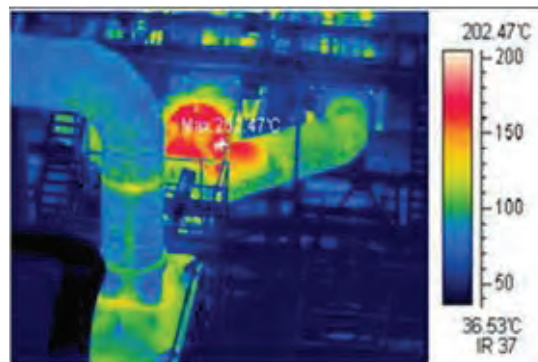
ب) گالری تصویر ترموگرافی - پانل‌های الکتریکی



الف) گالری تصویر ترموگرافی - تجهیزات دوار



د) گالری تصویر ترموگرافی - ترانس‌های قدرت

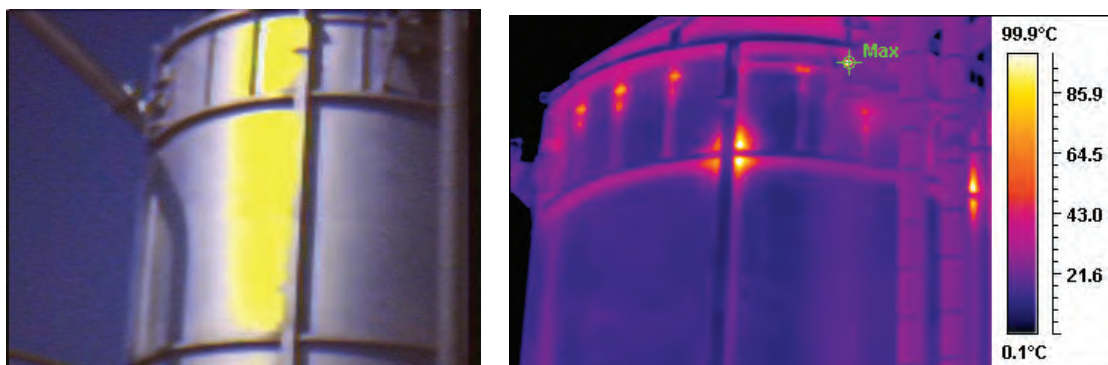


ج) گالری تصویر ترموگرافی - تجهیزات فرایندی

شکل ۱۱- تصاویر حاصل از دوربین حرارتی در تجهیزات دارای عیوب نشتی

۱- شکل الف (باتاقان)، شکل ب (سیم برق)، شکل ج (کمپرسور) و شکل د (ترانس برق)

در شکل ۱۲، نمونه‌هایی از تشخیص نشتی حرارتی از عایق مخازن نشان داده شده است.



شکل ۱۲- تشخیص نشتی حرارتی از عایق مخازن

اقدامات اولیه پس از تشخیص نشتی:

- ۱ فاصله گرفتن از محل
- ۲ جلوگیری از نزدیک شدن دیگران
- ۳ گزارش فوری نشتی به واحد HSE در صنعت (در هنرستان به هنرآموز)
- ۴ علامت گذاری محدوده نشتی

نکته ایمنی



تشخیص نشتی لوله آب گرم هنرستان توسط دماسنج حرارتی

روش کار: با استفاده از دماسنج حرارتی هنرستان، دمای قسمت خشک و قسمت مرطوب یک لوله را اندازه گیری کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

فعالیت
کارگاهی



پرسش



- ۱ منظور از نت تجهیزات چیست؟
- ۲ چرخه نت پمپ را توضیح دهید.
- ۳ نت تجهیزات با تعمیرات اساسی یک فرایند، چه شباهت و چه تفاوتی دارد؟
- ۴ سامانه ارتینگ، چه سامانه‌ای می‌باشد؟
- ۵ مشکلات ناشی از پدیده نشتی را برشمرید.
- ۶ طرز کار دوربین حرارتی چگونه است؟

ارزشیابی شایستگی عیب‌یابی تجهیزات

شرح کار:

- چگونگی استفاده از تجهیزات کارگاهی را بداند و کار داده شده را با دقت انجام دهد.
- هنگام کار مراقب باشد که دستگاه صدمه نبیند.
- پس از انجام کار، وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.

استاندارد عملکرد:

به‌کارگیری مفاهیم نت، عیب‌یابی و تشخیص نشتی تجهیزات

شاخص‌ها:

- رعایت مسائل ایمنی در هنگام کار
- انجام کار طبق دستور کار

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه

شرایط دستگاه: آماده به کار

زمان: یک جلسه آموزشی

ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی، ابزار عمومی، دستگاه تشخیص نشتی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	به‌کارگیری مفاهیم نت	۱	
۲	تشخیص نشتی	۲	
۳	کار با تجهیزات عیب‌یابی	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: * ایمنی: انجام دادن کار با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: کاربرد علم ریاضی در محاسبات و دقت در محاسبات توجهات زیست‌محیطی: انجام دادن کار بدون ریخت و پاش شایستگی‌های غیرفنی: اخلاق حرفه‌ای، مدیریت منابع، محاسبه کار بست ریاضی	۲	
	میانگین نمرات**		

* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

واحد یادگیری ۲

انجام آچارکشی تجهیزات

مقدمه

آچارکشی یکی از فعالیت‌های مهم در نگهداری و تعمیرات واحدهای صنعتی می‌باشد. هر واحد صنعتی شامل تجهیزات و خطوط انتقال مواد بوده که همواره آچارکشی مناسب نقش به‌سزایی در جلوگیری از نشستی دارد. با توجه به اینکه در بیشتر فرایندهای شیمیایی، با مواد سمی و خطرناک روبه‌رو هستیم، اگر در خطوط لوله، اتصالات و فلنج‌ها آچارکشی نامناسب باشد، علاوه بر نشستی و هدر رفت مواد، خطرات جانی و مالی نیز وجود خواهد داشت و همچنین باعث خرابی و اشهرها و ایجاد ارتعاش تجهیزات فرایندی خواهد شد.

استاندارد عملکرد

انجام دادن آچارکشی تجهیزات مطابق دستور کار

شایستگی‌های غیر فنی

- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت‌شناسی، انجام دادن وظایف و کارهای محول، پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع، مدیریت مؤثر زمان، استفاده صحیح از مواد و تجهیزات
- ۳ کار تیمی: حضور فعال در فعالیت‌های گروهی، انجام دادن کارها و وظایف سپرده شده
- ۴ مستندسازی: گزارش‌نویسی فعالیت‌های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

شایستگی‌های فنی

- ۱ انواع آچار
- ۲ کاربرد انواع آچار
- ۳ آچارکشی تجهیزات



آیا این تجهیزات را می‌شناسید؟ آیا می‌دانید که هر کدام چه کاربردی دارد؟



اختراع اولین آچار به سولیمون مریک^۱ تعلق دارد که آن را در سال ۱۸۳۵ میلادی ابداع کرد. انواع زیادی از آچارها وجود دارند که انسان معمولاً در زندگی روزمره خود برای اهداف مختلفی به آنها نیاز پیدا می‌کند. آچارها برای بستن یک اتصال که شامل پیچ و مهره است، به کار می‌روند. در برخی از نقاط دنیا آچارها به «مهره‌گشا» نیز معروف هستند. تعدادی از آنها از آلیاژهای کروم - وانادیوم ساخته می‌شوند. آب‌کاری با کروم به جلوگیری از زنگ‌زدگی آچار کمک می‌کند. آچارها بخش مهمی از جعبه ابزار را تشکیل می‌دهند. به غیر از آچارهایی که معمولاً در خانه‌ها یافت می‌شوند، انواع مختلفی از آنها کاربرد ویژه خود را دارند.

۱- Salimon Meric

آچار پیچ گوشتی

انواع ابزار پیچ گوشتی با استفاده از خاصیت اهرمی و گشتاوری، در باز و بسته کردن انواع پیچ به کار برده می‌شود. به عبارت دیگر برای پیچاندن، سفت کردن و یا شل کردن پیچ، باید از انواع ابزار پیچ گوشتی استفاده کرد. در تعریفی دیگر می‌توان گفت، به واسطهٔ انواع ابزار پیچ گوشتی، نیروی کمتری برای باز و بسته کردن پیچ‌ها به کار برده می‌شود. اهرمی که در انواع ابزار پیچ گوشتی وجود دارد، با فشار کمی که وارد می‌شود، می‌تواند پیچ‌های سفت را باز و بسته کند. این در حالی است که بدون استفاده از این ابزار، کارها به دشواری صورت می‌گیرد.

نوک پیچ گوشتی در سر پیچ قرار می‌گیرد و با جای‌گیری در آن، می‌تواند پیچ را حرکت دهد. نکته‌ای که باید به آن توجه کرد این است که سر پیچ گوشتی باید متناسب با شیار پیچ انتخاب شود. به این معنا که هر چقدر شیار پیچ تنگ‌تر باشد، سر پیچ گوشتی نیز باید ظریف‌تر باشد تا در شیار قرار بگیرد. استفادهٔ نادرست از پیچ گوشتی نه تنها می‌تواند سبب بروز حادثه شود بلکه منجر به از بین رفتن ابزار و حتی پیچ نیز می‌گردد. انواع آچار پیچ گوشتی در شکل ۱۳، نشان داده شده است.



شکل ۱۳- انواع آچار پیچ گوشتی

تقسیم‌بندی انواع پیچ گوشتی طبق شکل ساختاری

نوع عایقی: ترمینالی یا همان پیچ گوشتی مخصوص کار با جریان برق و معمولی.

ضربه‌پذیری: چکش خور تشکی، چکش خور فولادی و معمولی.

نوع پیچ: چهارسو، دوسو یا تخت، ستاره‌ای، خورشیدی و سه پر.



شکل ۱۴- آچار دو سر تخت



شکل ۱۵- آچار دو سر رینگ



شکل ۱۶- آچار یک سر تخت و یک سر رینگ



شکل ۱۷- آچار فرانسه

آچار دو سر تخت^۱:

هر دو انتهای این نوع آچار تخت است. دهانه‌های آن U شکل بوده ولی هم اندازه نیستند (شکل ۱۴). این آچار وقتی مفید است که با پیچ و مهره سر و کار دارید. این آچارها پیچاندن پیچ و مهره را راحت‌تر می‌کنند.

آچار دو سر رینگ^۲:

آچار دو سر رینگ، یک حلقه بسته در هر یک از دو انتهای خود دارد (شکل ۱۵). این حلقه معمولاً برای سفت کردن شکل شش ضلعی و در برخی موارد برای سفت کردن شکل مربعی طراحی شده است. حلقه‌ها در هر دو سر آچار اندازه‌های متفاوتی دارند. این آچارها در مواردی به کار می‌روند که آچارهای دو سر تخت خوب عمل نمی‌کنند. آچارهای دو سر رینگ از گردش‌دگی لبه‌هایی که ممکن است به هنگام استفاده از آچارهای دو سر تخت رخ دهد، جلوگیری می‌کنند.

آچار یک سر تخت و یک سر رینگ^۳:

آچار یک سر تخت و یک سر رینگ، همان‌طور که معلوم است یک آچار ترکیبی از آچار دو سر تخت و آچار دو سر رینگ است. این آچار یک حلقه بسته در یک انتهای خود دارد و انتهای دیگر آن تخت است (شکل ۱۶). این آچارها می‌توانند برای باز کردن پیچ و مهره‌ها با سر رینگ و سپس جدا کردن سریع آنها با استفاده از سر تخت مورد استفاده قرار گیرند.

آچار فرانسه^۴:

این ابزار یک آچار با سر تخت است، اما تنها یک انتهای آن می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. اندازه باز شدن دهانه، ثابت نیست و می‌تواند برحسب اندازه پیچ و مهره تغییر پیدا کند (شکل ۱۷). این آچارها می‌توانند برای پیچ و مهره‌هایی با اندازه‌های متفاوت به کار روند. برخلاف آچارهای قبلی که می‌توانستند تنها برای یک یا دو مورد استفاده شوند. براساس اندازه پیچ و مهره باید از آچار فرانسه با اندازه مناسب استفاده شود.

۱- Open - ended

۲- Box - ended

۳- Combination

۴- Adjustable

آچار آلن^۱:

این ابزار انتهای شش ضلعی دارد و به دو نوع T شکل و L شکل است. مطابق شکل ۱۸، آچار نوع T شکل شبیه نوع L شکل است و تنها تفاوتش این است که یک دسته دارد که از فلز و یا پلاستیک ساخته شده است. این آچارها که سر آنها شش ضلعی است، برای پیچاندن پیچ‌ها به کار می‌روند. روشی که آنها عمل می‌کنند، شبیه آچار پیچ‌گوشتی است.



آچار آلن نوع L



آچار آلن نوع T

شکل ۱۸- انواع آچار آلن

آچار بکس^۲:



شکل ۱۹- آچار بکس

آچار بکس با پیچ و یا مهره کاملاً ثابت می‌شود. چنین آچاری به یک دسته نیاز دارد (شکل ۱۹). به هنگام استفاده از آچار بکس، لازم نیست که بعد از انجام پیچش، از سر پیچ و یا مهره کاملاً برداشته شود. دسته می‌تواند برداشته شود و دوباره وصل شود، در حالی که کاسه روی پیچ و یا مهره باقی می‌ماند.

آچار خطی^۳:

آچار خطی، وسیله‌ای بین آچار دو سر تخت و آچار دو سر رینگ است (شکل ۲۰). هر دو انتهای این آچار برخلاف آچار دو سر رینگ، تخت است. از طرفی برخلاف آچار دو سر تخت، دهانه‌های آن به حد کافی گشاد

۱- Allen

۲- Socket

۳- Line



شکل ۲۰- آچار خطی

هستند تا با سر پیچ و یا مهره منطبق شوند. این آچار وقتی به کار می‌رود که پیچ‌ها و یا مهره‌ها از فلز نرم‌تری ساخته شده‌اند. آچارهای خطی بیشترین مقدار سر پیچ و یا مهره را پوشش می‌دهند و بیشترین تماس را با آن دارند، در نتیجه آسیب وارده به سر فلزی نرم‌تر را به حداقل می‌رسانند.



شکل ۲۱- آچار جفجغه

آچار جفجغه^۱:

آچار جفجغه شبیه آچار بکس است (شکل ۲۱). در آچار جفجغه، دسته فلزی با حرکات چرخشی به قسمت کاسه‌ای شکل وصل شده است به همین دلیل، تا وقتی که کار به طور کامل انجام نشده است، نیازی به جدا کردن خود آچار از سر پیچ و یا مهره نیست. این آچارها وقتی استفاده می‌شوند، کار را سریع‌تر به اتمام می‌رسانند و همچنین می‌توانند در فضاهای محدود به کار روند.



شکل ۲۲- آچار لوله‌گیر یا آچار شلاقی

آچار لوله‌گیر یا آچار شلاقی^۲:

آچار لوله‌گیری ابزاری است برای گرفتن و چرخاندن لوله‌های فلزی با فک‌های (ثابت و متحرک) دندانه‌دار و قابل تنظیم که روی لوله‌گیر کرده و از سر خوردن جلوگیری می‌کند. این آچار در لوله‌کشی و تعمیرات صنعتی به کار می‌رود (شکل ۲۲).



شکل ۲۳- آچار ترک یا آچار گشتاور

آچار ترک یا آچار گشتاور^۳:

آچار ترک مقدار گشتاور ویژه‌ای برای سفت کردن ایجاد می‌کند. این کار به جلوگیری از سفت شدن بیش از اندازه مجموعه پیچ و مهره کمک خواهد کرد. مقدار گشتاور لازم می‌تواند با مدرج کردن آچار به دست بیاید. در برخی موارد در صنعت، میزان گشتاور لازم برای سفت کردن، مقدار دقیقی است. این آچارها در مجموعه‌ای از فعالیت‌های دقیق به کار می‌روند (شکل ۲۳).

۱- Ratcheting

۲- Pipe

۳- Torque



همواره برای حفظ تقارن در بستن پیچ و مهره‌های قطعات یک دستگاه مثلاً پیچ‌های یک اتصال یا چرخ خودرو، باید آنها را به صورت ضربدری، باز یا بسته کرد.



گشتاور نیرو

عامل مؤثر در گشتن هر جسم به دور محوری را گشتاور نیرو یا لنگر می‌نامند. گشتاور، یک کمیت فیزیکی است و در حرکت چرخشی، به بزرگی نیرو، مسیر و مکان اثر نیرو بستگی دارد. گشتاور یک کمیت برداری بوده و واحد آن نیوتن.متر است.

پیچ و مهره و واشر



شکل ۲۴- انواع پیچ و مهره

«پیچ»^۱ در واقع استوانه‌ای است که شیارهای مارپیچ آن را احاطه کرده است (شکل ۲۴). طراحی شیار پیچ‌ها برای بریدن مواد نرم‌تر و سخت‌تر متفاوت است. شیارها اغلب به صورت مثلث، مربع، دوزنقه و نیم‌دایره روی سطح جانبی بدنه ایجاد می‌شوند. شایع‌ترین کاربرد پیچ برای نگه‌داری اشیاء و قطعات به یکدیگر می‌باشد. در انتهای اغلب پیچ‌ها یک بخش خاص و نوک تیز وجود دارد تا ورود به قطعه آسان گردد. ابزارهای رایج برای استفاده از پیچ‌ها، آچار و پیچ گوشتی است. سر این ابزار معمولاً بزرگ‌تر از بدنه پیچ است تا بتواند نیروی بیشتری به پیچ وارد کرده و آن را در طول قطعه براند.

«مهره»^۲ جسمی حلقه‌ای شکل، گرد یا چندضلعی است که داخل سوراخ آن، شیار (رزوه) شده است. مهره‌ها، یراقی کمکی برای پیچ‌ها هستند تا به واسطه آنها پیچ‌ها سفت‌تر در مسیر پیچش خود بسته شوند. مهره و پیچ اصطلاحاً با حالت مادگی و نری درون هم منطبق می‌گردند. شیار مهره‌ها با شیار پیچ‌ها باید دارای تناسب

۱- screw

۲- Nut

خاص برای چرخش صحیح پیچ درون مهره باشد. مهره‌ها معمولاً از جنس فولاد، آهن یا دیگر فلزات هستند، اما برای پیچ‌های پلاستیکی مهره‌های پلاستیکی و پلیمرهای مهندسی هم ساخته شده است.

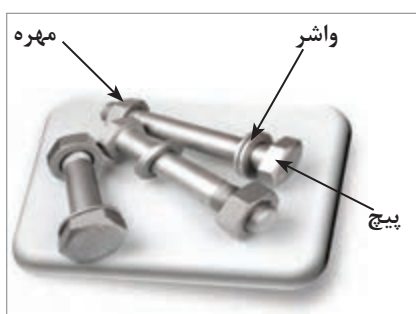
واشر

«واشر»^۱، در حقیقت، واسطه بین مهره و بدنه بوده و حلقه‌ای است از جنس فلز و یا گاه لاستیک (شکل‌های ۲۵ و ۲۶). واشرها معمولاً جهت توزیع بار پیچ و مهره‌ها استفاده می‌شوند. استفاده از واشر دلایل گوناگونی دارد که به عنوان نمونه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- زیر مهره قرار می‌گیرد تا چرخش مهره، به قطعه اصلی آسیب نرساند.

۲- از باز شدن مهره یا پیچ بر اثر لرزش جلوگیری می‌کند.

۳- فشار حاصل از بستن مهره بر قطعه کار را بهتر انتقال می‌دهد.



شکل ۲۶- پیچ و مهره و واشر



شکل ۲۵- انواع واشر

آچاری که برای کار روی مهره یا پیچ انتخاب می‌شود، باید با آچارخور آن به خوبی منطبق شود، در غیر این صورت، مهره یا آچارخور پیچ خراب می‌شود.



صحیح

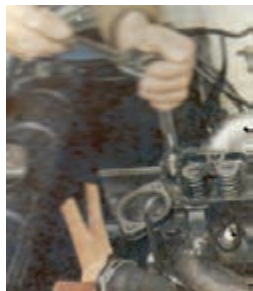
غلط

نکته





- ۱ با توجه به جدول زیر، نام هر ابزار را در ستون مربوطه بنویسید.
- ۲ هریک از ابزارهای ستون سمت چپ جدول را با توجه به کاربرد آنها، به تصویر مناسب در ستون سمت راست ارتباط دهید.
- ۳ چگونگی انجام کار با هریک از ابزارها را شرح دهید.

ردیف	تصویر	ابزار مناسب	نام ابزار
۱			
۲			
۳			
۴			

			۵
			۶
			۷

- ۱ چند شاخه لوله فلزی، به طول تقریبی ۵۰ سانتی متر که دو سر آنها شیار شده باشد، تهیه نمایید.
- ۲ تعدادی زانویی با زاویه های مختلف و اتصالات دیگر با پیچ و مهره مناسب فراهم کنید.
- ۳ با استفاده از آچارهایی که در این بخش با آنها آشنا شده اید، شبکه های مختلفی از لوله ها و اتصالات را تشکیل دهید.

فعالیت
کارگاهی



آیا می توانید برای نت پیشگیرانه مثال های دیگری بیان کنید؟

پرسش



با استفاده از تجهیزات معیوب موجود در هنرستان مانند موتور کولر، مشعل موتورخانه، پمپ های آب داخل کارگاه، انواع شیرآلات (نحوه باز و بسته کردن) مطالب آموخته شده در این پودمان را اجرا کنید.

فعالیت
کارگاهی



ارزشیابی شایستگی انجام آچارکشی تجهیزات

شرح کار:

- چگونگی استفاده از تجهیزات کارگاهی را بداند و کار داده شده را با دقت انجام دهد.
- هنگام کار مراقب باشد که دستگاه صدمه نبیند.
- پس از انجام کار، وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.

استاندارد عملکرد:

- انجام دادن آچارکشی تجهیزات مطابق دستور کار
- شاخص‌ها:**
- رعایت مسائل ایمنی در هنگام کار
- انجام کار طبق دستور کار

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

- مکان:** کارگاه
- شرایط دستگاه:** آماده به کار
- زمان:** یک جلسه آموزشی
- ابزار و تجهیزات:** وسایل ایمنی شخصی، ابزار عمومی، دستگاه تشخیص نشتی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	انواع آچار	۱	
۲	کاربرد انواع آچار	۱	
۳	آچارکشی تجهیزات	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی: انجام دادن کار با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: به کار بردن علم ریاضی در موازنه مواد و دقت در محاسبات توجهات زیست محیطی: انجام دادن کار بدون ریخت و پاش شایستگی‌های غیرفنی: اخلاق حرفه‌ای، مدیریت منابع، محاسبه کار بست ریاضی		
	میانگین نمرات**		

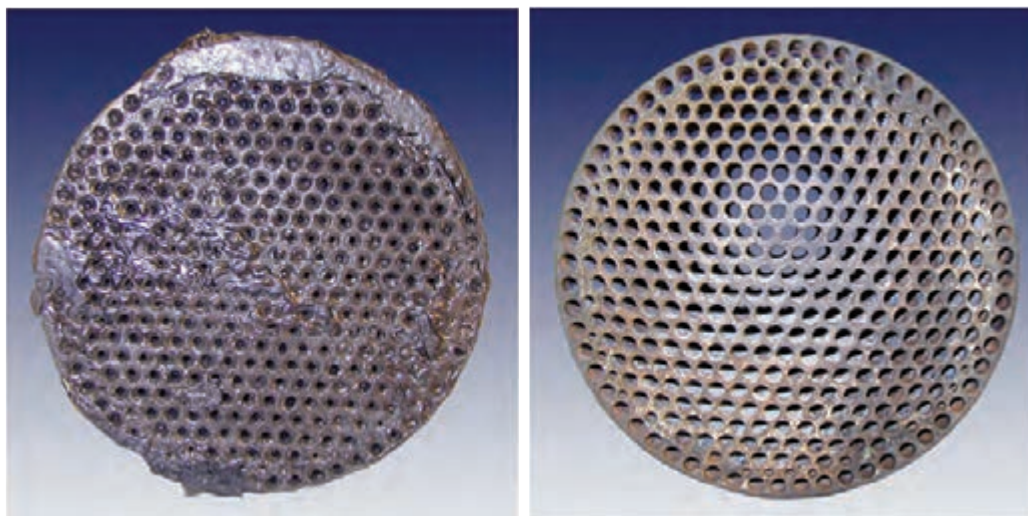
* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.



پودمان ۲

رسوب زدایی تجهیزات



رسوب زدایی در کاهش هزینه‌ها، افزایش سوددهی و عمر یک واحد تولیدی نقش مهمی دارد.

واحد یادگیری ۱

پیشگیری از رسوب زایی

مقدمه

نگهداری تجهیزات فرایندی، در شرایط عملیاتی طراحی شده، از مهم ترین اهداف در صنعت هر کشور است. عوامل خوردگی، رسوب گذاری، فرسودگی و ... سبب می شوند که به تدریج فرایندها، بازدهی اولیه طراحی شده را نداشته باشند. همچنین با توجه به صرفه جویی در انرژی، پیشگیری، کاهش و تمیز کردن رسوب ها در تجهیزات فرایندی از اهمیت بسیاری برخوردار است.

استاندارد عملکرد

انجام عملیات پیشگیری از تشکیل رسوب در دستگاه های حرارتی مطابق دستور کار تعمیراتی در شرایط ایمن

شایستگی های غیر فنی

- ۱ اخلاق حرفه ای: حضور منظم و وقت شناسی، انجام وظایف و کارهای محوله، پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع، مدیریت مؤثر زمان، استفاده صحیح از مواد و تجهیزات
- ۳ کار تیمی: حضور فعال در فعالیت های گروهی، انجام دادن کارها و وظایف سپرده شده
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

شایستگی های فنی

- ۱ شناسایی رسوب
- ۲ معایب تشکیل رسوب
- ۳ روش های پیشگیری از تشکیل رسوب

رسوب

فکر کنید



به نظر شما چرا پس از مدتی، جریان خروجی آب شیرهای کتری و سماور کاهش می‌یابد؟

آب، مهم‌ترین سیالی است که در سامانه‌های حرارتی و برودتی وظیفه انتقال حرارت را بر عهده دارد. هرگاه دمای آب افزایش یابد و یا مقداری از آن تبخیر گردد، لایه‌هایی از رسوب در جداره لوله‌ها، مخازن و شیرآلات تشکیل می‌شود. رسوب سفید رنگی که در دهانه شیرها، روشویی‌ها، ظرفشویی‌ها، زيردوشی‌ها و وان‌های حمام تشکیل می‌شود، نشانگر وجود رسوب‌های کلسیم کربنات و منیزیم کربنات است. در کولرهای آبی نیز به علت تبخیر مداوم آب، با افزایش غلظت نمک، شوره تشکیل می‌شود. زمانی که از آب به عنوان یک سیال حرارتی استفاده می‌شود، املاح و سختی موجود در آب بر اثر افزایش دما و یا تغییر شیمیایی محیط (مانند تغییر pH) رسوب ایجاد کرده، رسوب حاصله بر روی سطوح می‌نشیند. طبق تعریف، رسوب به لایه پیوسته و چسبنده‌ای گفته می‌شود که در سطحی از بدنه دیگ بخار^۱ و لوله‌های تبادل حرارت که با آب و یا سیال حرارتی در تماس‌اند، تشکیل می‌گردد.

در رابطه با تصویرهای زیر با دوستان خود گفت‌وگو کنید.

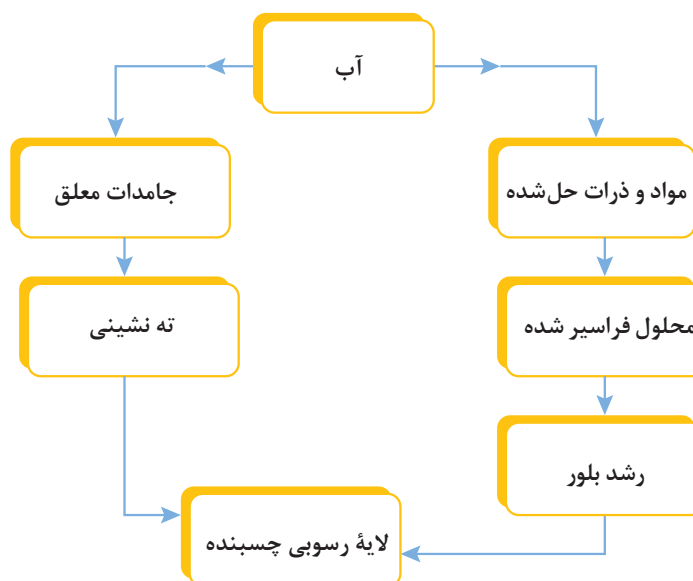
بحث
گروهی



تشکیل رسوب

با زیاد شدن غلظت مواد و جامدات حل شده و معلق در آب جوش آورها (بویلرها)، مبدل های حرارتی و... امکان تشکیل رسوب افزایش می یابد. مطابق شکل ۱، تشکیل رسوب در آب از دو منبع سرچشمه می گیرد:

- ۱ غلظت مواد و ذرات حل شده در آب (که با افزایش دما و اشباع شدن یون ها رسوب پدید می آید).
- ۲ مواد معلق موجود در آب (که می تواند ناشی از محصولات خوردگی، ذرات معلق هوا و یا رشد میکروارگانیسم ها در آب باشد).



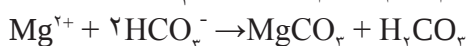
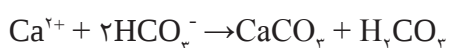
شکل ۱- نمودار چگونگی تشکیل رسوب

عوامل مؤثر در تشکیل لایه رسوبی چسبنده عبارت اند از:

- ۱ دمای سیال
- ۲ سرعت سیال عبوری
- ۳ اندازه و ترکیب ذرات موجود در سیال
- ۴ دمای سطح حرارتی

فرایند تشکیل رسوب در اثر اشباع شدن یون ها

فرایند تشکیل رسوب در تجهیزاتی که آب در آنها گرم یا متمرکز می شود مانند بویلر، مبدل و خنک کننده اتفاق می افتد. نمک های کلسیم به صورت بی کربنات (HCO_3^-) به فراوانی در آب یافت می شوند. در سطوح حرارتی، دمای آب بالا رفته، یون بی کربنات به صورت یون کربنات (CO_3^{2-}) رسوب می کند. به عنوان مثال می توان به جرم یا رسوب کتری و سماور اشاره کرد که با حرارت دادن آب، کلسیم و منیزیم بی کربنات به کلسیم و منیزیم کربنات تبدیل می شوند. وقتی یون های کلسیم، منیزیم و کربنات به حد اشباع و سیر شده می رسند، روی جداره داخلی کتری یا سماور رسوب می کنند. واکنش هایی را که در اثر حرارت دادن آب رخ می دهند، می توان به صورت زیر نشان داد.





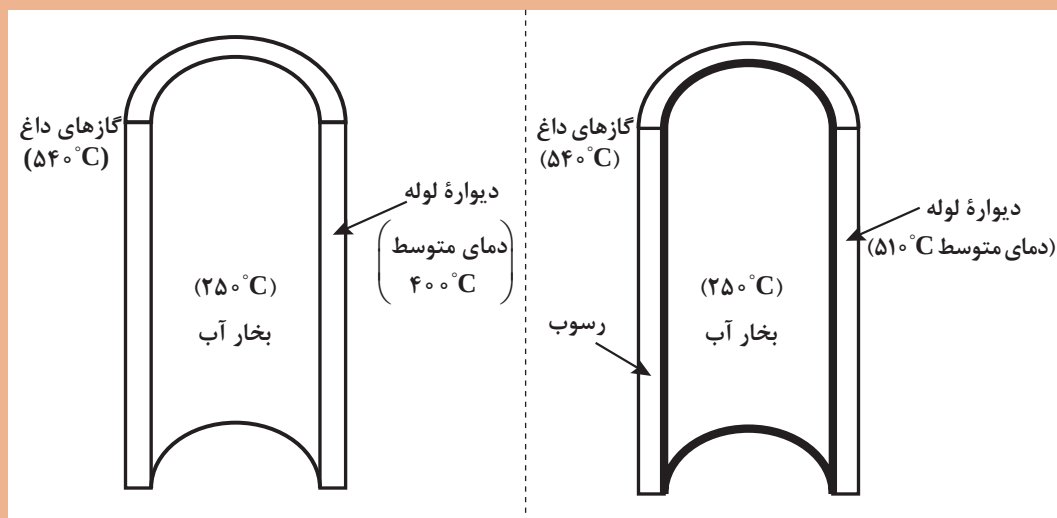
به نظر شما تشکیل رسوب چه مشکلاتی را ایجاد می‌کند؟

معایب و مشکلات ناشی از تشکیل رسوب

وجود رسوبات سبب کاهش قطر داخلی لوله‌ها و در نتیجه، کاهش جریان آب می‌شود. همچنین رسوبات به‌عنوان یک عایق حرارتی در سطوح انتقال حرارت عمل می‌کنند. بنابراین هر دو عامل، سبب کاهش انتقال حرارت و بازده حرارتی دیگ‌های بخار، مبدل‌های حرارتی و... می‌گردند. وجود هرگونه رسوب در تجهیزاتی مانند دیگ‌های بخار، نامطلوب است، بنابراین عناصر تشکیل دهنده آن مثل کلسیم، منیزیم، آهن و سیلیسیم باید از آب ورودی به دیگ بخار جدا شوند. زیرا با کاهش انتقال حرارت و بازده حرارتی دیگ بخار، جذب حرارت از گازهای حاصل از احتراق کاهش می‌یابد، انرژی به هدر می‌رود و تولید بخار کم می‌گردد. لذا برای جبران کاهش تولید بخار، میزان سوخت مصرفی دیگ بخار افزایش می‌یابد.



با توجه به شکل زیر توضیح دهید تشکیل رسوب بر روی دمای دیواره لوله چه تأثیری دارد؟



دیواره بدون رسوب و دمای دیواره لوله حدود ۴۰۰°C

لایه‌ای از رسوب روی دیواره لوله و دمای دیواره لوله حدود ۵۱۰°C

سطوح حرارتی و لوله‌هایی که از یک طرف با رسوبات عایق شده‌اند و از طرف دیگر در دمای گازهای داغ قرار دارند، بسیار گرم شده، مقاومت خود را از دست می‌دهند. در این حالت، شکافتگی لوله‌ها و حتی پوسته دیگ بخار اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. لذا ارائه راه‌حل‌های مناسب برای مشکلات مذکور، از اهمیت زیادی برخوردار است. ضمناً رسوبات می‌توانند سبب تسریع خوردگی گردند. انباشتگی رسوبات، محصولات خوردگی و تجمع آنها سبب تشکیل برآمدگی و نقاط متورم بر روی سطوح می‌شود (شکل ۲).



شکل ۲- برآمدگی و خوردگی ناشی از تشکیل رسوب

به طور کلی معایب و مشکلات تشکیل رسوب در تجهیزات عبارت‌اند از:

- ✓ کاهش میزان انتقال حرارت؛
- ✓ کاهش شدت جریان خروجی به علت کاهش سطح مقطع داخلی لوله‌ها؛
- ✓ افزایش زمان و تعداد تعمیرات اساسی مجموعه؛
- ✓ افزایش هزینه‌ها و قیمت تمام شده محصول؛
- ✓ کاهش بازده تولید و افزایش میزان مصرف مواد اولیه؛
- ✓ افزایش تعداد تعویض لوله‌های مبدل‌های حرارتی، لوله‌ها، مخازن، تجهیزات و به دنبال آن، کاهش عمر مفید دستگاه‌ها و این معایب و مشکلات در نهایت سبب اختلال در همه فرایندها می‌شود.

نقش زیان‌بار تشکیل رسوب در اقتصاد واحدهای صنعتی چیست؟

تحقیق کنید



در کنار فرسایش و خوردگی تجهیزات حرارتی، وجود رسوبات، باعث به‌هدر رفتن مقدار قابل توجهی از انرژی می‌شود که به دلیل عدم تبادل حرارت، بازده تأسیسات نیز کاهش می‌یابد. اثر رسوب بر اتلاف انرژی موضوعی است که امروزه بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. تا ۲۵ سال پیش، معضل تشکیل رسوب در مبدل‌های حرارتی تقریباً غیرقابل حل محسوب می‌شد. اما در حال حاضر با برنامه‌ریزی‌های دقیق در نگهداشت و تعمیرات آنها، این مشکل تا اندازه‌ای قابل مدیریت می‌باشد.



مقایسه دو ظرف با و بدون رسوب:

روش کار : دو ظرف تهیه آب جوش کاملاً یکسان را، با این تفاوت که یکی نو و دیگری سال ها استفاده شده باشد فراهم کرده، به محل کارگاه خود بیاورید. با افراد هم گروهی خود، در مورد رسوب موجود در آن دو ظرف بحث کرده، پس از مقایسه آنها، تفاوت ها را در جدولی مانند جدول زیر یادداشت کنید.

ظرف استفاده شده	ظرف نو	تفاوت
		تشکیل رسوب
		زیبایی
		وزن
		کیفیت آب خروجی
		بهداشت
		میزان مصرف انرژی
		دبی آبی خروجی
		زمان جوش آمدن
		...

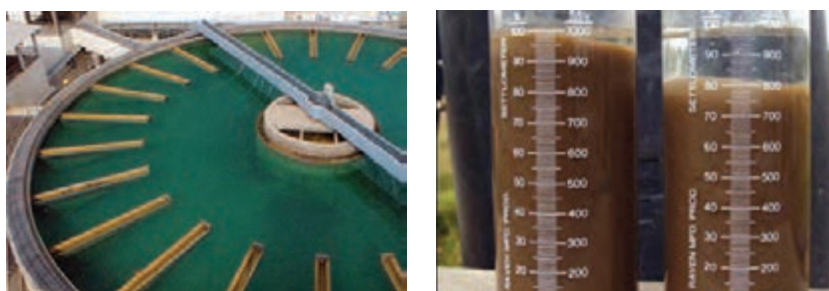
روش های پیشگیری از تشکیل رسوب

مهم ترین روش برای پیشگیری از تشکیل رسوب، بهبود کیفیت آب مصرفی در صنایع گوناگون است. این روش به صورت های مختلف ته نشینی، صاف کردن، هوازدایی، روغن زدایی، استفاده از روش زیر آبکشی^۱ و نرم کردن آب مصرفی، انجام می شود. روش های فیزیکی برای بهبود کیفیت آب در تجهیزات و دستگاه های فرایندی صنایع، همانند صنایع نفت، گاز و پتروشیمی از اهمیت زیادی برخوردار هستند. در ادامه، پیرامون هر کدام از این روش ها توضیح مختصر ارائه می گردد:

۱- Blow Down

۱ ته نشینی

مرحله اول زلال سازی آب، روش ته نشینی است. در این روش با استفاده از حوضچه های ته نشینی^۱، غلظت گل ولای، لجن و مواد معلق در آب را کاهش می دهند و یا اینکه آب را با سرعت کم از مخزن بزرگ عبور داده آن را زلال می کنند. عمل ته نشینی بیشتر برای آب های گل آلود مناسب است. در شکل ۳ فرایند ته نشینی و مخزن صنعتی آن نمایش داده شده است.



شکل ۳- نمایشی از فرایند ته نشینی و مخزن صنعتی آن

۲ صاف کردن

معمولاً عمل صاف کردن باید بعد از عمل ته نشینی انجام گیرد تا ذرات معلق باقیمانده حذف شوند. صافی های صنعتی از لایه های شنی ریز دانه بندی شده تشکیل شده اند و از بالا به پایین درشت تر می شوند. آب از بالا وارد و از پایین خارج می گردد. آب می تواند با استفاده از وزن خود یا تحت فشار، صاف شود ولی در صنعت، صافی های تحت فشار، بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند.

معمولاً مصالح صافی ها، ماسه و از جنس سنگ سیلیس با درجه خلوص ۹۸٪ می باشد. اندازه دانه ها از ۰/۳۵ تا ۱ میلی متر می باشد. این اندازه کوچک، موجب جداسازی تمامی مواد معلق در سطح صافی می گردد، به علاوه ممکن است لایه ای ریز زیستی^۲ در سطح مشترک تماس بین آب و شن به وجود آید. کف صافی ها را معمولاً از مواد پلاستیکی می سازند و در هر مترمربع آن، ۶۰ تا ۹۰ عدد لوله (نازل) پلاستیکی برای خروج آب صاف، قرار داده می شود. انتهای آنها، داخل آب صاف شده زیر صافی قرار می گیرد. در شکل ۴، نمایی از درون و بیرون صافی صنعتی نشان داده شده است.



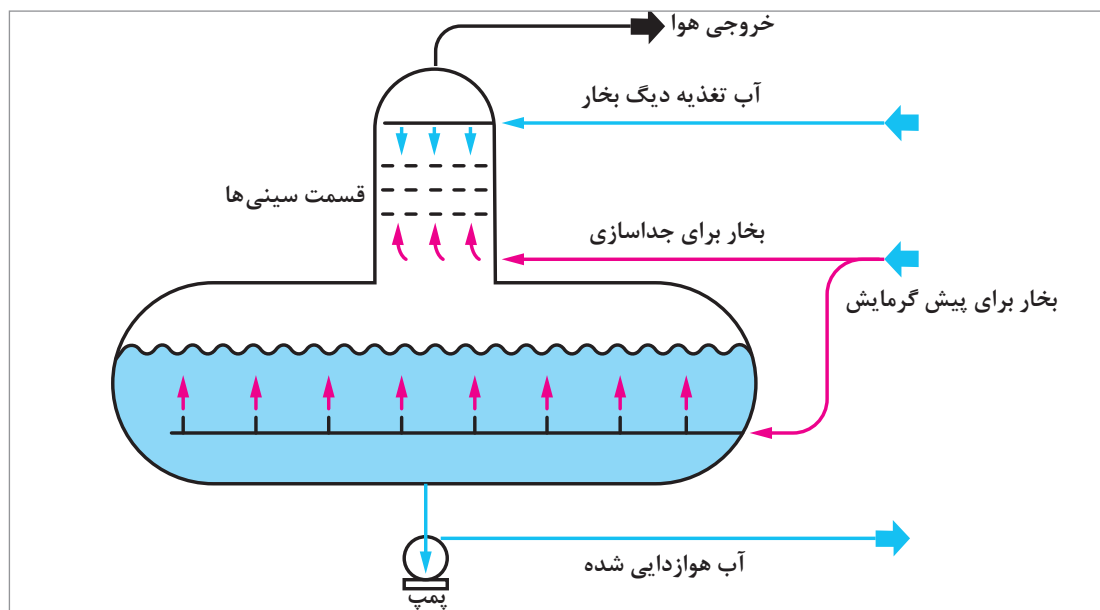
شکل ۴- نمای درونی و بیرونی صافی صنعتی

۱- Clarifier

۲- Microbiotics

۳ هوازدایی

بخش اعظم گازهای خورندهٔ محلول در آب مثل CO_2 و اکسیژن را می‌توان از طریق هوازدایی حذف کرد. گرم‌کن‌های باز^۱ برای هوازدایی آب برای تولید بخار با فشار کم مناسب است. اما اگر بخار با فشار بالاتر از ۲۷ بار مورد نیاز باشد، معمولاً گرم‌کن‌های هوزدا از نوع افشانه‌ای^۲ به کار برده می‌شوند. هوازدایی به دو روش فیزیکی و شیمیایی صورت می‌گیرد. در روش فیزیکی، حذف اکسیژن و کربن دی اکسید را می‌توان به وسیلهٔ حرارت دادن آب انجام داد. این کار باعث کاهش تمرکز اکسیژن و کربن دی اکسید در فاز مایع شده، گازهای محلول در آب، از فاز مایع به سمت فاز گازی خارج می‌شوند. هوازدایی فیزیکی، اقتصادی‌ترین روش هوازدایی است. این کار در نقطهٔ جوش آب و در فشار درونی هوزدا^۳ انجام می‌شود. هوزداها می‌توانند تحت فشار و یا در فشار خلأ هم کار کنند. در شکل ۵ شیوهٔ کارکرد یک نوع هوزدا نمایش داده شده است. در روش شیمیایی هوازدایی، با استفاده از موادی مانند سدیم سولفیت و یا هیدرازین، گاز اکسیژن حذف شده، ترکیباتی مانند سدیم سولفات و یا نیتروژن و آب تولید می‌شوند.



شکل ۵- تصویر یک نوع هوزدا

به نظر شما، چرا در شکل ۵، بخار از دو مسیر وارد هوزدا شده است؟

پرسش



در رابطه با هوزداهای افشانه‌ای و گرم‌کن باز تحقیق کرده و در کلاس ارائه نمایید.

تحقیق کنید



۱- Open Heaters

۲- Spray- type Deaerating Heater

۳- Deaerator

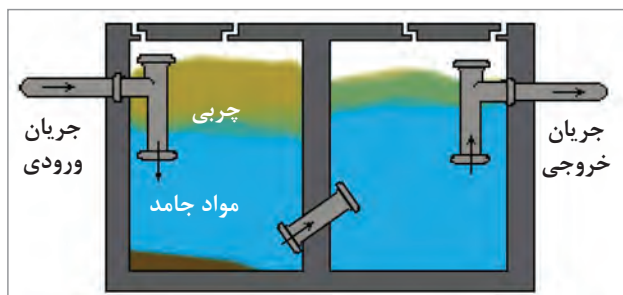


- ✓ به علت فزّار بودن CO_2 و تخریب حرارتی کربنات، pH آبی که هوازداپی شده حدود (۸/۵-۹/۵) است.
- ✓ غلظت بی‌کربنات ورودی به دیگ‌های بخار را باید تا حد امکان، پایین نگاه داشت، زیرا علاوه بر تشکیل رسوبات کربناتی، باعث افزایش غلظت CO_2 می‌گردد.
- ✓ اکسیژن حل شده در آب سبب اکسید شدن فلز می‌گردد. این نوع خوردگی در دمای بالاتر از 60°C شدت یافته، در مدت زمان کوتاهی باعث سوراخ شدن لوله‌ها و مخازن می‌گردد.
- ✓ چنانچه گاز کربنیک ناشی از تجزیه بی‌کربنات‌های موجود در آب، به کمک هوزدا از آب تغذیه دیگ بخار خارج نگردد، خوردگی خطوط لوله اتفاق خواهد افتاد.
- ✓ رسوباتی همانند Fe_2O_3 و Fe_3O_4 که حاصل محصولات خوردگی فلزاتی هستند، نوع دیگری از رسوب‌ها می‌باشند.

۴ روغن زدایی

طراحی انواع جداکننده‌های آب - روغن (چربی‌گیرها) براساس اختلاف چگالی استوار می‌باشد. چربی‌گیرهای ثقلی معمولاً برای زدودن و حذف روغن، گریس و نفت به کار می‌روند. بنابراین در عمل، بازده جداکننده ثقلی بستگی به طراحی دقیق هیدرولیکی جداکننده و زمان ماند آب دارد.

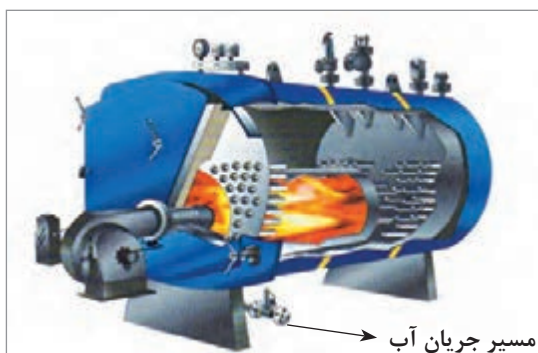
سامانه چربی‌گیر API^۱ در واقع یک جداکننده روغن از آب می‌باشد که تحت استانداردهای API طراحی شده است. این سامانه به طور وسیعی در تصفیه‌خانه‌ها و بسیاری از واحدهای صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل ۶ یک نمونه چربی‌گیر آورده شده است.



شکل ۶- تصویر ساده و واقعی یک نوع چربی‌گیر

۵. زیر آبکشی

عملیات زیر آبکشی^۱ عبارت است از خارج ساختن آب سیر شده از مواد معلق و نمک‌های محلول از دیگ بخار. آبی که به این طریق از دیگ بخار خارج می‌گردد به وسیله آب تغذیه‌ای جدید که دارای مواد محلول کمتری است، جبران می‌شود (شکل‌های ۷ و ۸). در شکل ۸ جریان دوریز نشان داده شده است.



شکل ۷- تصویر واقعی و نمای داخلی زیر آبکشی از یک نوع دیگ بخار



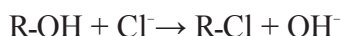
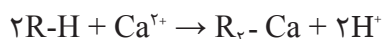
شکل ۸- نمایش جریان دوریز دیگ بخار (زیر آب یا بلودان)

۱- Blow down

۶ نرم کردن آب

نرم کردن آب به معنی کاهش یون‌های کلسیم و منیزیم است که به دو روش ته‌نشینی شیمیایی^۱ و استفاده از رزین‌های تبادل یونی^۲ صورت می‌گیرد. از روش‌های دیگر پیشگیری از رسوب‌گذاری در سامانه‌های حرارتی می‌توان به تزریق اسید، بهسازی با جریان‌های جانبی و استفاده از مواد بازدارنده^۳ شیمیایی، اشاره کرد. در شکل ۹ رزین‌های تبادل یونی نشان داده شده است.

روش‌های تبادل یونی، براساس تبادل برگشت‌پذیر یون‌ها بین محلول و یک فاز جامد استوار است. فاز جامد در آب، غیر محلول بوده، دارای گروه‌هایی به صورت بنیان اسیدی یا بازی است. این بنیان‌ها عوامل اصلی تبادل یون هستند. رزین‌های تبادل یونی، منشأ آلی دارند و از پلیمرهایی با وزن ملکولی زیاد تشکیل شده‌اند. تبادل گرهای یونی، شامل دو گروه آنیونی و کاتیونی هستند. به عنوان مثال و برای روشن‌تر شدن واکنش‌های تبادل یونی، رزین‌های اسیدی و بازی را به صورت R-OH و R-H در نظر بگیرید. طبق واکنش‌های زیر یون‌های کلسیم و کلر با یون‌های هیدروژن و هیدروکسید مبادله می‌شوند.



شکل ۹- نمونه صنعتی و آزمایشگاهی رزین‌های تبادل یونی



در روش ته‌نشینی شیمیایی با استفاده از مواد شیمیایی مختلف، مواد جامد محلول در آب به رسوب تبدیل می‌شوند (شکل ۱۰).

شکل ۱۰- ته‌نشینی شیمیایی

۱- Chemical Precipitation

۲- Ion Exchange

۳- Inhibitor



✓ پدیده رسوب گذاری علاوه بر کاهش بازده مبدل های حرارتی و افزایش هزینه تولید، سبب کاهش کیفیت و یا مقدار محصولات تولیدی می گردد.

✓ بهترین روش برای جلوگیری از ایجاد رسوب، حذف عناصر تشکیل دهنده رسوب یا تبدیل آن عناصر به شکل بی ضررتر است.



مشاهده رسوب آب

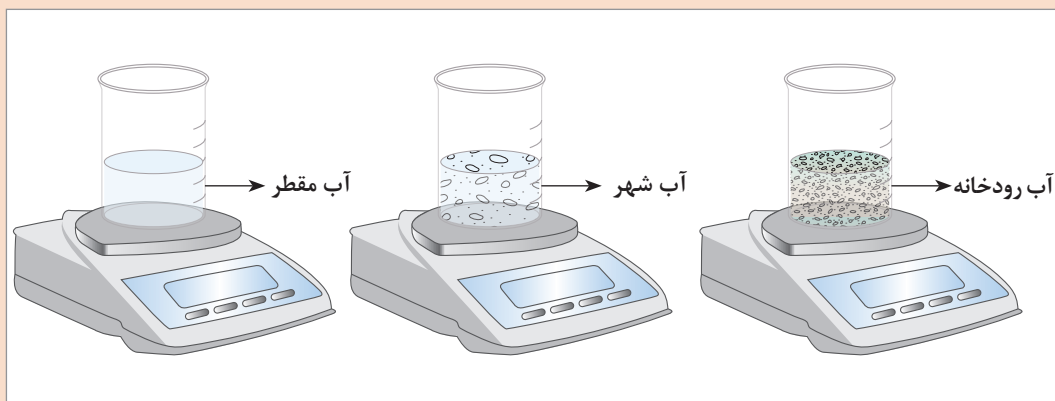
روش کار: سه ظرف و سه گرم کن الکتریکی کاملاً یکسان انتخاب کنید. مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید:

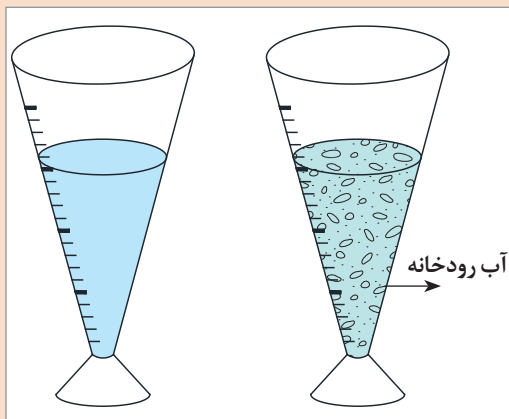
(الف) حدود دو لیتر آب مقطر، آب شهر و آب رودخانه (به طور جداگانه) درون هر کدام از ظرف ها بریزید.

(ب) ظروف حاوی آب های مختلف را به طور هم زمان، بر روی گرم کن ها با سرعت حرارتی یکسان قرار دهید.

(پ) گرم کن ها را روشن کرده، اجازه دهید که حدود دو ساعت آب درون آنها بجوشد.

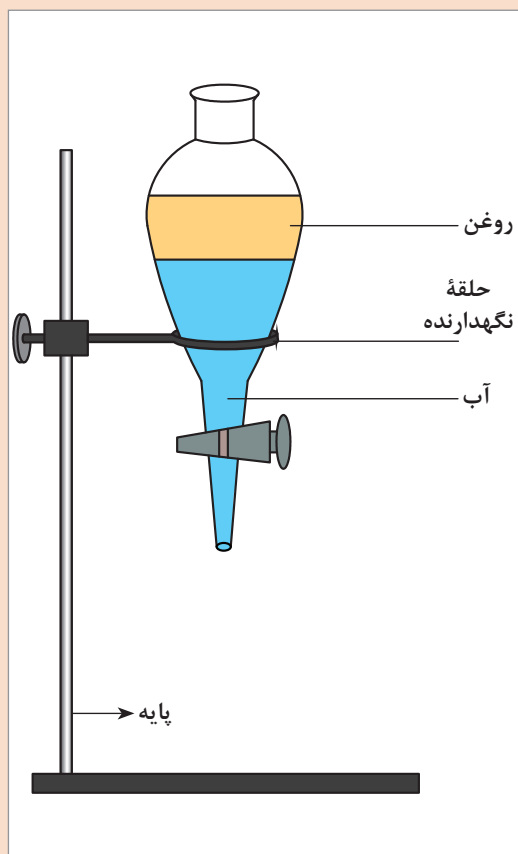
(ت) پس از سرد شدن تجهیزات، مشاهدات خود را در مورد میزان رسوب تشکیل شده بر سطح داخلی ظروف یادداشت کنید.





صاف کردن آب به روش ته نشینی

روش کار: مقداری آب رودخانه یا آب جوی محله خود را (با رعایت اصول بهداشتی) درون ظرف مخروطی^۱ مدرج آزمایشگاهی بریزید. به دقت به آب و ذرات جامد معلق در آن نگاه کنید. عمل رصد کردن آب را به مدت یک ساعت ادامه داده، مشاهدات خود را یادداشت کنید.



صاف کردن آب به روش روغن زدایی

روش کار: مقداری آب آلوده به مواد چرب و روغنی را به درون قیف جداکننده بریزید و با دقت به آن نگاه کنید. چه می بینید؟

بدون اینکه به قیف و محتویات آن دست بزنید، پس از یک ساعت، مشاهدات خود را با ذکر دلیل یادداشت کنید.

چگونه می توانید روغن و چربی را از آب جدا کنید؟



قیف جداکننده با دو فاز روغن و آب



شکل ۱۱- دستگاه گریز از مرکز جداکننده روغن

استفاده از دستگاه‌های گریز از مرکز (سانتریفیوژ^۱) نیز، یکی از روش‌های معمول صاف کردن در صنعت می‌باشد (شکل ۱۱).

فعالیت
کارگاهی



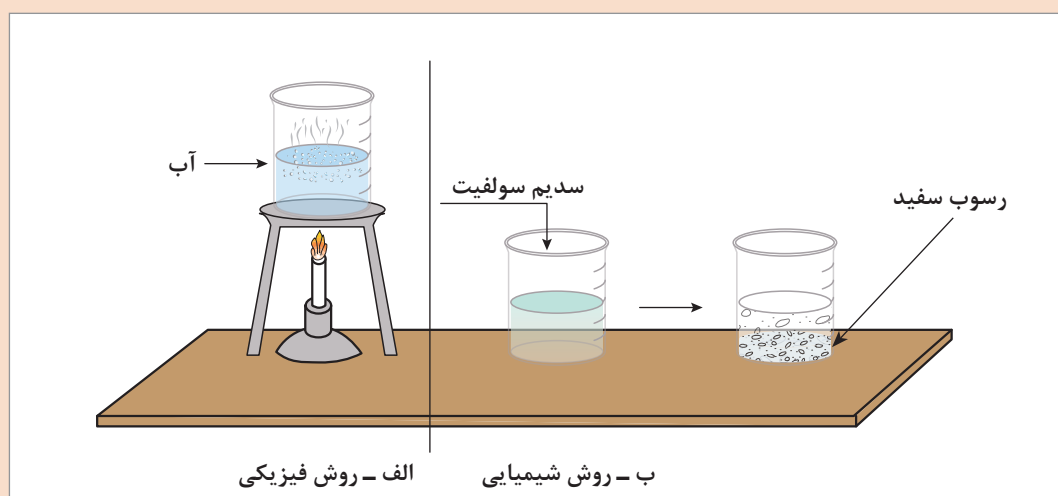
روش هوازدایی آب

روش هوازدایی آب را با دو روش فیزیکی و شیمیایی مطابق مراحل زیر انجام دهید:

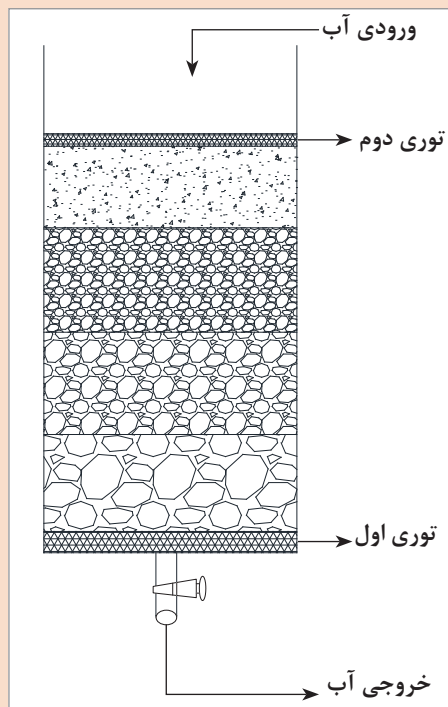
الف) روش فیزیکی: مقداری آب معمولی را درون بشری بریزید. محتویات بشر را حرارت دهید. با جوشش آب، گازهای محلول در آن خارج می‌شوند. چگونه ثابت می‌کنید که آب درون بشر، گازهای خود را از دست داده است؟

ب) روش شیمیایی

روش کار: مقداری آب معمولی (۵۰ mL) را درون بشری بریزید. حدود ۱/۵ گرم سدیم سولفیت به آب اضافه کرده و آن را به خوبی هم بزنید. اجازه دهید که واکنش شیمیایی ترکیب سدیم سولفیت با اکسیژن انجام شود. سپس ۱/۵ گرم کلسیم کلرید به محلول حاصله بیفزایید. تشکیل رسوب سفید رنگ کلسیم سولفات و تجمع آن در پایین بشر، نشان از هوازدایی آب است.



واکنش‌های شیمیایی انجام شده در این فعالیت را بنویسید.



شکل ساده‌ای از صافی شنی

ساخت صافی شنی

مخزنی شفاف و شیردار (مشابه آکواریوم)، دو نمونه توری پلاستیکی، یا فلزی (هم‌اندازه با مساحت داخلی مخزن) و انواع سنگدانه (با دانه‌بندی‌های مختلف) تهیه کنید. به ترتیب مراحل زیر را انجام دهید:

الف) یکی از توری‌های پلاستیکی یا فلزی را در انتهای مخزن قرار دهید.

ب) سنگدانه‌های مختلف را به درون مخزن شفاف به طور منظم طوری بچینید که بزرگ‌ترین ذرات در انتها و کوچک‌ترین آنها در بالای بستر ایجاد شده، قرار بگیرند.

پ) توری دوم را بر روی بالاترین ذرات قرار دهید. (ت) دستگاه صافی شنی خود را با گروه‌های دیگر مقایسه کرده، تفاوت‌ها و شباهت‌های آنها را یادداشت کنید. (ث) در صورت وجود فرصت کافی، صافی با چیدمان برعکس نیز تهیه شده و نتایج، با یکدیگر مقایسه شوند.



بررسی عملکرد صافی شنی (ساخته شده توسط هنرجو)

حدود ۵ لیتر آب گل آلود تهیه کنید. مراحل زیر را به دقت انجام دهید:

الف) ۲۰۰ میلی‌لیتر از آب گل آلود را درون بشری بریزید و در کنار میز کار خود نگهداری کنید.

ب) آب باقی‌مانده را به آرامی از بالای دستگاه صافی شنی ساخته شده خود، وارد کنید.

پ) آب صاف شده را از انتهای دستگاه صافی جمع‌آوری کنید.

ت) ۲۰۰ میلی‌لیتر از آب صاف شده را درون بشری مشابه بشر اول بریزید.

ث) محتویات این دو بشر را با یکدیگر مقایسه کرده و نتایج را در جدول زیر یادداشت کنید.

بشر	شفافیت	رنگ	بو	...
نمونه آب گل آلود				
نمونه آب صاف شده				



۱ منظور از رسوب چیست؟

۲ چگونگی تشکیل رسوب را شرح دهید.

۳ تشکیل رسوب در تجهیزات، چه پیامدهایی دارد؟

۴ انواع روش‌های پیشگیری از تشکیل رسوب را نام ببرید.

ارزشیابی شایستگی پیشگیری از رسوب زایی

شرح کار:

- انواع رسوب را شناسایی کند.
- معایب تشکیل رسوب را بداند.
- روش های پیشگیری از تشکیل رسوب در دستگاه ها را بداند.

استاندارد عملکرد:

انجام عملیات پیشگیری از تشکیل رسوب در دستگاه های حرارتی مطابق دستور کار تعمیراتی در شرایط ایمن

شاخص ها:

- رعایت کردن مسائل ایمنی در هنگام انجام دادن کار
- انجام دادن کار کارگاهی طبق دستور کار
- شناسایی رسوب ها و روش های پیشگیری از آنها

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه و آزمایشگاه

زمان: یک جلسه آموزشی

ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی، وسایل آزمایشگاهی برای شناسایی رسوب ها

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	شناسایی رسوب	۱	
۲	معایب تشکیل رسوب	۲	
۳	روش های پیشگیری از تشکیل رسوب	۲	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: * ایمنی: انجام دادن کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: صرفه جویی در آب مصرفی و مواد جهت شناسایی رسوب و دقت در انجام آزمایش های تشکیل و شناسایی رسوب توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام دادن کار بدون ریخت و پاش شایستگی های غیرفنی: اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، محاسبه و کاربست ریاضی، مستندسازی، گزارش نویسی	۲	
میانگین نمرات **			

* شایستگی های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

واحد یادگیری ۲

رسوب زدایی مکانیکی و شیمیایی

مقدمه

رسوب گذاری در تجهیزات حرارتی یکی از عوامل اصلی کاهش راندمان و افزایش هزینه های بهره برداری در صنایع به شمار می آید. برای مقابله با این پدیده، روش های مختلفی از جمله رسوب زدایی مکانیکی و شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرند که هر یک بسته به نوع رسوب و شرایط عملیاتی کاربرد خاص خود را دارند. انتخاب صحیح روش رسوب زدایی نقش مهمی در حفظ عملکرد مبدل ها و افزایش عمر تجهیزات ایفا می کند. در این بخش، به معرفی و بررسی این دو روش رایج رسوب زدایی پرداخته می شود.

استاندارد عملکرد

انجام عملیات رسوب زدایی از دستگاه های حرارتی مطابق دستور کار در شرایط ایمن

شایستگی های غیر فنی

- ۱ اخلاق حرفه ای: حضور منظم و وقت شناسی، انجام دادن وظایف و کارهای محول، پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع، مدیریت مؤثر زمان، استفاده صحیح از مواد و تجهیزات
- ۳ کار تیمی: حضور فعال در فعالیت های گروهی، انجام دادن کارها و وظایف سپرده شده
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کار بست ریاضی

شایستگی های فنی

- ۱ رسوب زدایی مکانیکی و فیزیکی
- ۲ رسوب زدایی شیمیایی
- ۳ رسوب زدایی تجهیزات

رسوب زدایی

در صنایعی مانند نفت، گاز و پتروشیمی، همواره سعی بر پیشگیری از تشکیل رسوب با استفاده از روش‌های مختلف در تجهیزاتی مانند مبدل‌های حرارتی و دیگ‌های بخار می‌باشد. در این زمینه، هزینه‌های زیادی برای مواد و افزودنی‌های شیمیایی صرف می‌شود. اما بیشتر مبدل‌های حرارتی صنعتی به دلایل مختلف مانند کیفیت پایین آب‌ها در مناطق مختلف، در معرض رسوب‌گذاری قرار می‌گیرند. این رسوبات بیشتر در لوله‌های مبدل‌ها تشکیل می‌شوند. برای کاستن زیان‌های پدیده رسوب، مبدل باید پیوسته تحت نظارت عملکرد و تمیزکاری قرار گیرد.

انجمن تولیدکنندگان مبدل‌های پوسته لوله^۱ توصیه می‌کند، همواره مقداری مجاز برای رسوب‌گذاری در طراحی مبدل‌ها در نظر گرفته شود، تا این امر تأثیر زیادی در فرایند تولید نداشته باشد. اما در تمامی موارد باید تمیزکاری مبدل در فواصل زمانی مناسب صورت گیرد.

در فرایندهای صنعتی، رسوب‌ها انواع مختلفی دارند که برخی از آنها عبارت‌اند از:

- ✓ رسوب ذرات ریز معلق؛
- ✓ رسوب ناشی از خوردگی؛
- ✓ رسوب بیولوژیکی؛
- ✓ رسوب به علت تشکیل بلورهای جامد؛
- ✓ رسوب در اثر یک واکنش شیمیایی؛
- ✓ رسوب در اثر تغییر دما مانند انجماد.

زمان‌های مناسب تمیزکاری مبدل‌های حرارتی

با توجه به اینکه مبدل‌های حرارتی بخش مهمی از فرایندهای مختلف هستند، در صورت تشکیل رسوب در آنها و برای حفظ مقدار انتقال حرارت، لازم است، دما یا جریان سیال گرم افزایش یابد. این افزایش دما یا جریان می‌تواند منجر به افزایش هزینه انرژی ورودی به فرایند یا کاهش میزان تولید گردد. در هر دو حالت هزینه‌هایی بر فرایند تحمیل می‌شود که آنها را هزینه رسوب‌گذاری می‌گویند. برای اتخاذ تصمیم‌های مناسب اقتصادی، این هزینه‌ها باید در زمان‌های مختلف و متناسب با مقدار انتقال حرارت ناشی از رسوب، محاسبه گردند.

به‌طور کلی زمان تمیزکاری را باید با توجه به میزان تأثیر رسوب بر فرایند محاسبه کرد، تا به یک مقدار بهینه برای زمان تمیزکاری دست یافت. تمیزکاری در فواصل زمانی کم، باعث افزایش زمان کلی صرف شده برای تعمیرات مبدل‌ها می‌شود. بنابراین، این موضوع علاوه بر افزایش هزینه‌های تمیزکاری، با کاهش محصولات تولیدی مجتمع، درآمد کلی را هم کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، تمیزکاری در فواصل زمانی طولانی به دلیل افزایش رسوبات، نیاز به انرژی را برای حفظ دمای سیالات افزایش می‌دهد. علاوه بر این، در مواردی هم گرفتگی بیش از حد مبدل‌ها می‌تواند تولید مجتمع صنعتی را مختل کند. پس، برای افزایش کارایی مبدل‌های حرارتی رسوب گرفته، باید تمیزکاری آنها در فواصل زمانی معین انجام شود. رسوب‌زدایی، سطح داخلی لوله‌ها را به حالت اولیه خود (که در واقع سطح فلز است) برمی‌گرداند و معمولاً باعث افزایش دوام آن می‌گردد. زیرا بعد از هربار تمیزکاری، لایه نازکی از اکسید در سطح لوله تشکیل می‌شود که عامل جلوگیری از خوردگی است. تمیزکاری لوله‌های مبدل فقط در صورتی انجام می‌گیرد که مبدل در حال کار نباشد.

^۱ - TEMA: Tubular Exchanger Manufacturers Association

روش‌های حذف رسوب

روش‌های مختلفی برای تمیزکاری مبدل‌های حرارتی، اعم از شست‌وشوی مکانیکی و شیمیایی استفاده می‌شوند. به‌طور کلی انواع روش‌های حذف رسوب عبارت‌اند از:

✓ تمیزکاری مکانیکی؛

✓ تمیزکاری شیمیایی؛

در ادامه، هر کدام از این روش‌ها به اختصار توضیح داده می‌شود.

روش مکانیکی

انواع روش‌های شست‌وشوی مکانیکی رسوب عبارت‌اند از:

۱- ایجاد جریان معکوس

۳- هیدروفرز مکانیکی^۲

۲- جت آب^۱ (فشار آب)

۴- فشنگی ساینده^۳

ایجاد جریان معکوس

یک روش انجام رسوب‌زدایی، توقف و بستن واحد و تمیز کردن مبدل‌های آن می‌باشد. هر بار که واحد بسته و دوباره راه‌اندازی گردد، مقدار زیادی انرژی، مواد اولیه، وقت، تولید محصول و ... تلف می‌شود. به این دلیل راه ساده‌تری وجود دارد که تا چند بار قبل از توقف واحد برای تعمیرات، قابل استفاده و مؤثر است. به این ترتیب که موقتاً و تنها به مدت چند دقیقه، جهت ورود و خروج آب خنک‌کننده برعکس می‌شود. این کار از طریق باز و بسته کردن چند شیر صورت می‌گیرد. بخش عمده‌ای از رسوب‌ها با این روش کنده می‌شوند و تا مدتی می‌توان از انتقال حرارت نزدیک به مقدار طراحی شده بهره برد. البته هر بار که این کار صورت گیرد، بازیابی انتقال حرارت از دفعه قبل کمتر خواهد بود. همین موضوع درباره بازیابی افت فشار مسیر آب نیز صادق است. بسته به طراحی خنک‌کننده، یکی از دو عامل کاهش انتقال حرارت یا افزایش افت فشار، می‌تواند تأثیر منفی بیشتری بر ادامه کار واحد شیمیایی مربوطه داشته باشد، اما معمولاً کاهش انتقال حرارت زودتر مشخص می‌گردد. برای سهولت ایجاد جریان معکوس (به‌ویژه در واحدهایی که تعداد خنک‌کننده‌های بیشتری دارند)، از یک شیر چهارراه استفاده می‌شود (شکل ۱۲). در شکل ۱۳ چگونگی معکوس شدن جهت جریان آب در مبدل‌ها مشخص شده است.

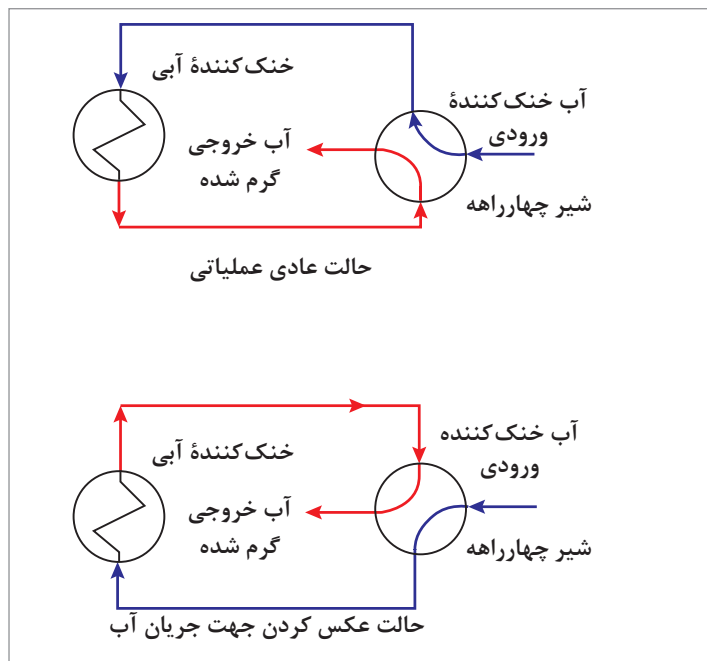


شکل ۱۲- دو نوع شیر چهارراه

۱- Water Jet

۲- Mechanical Hydrofrez

۳- Sponge Ball



شکل ۱۳- روش معکوس کردن جهت جریان آب

روش جت آب

از میان روش‌های مختلف شست‌وشو، استفاده از آب فشار قوی بیشتر متداول است. شست‌وشوی با آب به دلیل اینکه جت آب با فشار بالا رسوبات را از سطح داخلی لوله جدا می‌کند، وقت‌گیر می‌باشد. باید دقت کرد که در این روش تمیزکاری، عدم آرامش و دقت، باعث تخریب لوله‌ها و یا صفحه نگهدارنده آنها می‌گردد. البته بیشتر این تخریب‌ها بعد از راه‌اندازی دوباره مبدل آشکار می‌گردد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- روش فشار آب (جت آب)

روش جت آب فراتر از فشار قوی می‌تواند لوله‌هایی را که با هیچ روش دیگری قابل تمیز شدن نیستند، رسوب‌زدایی کند. در این روش علاوه بر جریان آب، از انواع تمیزکننده‌های پلاستیکی و فلزی با اسم پیگ^۱ استفاده می‌شود. تمیزکننده‌های پلاستیکی تنها در لوله‌هایی که دارای رسوبات نرم باشند، کارایی دارند. از دیگر ابزارهای مورد استفاده، انواع برس و تمیزکننده‌های فلزی هستند که برای رسوبات سخت‌تر استفاده می‌شوند. دستگاه‌های فشار آب صنعتی مؤثرترین و کارآمدترین روش برای شست‌وشوی لوله‌ها و مبدل‌های حرارتی می‌باشند. اگر رسوبات مجرا، نرم و سطحی باشند، دستگاه‌های فشار آب با فشار ۲۵۰ بار مؤثر خواهند بود. هرچه سختی رسوب و آلودگی بیشتر باشد از دستگاه‌ها با فشار بیشتر استفاده می‌شود. آگاهی از فناوری پیشرفته این تجهیزات، موجب می‌شود که استفاده از دستگاه‌های آب صنعتی با کارایی بیشتری همراه باشد. به همین دلیل در ادامه، متغیرهای اصلی مؤثر در شست‌وشو توسط دستگاه‌های آب مورد بررسی قرار می‌گیرند که عبارت‌اند از:



شکل ۱۵- نازل فشار قوی جت آب صنعتی با قدرت تخریب زیاد

۱ فشار مؤثر جت آب: نیروی مورد نیاز برای جدا کردن آلودگی‌ها از سطوح، از فشار آب تأمین می‌شود (شکل ۱۵). بنابراین، آلودگی‌های جزئی با فشار کم آب از بین می‌روند. ولی برای جدا کردن رسوبات سخت، پلیمری، روغنی و آلودگی‌هایی که در اثر مرور زمان پیوندهای محکمی با سطوح ایجاد کرده‌اند، نیاز به نیروی بسیار بیشتری می‌باشد.

۲ فاصله نازل از سطح رسوب: وقتی که نازل در فاصله نزدیک‌تری از سطح آلودگی قرار داشته باشد، ضربه فشار آب، اثر تخریبی بیشتری بر آلودگی خواهد داشت. به عبارتی، رابطه بین فاصله نازل از سطح رسوب با میزان رسوب‌زدایی روش جت آب، به طور معکوس است.

۳ شدت جریان سیال: افزایش دبی سیال می‌تواند سرعت تمیز کردن و نیز تأثیر فشار را زیاد کند. اما با افزایش دبی، علاوه بر مصرف بیشتر آب، نیروی عکس‌العمل وارد شده به متصدی دستگاه بیشتر و کار با نازل سخت‌تر می‌شود. استفاده از انواع ربات‌ها این مشکل را مرتفع می‌کند. همچنین با استفاده از نازل‌های مختلف می‌توان نیاز دبی آب مصرفی را کمتر کرده، با هزینه کمتری به نتیجه مطلوب رسید.

۴ زاویه پاشش آب: بیشترین فشار آب زمانی است که مسیر آن به صورت عمود بر سطح باشد. در این حالت بیشترین نیرو به آلودگی وارد شده، آن را بهتر جدا می‌کند؛ ولی پاشش آب با زاویه ۴۵ درجه به دلیل عقب راندن بهتر رسوبات جدا شده و در نتیجه خروج آنها از لوله، به تمیز کردن کمک می‌کند. بنابراین لازم است پاشش آب با زاویه‌های مختلف صورت گیرد تا بهترین نتیجه برای رسوب‌زدایی حاصل شود.

۱- Pig



۵ تعداد نازل‌ها: استفاده از چند خروجی در نازل موجب افزایش سرعت رسوب‌زدایی در سطح لوله‌ها می‌شود (شکل ۱۶). البته درمورد رسوبات سخت‌تر، به فشار آب و در نتیجه نیروی بیشتری برای جدا کردن آلودگی از سطح نیاز است.

شکل ۱۶- نازل فوران آب با چند خروجی و با زاویه‌های مختلف

۶ دمای آب: برای زدودن آلودگی‌هایی که از روغن، گریس و... تشکیل شده باشند، فوران آب گرم به مراتب بهتر از فوران آب سرد عمل می‌کند. همچنین جدا شدن رسوبات و آلودگی‌هایی که به سختی به سطح چسبیده باشند، با آب گرم بهتر از آب سرد انجام می‌شود.



تمیزکننده‌های پلاستیکی، رسوبات ریزیزیستی را بهتر تمیز می‌کنند. همچنین در صورتی که لوله‌ها اندازه کوچک‌تری داشته باشند یا دارای پوشش‌هایی از نوع اپوکسی باشند، می‌توان از این نوع تجهیزات استفاده کرد. شکل ۱۷ نمونه‌هایی از این تمیزکننده‌ها را نشان می‌دهد.

شکل ۱۷- چند نمونه تمیزکننده پلاستیکی

معایب روش رسوب‌زدایی با فشار آب (جت آب)

رسوب‌زدایی با استفاده از فشار آب، گرچه در بسیاری از مواقع یک روش مناسب است، ولی معایب و محدودیت‌هایی دارد که عبارت‌اند از:

- ✓ مصرف زیاد آب
- ✓ مصرف زیاد انرژی
- ✓ عدم رسوب‌زدایی از لوله‌های نیمه‌گرفته و یا کاملاً مسدود
- ✓ عدم رسوب‌زدایی از لوله‌های U شکل

خطر قطع دست و پا برای افراد غیرمتخصص و ناشی در کار با جت آب وجود دارد. لذا کار با این دستگاه در صنعت مجوز ویژه می‌خواهد.

نکته ایمنی



نکته



روش فشار آب (جت آب) معمولاً برای شست‌وشوی نهایی استفاده می‌شود.



شکل ۱۸- چند نمونه تمیزکننده فلزی

برای کندن و حذف رسوبات سخت‌تر، از تمیزکننده‌های فلزی استفاده می‌شود. شکل ۱۸ نمونه‌هایی از تمیزکننده‌های فلزی را نشان می‌دهد. این تمیزکننده‌ها شامل قطعات فلزی U شکلی هستند که بر روی هم سوار می‌شوند. طرز قرار گرفتن این قطعات بر روی هم به‌صورتی است که در مجموع، تمامی سطح داخلی لوله را به یک‌باره تمیز می‌کند. این قطعات از انتها به یک قطعه پلاستیکی و یا لاستیکی متصل می‌شوند و این امکان را به وجود می‌آورند که از فوران آب نیز به‌طور هم‌زمان برای تمیزکاری بهتر استفاده گردد.

آب مورد استفاده برای تمیزکاری توسط یک دستگاه فوران آب، به همراه یک پمپ قابل حمل با فشارهای مختلف، به درون لوله‌های مبدل حرارتی تزریق می‌شود. قابل حمل بودن این تجهیزات امکان می‌دهد که از آنها در قسمت‌های مختلف یک واحد تولیدی استفاده شود. در بیشتر موارد، فشار آب مورد استفاده در حدود ۲۰ بار می‌باشد. فشارهای بیشتر، امکان تخریب مبدل را به وجود می‌آورد. نمونه‌هایی از دستگاه‌های تزریق‌کننده آب پر فشار در شکل ۱۹ نشان داده شده است.



شکل ۱۹- نمونه‌هایی از دستگاه‌های تزریق‌کننده آب پر فشار

روش هیدروفرز مکانیکی

روش هیدروفرز مکانیکی برای رسوبات بسیار سخت استفاده می‌شود. در شرایط معمولی جداسازی این رسوبات بسیار مشکل است. به این خاطر، در این روش ابتدا رسوبات داخل لوله‌ها توسط مته‌های مناسب و برس‌های ویژه جداسازی می‌گردند و سپس برای خارج ساختن آنها از یک کمپرسور هوا با فشار زیاد استفاده می‌شود. شکل ۲۰ یک نمونه از این تجهیزات را نشان می‌دهد.

در رابطه با نقش کمپرسور هوا در روش هیدروفرز مکانیکی، تحقیق کرده و در کلاس ارائه نمایید.

تحقیق کنید





شکل ۲۰- دستگاه تزریق هیدروفرز مکانیکی

از مزایای این روش، می‌توان به ایمنی زیاد ابزار آن برای کار در داخل محوطهٔ مجتمع، سرعت، قدرت و کارایی زیاد، قابلیت تغییر دور، هزینه‌های کم، امکان ساخت و تهیهٔ کلیه لوازم آن در داخل کشور، امکان به‌کارگیری دو نازل به‌طور هم‌زمان، امکان کار متصدی با دستگاه از راه دور، تعمیر و نگهداری آسان و سریع، کیفیت و استحکام زیاد آن اشاره کرد.

معایب روش هیدروفرز مکانیکی

✓ ابزار به‌کار رفته در این روش به علت داشتن لوله‌های محکم انتقال نیرو، قابل انعطاف نبوده، در برخورد با رسوبات سخت، دچار شکستگی مته و آسیب به جدارهٔ داخلی لوله می‌شود.

✓ به دلیل کوچک بودن منافذ خروج آب از نوک ابزار، با افزایش تعداد منافذ گرفته شده، اصطکاک و تنش حرارتی افزایش می‌یابد، لذا موجب شکسته شدن مته و آسیب رساندن به لوله می‌شود.

روش فشنگی ساینده

در این روش توسط یک تفنگ هوای فشرده، فشنگی‌هایی به‌داخل لوله شلیک می‌شوند. جنس فشنگی‌های ساینده، پلاستیکی بوده، با سرعت جدارهٔ داخلی لوله را جاروب می‌کنند. استفاده از گلوله‌های اسفنجی با یک سطح صاف در لوله‌های مبدل حرارتی، نتایج بهتری در کاهش رسوب دارد. قطر گلوله‌های اسفنجی کمی بزرگ‌تر از قطر داخلی لوله بوده، به گونه‌ای است که هر ۵ تا ۱۰ دقیقه یک گلوله شلیک می‌شود.

معایب روش فشنگی ساینده

✓ این روش برای لوله‌های نیمه‌گرفته و یا کاملاً گرفته و نیز برای رسوبات سخت کاربرد ندارد.

برای شست‌وشوی شیمیایی تجهیزات، ابتدا باید نوع رسوبات (اعم از رسوبات ناشی از سیالات فرایندی و یا رسوبات ناشی از خوردگی) مشخص شود. در این روش بسته به نوع رسوب، از انواع مواد شیمیایی استفاده می‌گردد. بر این اساس، حذف شیمیایی رسوب، به سه دستهٔ اسیدشویی، شست‌وشوی قلیایی و استفاده از مواد کمپلکس‌دهنده تقسیم‌بندی می‌شود. در روش شست‌وشوی شیمیایی با اسیدها، برای جلوگیری از اثرات نامطلوب اسید بر سطح فلز از مواد بازدارندهٔ خوردگی استفاده می‌شود. اسید به کار رفته در این مواد، بسته به جنس رسوبات و متالورژی سامانه ممکن است معدنی، آلی و یا مخلوطی از هر دو باشد. در جدول ۱ اسیدهایی که بیشترین نقش را در شست‌وشوی شیمیایی دارند، ذکر شده است. هر رسوبی باید با توجه به طبیعت شیمیایی و خواص فیزیکی مربوطه از روی سطوح برداشته شود. اغلب محلول‌های رسوب‌زدا بر پایهٔ اسیدهای آلی و معدنی می‌باشند. در میان اسیدهای معدنی، اسیدهای HCl و H_2SO_4 بیشترین کاربرد را دارند. از اسیدهای آلی نیز غالباً سیتریک اسید، استیک اسید و اتیلن دی‌آمین تتراستیک اسید (EDTA) به کار گرفته می‌شوند.

جدول ۱- برخی از اسیدهای مورد استفاده در شست‌وشوی شیمیایی رسوبات

اسید معدنی		اسید آلی	
فرمول شیمیایی	نام شیمیایی	فرمول شیمیایی	نام شیمیایی
H_3PO_4	فسفریک اسید	$HCOOH$	فرمیک اسید
H_2SO_4	سولفوریک اسید	$HOC(CH_2COOH)_2(COOH)$	سیتریک اسید
HF	هیدروفلوئوریک اسید	$HOOC-COOH$	اگزالیک اسید
NH_4SO_3H	سولفامیک اسید	$(HOOCCH_2)_2NCH_2CH_2N(CH_2COOH)_2$	اتیلن دی‌آمین تتراستیک اسید
HNO_3	نیتریک اسید		
HCl	هیدروکلریک اسید		

شکل ۲۱ برخی از تجهیزات را قبل و بعد از شست و شوی شیمیایی نشان می‌دهد.



شکل ۲۱- برخی از تجهیزات قبل و بعد از شست و شوی شیمیایی

هیدروکلریک اسید یکی از مهم‌ترین اسیدهایی است که در شست و شوی شیمیایی استفاده می‌شود. انتخاب مواد بازدارنده خوردگی، بستگی به غلظت، دما، زمان اسیدشویی، متالورژی سامانه و نوع اسیدکاری دارد. جدول ۲ متغیرها و موادی را که در یک نوع اسیدشویی با هیدروکلریک اسید به کار می‌روند، نشان می‌دهد.

جدول ۲- متغیرهای تنظیم مرحله اسیدشویی با هیدروکلریک اسید

غلظت	مواد شیمیایی
۳/۵ تا ۷/۵ درصد وزنی	هیدروکلریک اسید
حدود ۰/۲ تا ۰/۳ درصد حجمی	بازدارنده خوردگی
۰ تا ۰/۲ درصد حجمی	مواد فعال سطحی (سورفکتانت)
۰ تا ۰/۱ درصد وزنی	آمونیم‌بی‌فلوراید (NH_4HF_2)
۰ تا ۱/۵ درصد وزنی	تیواوره
۰/۱ درصد وزنی	اگزالیک اسید
$70-82^\circ\text{C}$	دما
۸ تا ۱۸ ساعت	مدت زمان اسیدشویی

چرا در رسوب‌زدایی کاشی‌های داخل حمام و دست‌شویی، نباید از محلول‌های اسیدی استفاده شود؟

تحقیق کنید





مبدل‌های پوسته - لوله از جمله بخش‌های اساسی یک فرایند و از تجهیزات مهم در صنایع شیمیایی محسوب می‌شوند که دارای تنوع در ابعاد و اندازه هستند. مبدل‌های پوسته و لوله و شرایط عملکرد آنها تأثیر قابل توجهی در وضعیت اقتصادی یک مجتمع دارد. برای انتخاب یک روش مناسب تمیزکاری و در نتیجه افزایش کارایی مبدل‌ها باید تمهیدات ویژه‌ای در نظر گرفت. روش انتخاب شده از بین روش‌های مکانیکی و شیمیایی، علاوه بر کارایی مناسب، باید کمترین صدمه را به مبدل وارد آورد تا هزینه‌های تعمیر و نگهداری نیز کاهش یابد. اگر چه با شست‌وشوی شیمیایی، می‌توان برای رسوب‌زدایی مبدل‌ها اقدام کرد، ولی همواره سعی بر این است که از کمترین مواد شیمیایی که برای محیط زیست خطرناک هستند، استفاده شود. در واقع مشکل اصلی در روش شست‌وشوی شیمیایی هزینه زیاد و اثرات زیست‌محیطی مواد دور ریز می‌باشد. همچنین در این روش، جداسازی رسوب‌ها به‌طور کامل صورت نمی‌گیرد و برای تکمیل تمیزکاری به‌روش‌های مکمل مکانیکی نیاز است. علاوه بر این، برای افزایش کارایی مبدل‌ها در مواجهه با مشکل تشکیل رسوب، باید داده‌های تجربی در یک دوره از عملکرد مبدل جمع‌آوری گردد.

معایب روش شست‌وشوی شیمیایی:

- این روش معایبی دارد که عبارت‌اند از:
- ✓ آسیب دیدن بدنه تجهیزات؛
- ✓ مصرف زیاد آب؛
- ✓ مصرف زیاد انرژی؛
- ✓ خطرهای ناشی از کار با مواد شیمیایی؛
- ✓ ایجاد آلودگی آب‌های سطحی و زیرسطحی توسط مواد نفتی و یا شیمیایی؛
- ✓ عدم رعایت مسائل زیست‌محیطی؛
- ✓ عدم رسوب‌زدایی از لوله‌های نیمه گرفته یا کاملاً مسدود؛

در جدول ۳، مقایسه روش‌های مختلف رسوب‌زدایی به‌طور خلاصه آورده شده است.

جدول ۳- مقایسه روش‌های مختلف رسوب‌زدایی

شیمیایی	مکانیکی			نوع روش
مواد شیمیایی	فشنگی ساینده	هیدروفرز مکانیکی	جت آب	نام دستگاه
عالی	زیاد	عالی	متوسط	کیفیت رسوب‌زدایی
زیاد	زیاد	زیاد	متوسط	سرعت تمیزکاری
عالی	متوسط	عالی	متوسط	ایمنی تجهیزات
ندارد	دارد	ندارد	دارد	ایجاد خسارت (خوردگی، سائیدگی) به مجموعه تمیزشونده
متوسط	زیاد	پایین	زیاد	مصرف انرژی
زیاد	ندارد	متوسط	زیاد	مصرف آب
دارد	ندارد	متوسط	ندارد	قابلیت تمیزکاری لوله‌های U شکل
ندارد	ندارد	عالی	ندارد	امکان رسوب‌زدایی لوله‌های کاملاً گرفته شده



تهیه ماده رسوب زدای شیمیایی

در وسایلی مانند سماور و کتری، که در آنها آب جوش تهیه می شود، کلسیم بی کربنات و منیزیم بی کربنات محلول در آب در اثر حرارت، به کربنات ها تبدیل می شوند و در داخل ظرف رسوب می کنند. به تدریج مقدار این رسوب، که جرم سماور نامیده می شود، افزایش می یابد. برای از بین بردن این جرم رسوبی، از روش های مختلفی استفاده می شود. یکی از این راه ها، تهیه محلول قلیایی است.

وسایل و مواد لازم:

بشر؛

همزن؛

ترازو؛

سدیم کلرید؛

سدیم هیدروکسید؛

پتاسیم کربنات؛

پوست بلوط.

روش کار: ۵ گرم سدیم کلرید، ۱ گرم سدیم هیدروکسید، ۰/۲۵ گرم پتاسیم کربنات و ۰/۱ گرم پوست بلوط را وزن کرده، با هم مخلوط کنید. سپس آن را به وسیله آسیاب، به خوبی نرم کنید و داخل بشر بریزید و هم بزنید. پودر به دست آمده را برای از بین بردن جرم رسوب کرده سماور یا کتری به کار ببرید و نتیجه را مشاهده کنید.



رسوب زدایی شیمیایی

روش کار: سه ظرف کاملاً یکسان که دارای مقداری رسوب باشند، انتخاب کنید.

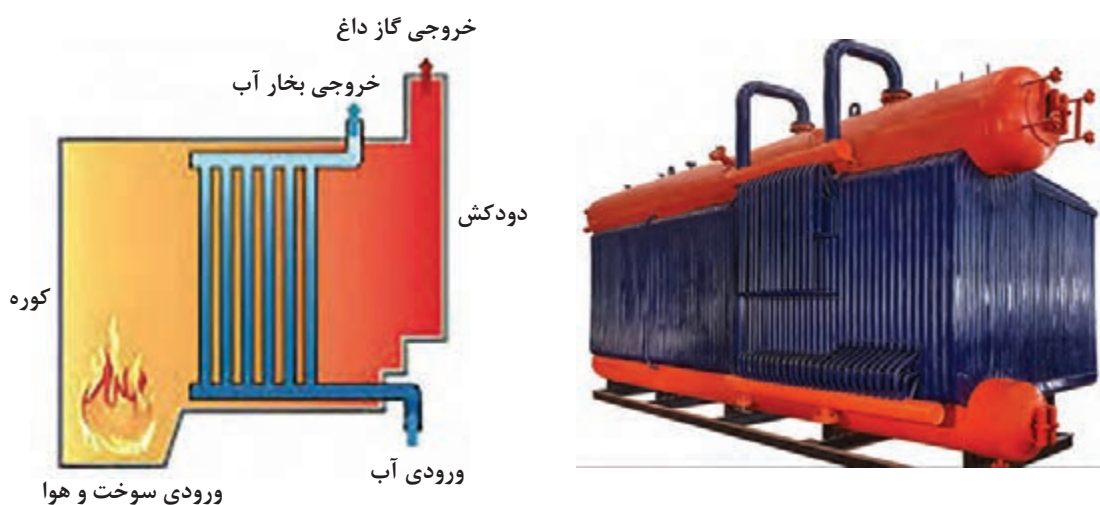
- ۱ در هر کدام از آنها حدود ۲ لیتر آب معمولی بریزید.
 - ۲ حدود ۵ گرم از سه نوع ماده شیمیایی مختلف (مانند سرکه، جرم گیر تجاری و یک نمونه جرم گیر آزمایشگاهی)، به هر کدام از ظروف اضافه کنید.
 - ۳ بر روی هر ظرف نام ماده استفاده شده را بنویسید.
 - ۴ به مدت ۲-۴ ساعت، ظروف را به همراه محتویات آنها حرارت دهید.
 - ۵ بگذارید تا تمام مواد و وسایل به دمای محیط برسند.
 - ۶ محتویات هر کدام از ظروف را صاف کنید.
 - ۷ با استفاده از ترازو، جرم رسوبات جمع آوری شده را اندازه گیری کنید.
- کدام ماده برای حذف رسوب مناسب تر بوده است؟

دیگ بخار عبارت است از یک مخزن بسته که در آن، آب توسط اعمال مستقیم گرمای ناشی از سوختن سوخت (جامد، مایع یا گاز) و یا به کمک انرژی برق یا هسته‌ای تبدیل به بخار می‌گردد. داخل دیگ بخار شامل دو بخش آتش و آب می‌باشد. سطح گرمایی دیگ بخار، به کلیه سطوح در طرف آتش دیگ بخار اطلاق می‌شود. تمام بخش‌های داخلی و تحت فشار یک دیگ بخار از آلیاژهای آهنی ساخته می‌شوند. دیگ‌های بخار از نظر نوع جنس به دو دسته چدنی و فولادی تقسیم‌بندی می‌شوند. از دیگ چدنی فقط در سامانه‌های حرارت مرکزی با سیال آب گرم استفاده می‌شود زیرا جنس چدنی، در مقابل فشار بالا مقاومت زیادی نداشته و قابلیت تنظیم فشار در آنها بسیار کم می‌باشد. بیشتر دیگ‌های بخار از نوع فولادی هستند. دیگ بخار بر دو نوع است:

دیگ‌های لوله آبی^۱؛ دیگ‌های لوله آتشی^۲.

دیگ لوله آبی

همگام با توسعه صنعت در قرن گذشته، استفاده از دیگ‌های بخار با فشار زیاد ضرورت پیدا کرد و بنا به دلایلی، گاهی انفجارهای مصیبت‌باری به همراه داشته است. آن روزها، دیگ‌های بخار مانند ظروفی با قطرهای زیاد بودند که فشار داخلی، سبب تنش‌های انبساطی در دیواره‌های آن می‌شد. بهترین راه برای جلوگیری از بروز این مشکل، کاهش قطر ظرف تحت فشار است که این امر اساس کار دیگ‌های لوله آبی است. در این دیگ‌ها، آب درون لوله‌ها جاری است و گازهای داغ سطح خارجی لوله‌ها را گرم می‌کنند. دیگ‌های لوله آبی متشکل از لوله‌هایی است که توسط مخزن به یکدیگر متصل شده‌اند. آب در درون لوله‌ها گردش کرده، گازهای داغ از اطراف لوله‌ها عبور می‌کنند. مهم‌ترین مزیت دیگ‌های لوله آبی، آزادی در افزایش ظرفیت ساخت آنهاست. دیگ‌های لوله آبی می‌توانند بخاری تا ظرفیت نیم تن در ثانیه با فشار ۱۶۰ اتمسفر و دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس تولید کنند. البته دیگ‌های لوله آبی در اندازه‌های کوچک‌تر نیز ساخته می‌شوند که در صنایع نفت و پتروشیمی کاربرد فراوان دارند. یک نمونه دیگ بخار لوله آبی و نمایش ساده اجزای آن در شکل ۲۲ آورده شده است.



شکل ۲۲- دیگ بخار لوله آبی و نمایش ساده اجزای آن

۱- Water- Tube Boiler

۲- Fire- Tube Boiler



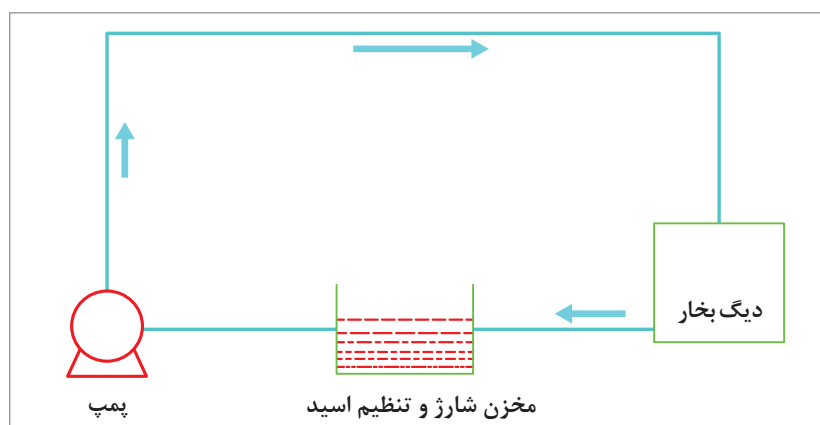
شکل ۲۳- نمای برش خورده از یک دیگ بخار لوله آتشی

دیگ لوله آتشی

این نوع دیگ‌های بخار معمولاً، شامل بدنه اصلی، صفحه، لوله‌های جلو و عقب، کوره و اتاقک برگشت می‌باشند. در شکل ۲۳ نمای برش خورده از یک نمونه دیگ بخار لوله آتشی نشان داده شده است. این دستگاه برای گرم کردن روغن به کار می‌رود، روغن در پوسته و آتش در لوله می‌باشد.

شست‌وشوی اسیدی دیگ‌های بخار پوسته‌ای^۱

متداول‌ترین روش رسوب‌زدایی از دیگ‌های بخار، شست‌وشوی اسیدی و معمولی‌ترین اسید مورد استفاده، هیدروکلریک اسید (HCl) است. این اسید به خوبی روی رسوبات اثر کرده، آنها را از بین می‌برد. البته ضمن پاک کردن رسوبات، به فلز بدنه دیگ نیز آسیب می‌رساند. بنابراین مصرف هیدروکلریک اسید حفاظت نشده، خطر خوردگی و از بین رفتن خود دیگ بخار را به همراه دارد. لذا برای جلوگیری از این پدیده، به هیدروکلریک اسید، ماده بازدارنده از خوردگی اضافه می‌کنند. این مواد، ترکیبات پیچیده‌ای هستند که با افزایش میزان کمی از آنها به اسید، از حمله آن به فلز بدنه دیگ^۲ و سایر تجهیزات جلوگیری می‌کنند. برای شست‌وشوی اسیدی دیگ‌های بخار معمولاً از روش «واچرخان» استفاده می‌گردد. بدین ترتیب که دیگ را تا حد عادی از اسید حفاظت شده ۵-۱۲ درصد پر کرده، تا ۴۰-۵۰ درجه سلسیوس گرم می‌کنند. سپس با استفاده از پمپ و مدار چرخشی، اسید را در مدار، به گردش درمی‌آورند (شکل ۲۴).



شکل ۲۴- نمای مدار چرخشی اسید

با توجه به تجزیه و تحلیل رسوب و برای افزایش تأثیر اسید روی آن، گاهی مواقع از مواد و ترکیبات کمکی هم استفاده می‌کنند. یکی از معمولی‌ترین و مؤثرترین آنها، نمک‌های حاوی فلوئور است که به میزان کم به اسید مدار چرخشی اضافه می‌شود.

پس از اطمینان از تمیز شدن دیگ و پایان عملیات شست‌وشوی اسیدی، اسید را با رعایت اصول ایمنی و زیست محیطی تخلیه می‌کنند. سپس دیگ را با آب شست‌وشو داده، توسط مواد قلیایی مناسب (هیدروکسیدها یا فسفات‌ها) خنثی و محیط دیگ را بازرسی فنی می‌کنند.

نکته



معمولاً پس از هر بار شست‌وشوی دیگ بخار، بازدید داخلی آن انجام می‌شود و در صورت رسوب‌زدایی کامل، دوباره وارد فرایند تولید خواهد شد.

فعالیت
کارگاهی



رسوب‌زدایی دیگ بخار به روش اسیدشویی

۱ با تهیه آبگرمکن دیواری یا دستگاه پکیج دیواری مستهلک فعالیت رسوب‌زدایی را به روش اسیدشویی انجام دهید.

۲ این فعالیت باید با هماهنگی قبلی و در زمان تعمیرات سالانه تأسیسات حرارتی (موتورخانه) هنرستان صورت پذیرد.

پرسش



- ۱ منظور از عملیات زیرآبکشی چیست؟
- ۲ رزین‌های تبادل یون، چگونه آب را نرم می‌کنند؟
- ۳ در چه زمانی رسوب‌زدایی تجهیزات، الزامی است؟
- ۴ متغیرهای اصلی مؤثر در شست‌وشوی رسوب باجت آب کدام‌اند؟
- ۵ تفاوت روش رسوب‌زدایی هیدروفرز مکانیکی با فشنگی ساینده چیست؟
- ۶ در دیگ بخار، چگونه آب به بخار تبدیل می‌شود؟

ارزشیابی شایستگی رسوب زدایی مکانیکی و شیمیایی

شرح کار:

- آشنایی کار با تجهیزات رسوب زدایی مکانیکی و فیزیکی
- آشنایی با رسوب زدایی شیمیایی
- هنگام کار مراقب باشند تا دستگاه صدمه نبیند.
- رسوب زدایی تجهیزات با مطلوب ترین روش

استاندارد عملکرد:

- انجام عملیات رسوب زدایی از دستگاه های حرارتی مطابق دستور کار در شرایط ایمن
- شاخص ها:**
- رعایت کردن مسائل ایمنی در هنگام انجام دادن کار
 - انجام دادن کار طبق دستور کار

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

- مکان:** کارگاه و آزمایشگاه
- زمان:** یک جلسه آموزشی
- ابزار و تجهیزات:** وسایل ایمنی شخصی، ابزار و تجهیزات رسوب زدایی مکانیکی و شیمیایی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	رسوب زدایی مکانیکی و فیزیکی	۱	
۲	رسوب زدایی شیمیایی	۲	
۳	رسوب زدایی تجهیزات	۲	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: * ایمنی: انجام دادن کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: صرفه جویی در آب مصرفی و مواد مصرفی برای رسوب زدایی شیمیایی و استفاده از رسوب زدایی فیزیکی توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام دادن کار بدون ریخت و پاش شایستگی های غیرفنی: اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، محاسبه و کار بست ریاضی، مستندسازی، گزارش نویسی	۲	
میانگین نمرات **			

* شایستگی های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.





پودمان ۳

پایش عملکرد صافی‌ها



فیلترها در زندگی روزمره و صنایع مختلف کاربردهای فراوانی دارند، به طوری که صنعت بدون صافی، صنعتی ناقص تلقی می‌شود.

واحد یادگیری ۱

پایش صافی‌ها

مقدمه

صافی‌ها (فیلترها)، بنا به وظیفه‌ای که به عهده دارند، عاملی برای افزایش عملکرد مناسب تجهیزات در صنایع مختلف می‌باشند. این وظیفه یا از طریق جلوگیری از ورود عوامل ناخواسته به سامانه و یا از طریق جداسازی یک عامل ناخواسته از یک سیال در جریان فرایند صورت می‌گیرد. در هر حالت صافی نیاز به نظارت مستمر دارد تا هر عاملی را که باعث کاهش عملکرد آن می‌شود، بتوان در زمان مناسب برطرف نمود و یا به روش‌های مناسب صافی را تعویض نمود. در این واحد یادگیری با چگونگی عملکرد صافی‌ها و انواع آن در صنایع شیمیایی آشنا خواهید شد.

استاندارد عملکرد

شناسایی صافی و اجزای آن مطابق دستور کار

شایستگی‌های غیر فنی

- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت‌شناسی، انجام دادن وظایف و کارهای محول - پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع، مدیریت مؤثر زمان، استفاده صحیح از مواد و تجهیزات
- ۳ کار تیمی: حضور فعال در فعالیت‌های گروهی، انجام دادن کارها و وظایف سپرده شده
- ۴ مستندسازی: گزارش‌نویسی فعالیت‌های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

شایستگی‌های فنی

- ۱ شناخت صافی‌ها
- ۲ کاربرد صافی‌ها
- ۳ انواع روش‌های صاف کردن

معرفی صافی (فیلتر)

بحث
گروهی



به تصویرهای زیر نگاه کنید، آیا این وسایل را می‌شناسید؟ می‌دانید چه کاربردی دارند؟

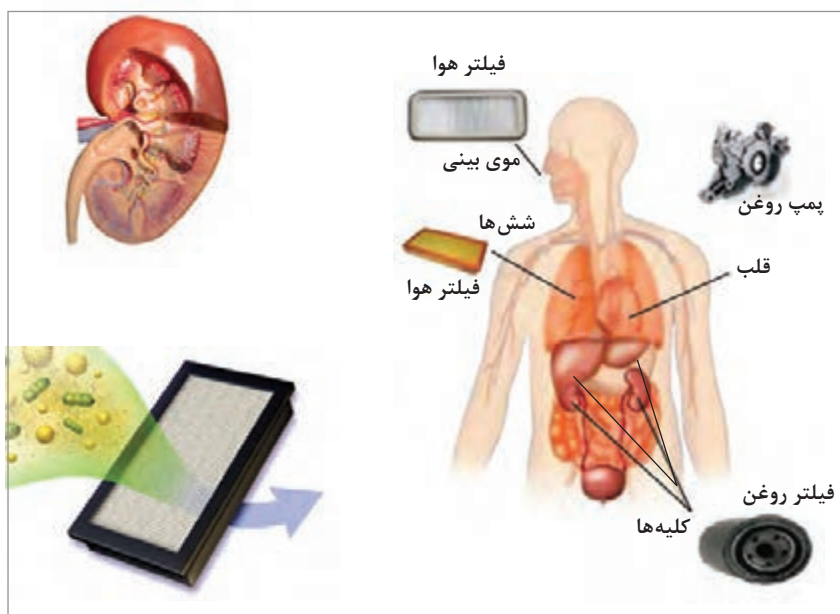


در بدن انسان فیلتر^۱ یا صافی‌های مختلفی وجود دارد، که هر کدام فعالیت‌های خاصی از جمله سم‌زدایی بدن را انجام می‌دهند. به عنوان مثال، پاک‌سازی خون به قدری اهمیت دارد که اگر صافی‌های خون به خوبی عمل نکنند، بدن به سرعت از سموم پر، و منجر به مرگ می‌شود. این وظیفه در بدن به عهده کلیه‌ها می‌باشد. در هر دقیقه حدود یک لیتر خون (یک پنجم خونی که توسط قلب پمپ می‌شود)، از طریق سرخرگ‌ها وارد کلیه‌ها گشته، سپس خون تصفیه شده از طریق سیاهرگ‌ها به بدن باز می‌گردد. داخل هر کلیه، متجاوز از یک میلیون واحد بسیار کوچک وجود دارد، که هر یک نقش صافی را داشته، آب و مواد زائد را از خون جدا می‌کنند.

فیلترها در زندگی روزمره و صنایع مختلف کاربردهای فراوانی دارند، به‌طوری که صنعت بدون صافی، صنعتی ناقص تلقی می‌گردد. در شکل ۱، نمونه‌هایی از فیلترها و اجزایی از بدن که نقش صافی را دارند و نیز تصویر برش خورده یک کلیه، نشان داده شده است.



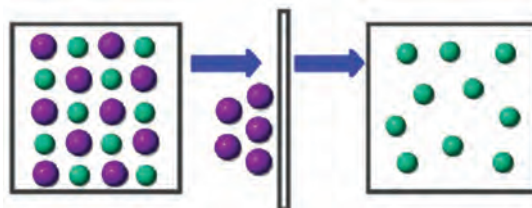
با توجه به شکل ۱، طرز کار هر کدام از فیلترهای طبیعی و مصنوعی را توضیح دهید.



شکل ۱- نمونه‌هایی از اجزای بدن و تصویر برش خورده کلیه که نقش صافی دارند و یک فیلتر

صافی و عملیات صاف کردن

صافی یا فیلتر، وسیله‌ای است که برای تمیز کردن و تصفیه سیالات (گازها و مایعات) از ذرات خارجی، (معلق، جامد و یا قطرات مایع غیرمحلول) استفاده می‌شود. صاف کردن یا فیلتراسیون^۱ فرایندی است که در آن یک مایع و یا گاز (سیال)، به دلیل اختلاف فشار یا اختلاف پتانسیل الکتریکی و یا اختلاف غلظت، از فیلتر عبور می‌کند. با انجام عمل فیلتراسیون، ذراتی که از اندازه حفره‌های فیلتر کوچک‌تر هستند، از فیلتر عبور می‌کنند. ذرات با اندازه بزرگ‌تر، از سیال جدا شده، در پشت آن می‌مانند. بنابراین، فیلتر وسیله‌ای است که وظیفه جداسازی ذرات معلق آلاینده را از سیال عبوری بر عهده دارد. لذا با این تعریف، فیلتر خوب و با کیفیت، فیلتری است که با ایجاد کمترین مقاومت در مسیر عبور جریان سیال، ذرات ریز معلق در آن را جذب کند (شکل ۲).



شکل ۲- تصویری ساده از فرایند فیلتراسیون

پودمان سوم: پایش عملکرد صافی‌ها

در فرایند فیلتراسیون، به سیال حاوی ذرات خارجی، معلق، جامد و نامحلول، «خوراک یا دوغاب»^۱، و به ذرات جمع شده در پشت صافی «کیک فیلتر»^۲ و سیال صاف شده عبوری از صافی، صافاب یا «فیلتریت»^۳ و به محیط صافی «مدیا»^۴ گفته می‌شود.

با توجه به وسایل معرفی شده در جدول زیر، فیلتر آن را مشخص کرده، خانه‌های خالی آن را کامل کنید.

ردیف	وسیله	مدیا	دوغاب	کیک	صافاب(فیلتریت)	ملاحظات
۱	هواکش آشپزخانه					
۲	آب‌میوه‌گیری					
۳	ماشین لباس‌شویی					
۴	یخچال					
۵	جاروبرقی					
۶	شیر آب					
۷	...					

فعالیت
گروهی



به نظر شما در صنایع، کدام یک از کیک یا صافاب (فیلتریت) اهمیت بیشتری دارند؟

فکر کنید



کاربرد صافی‌ها

صافی‌ها در صنایع مختلفی به کار می‌روند که می‌توان از صنعت آب و فاضلاب، صنایع داروسازی، تصفیه هوا و خالص‌سازی گازها، صنایع شیمیایی، صنعت خودروسازی، صنایع زیست‌محیطی و... نام برد. ضرورت استفاده از صافی و عملیات فیلتراسیون در تعدادی از این صنایع ارائه شده است:

۱- Slurry

۲- Filter Cake

۳- Filterate

۴- Media

✓ صنعت آب و فاضلاب

۹۹٪ از آب‌ها در طبیعت به راحتی قابل دسترس نمی‌باشند و فقط ۱٪ آن شامل دریاچه‌ها و رودخانه‌ها و چاه‌ها می‌باشد که به راحتی به دست می‌آید. فرایند پاک‌سازی و تصفیه آب، بسیار طولانی و زمان‌بر است. یکی از مراحل تصفیه آب، جداکردن آلاینده‌ها از آن می‌باشد که در این مرحله از فیلتراسیون استفاده می‌شود.

✓ صنایع غذایی

صنعت لبنیات، آب‌میوه و صنایع دیگری که در حوزه صنایع غذایی قرار می‌گیرند، یکی دیگر از مصرف‌کنندگان اصلی صافی‌ها محسوب می‌شوند. به طور مثال، در تولید پنیر و پاستوریزاسیون و هموژنیزاسیون شیر از فیلتراسیون استفاده می‌شود. امروزه به وسیله فیلتراسیون توانسته‌اند اجزای شیر را تغلیظ و به طور جزء به جزء جداسازی کنند. این امر موجب شده است که بتوان محصولات جدیدی مطابق با نیازهای مصرف‌کننده به بازار عرضه کرد.

✓ صنایع داروسازی

تولید دارو با تجهیزات مختلفی انجام می‌شود. داروی تولید شده، نیاز به خالص کردن دارد و اهمیت خالص‌سازی دارو کمتر از تولید آن نیست. به طوری که تولید دارو فقط ۳۰٪ از هزینه‌های دارو را در بر می‌گیرد، در حالی که ۷۰٪ از بقیه هزینه‌ها، صرف خالص‌سازی دارو می‌شود. مهم‌ترین مرحله خالص‌سازی، فرایند فیلتراسیون است.



✓ تصفیه هوا و خالص‌سازی گازها

یکی از کاربردهای اصلی فرایند فیلتراسیون، تصفیه هوا و یا تولید گازهای خالص، مانند اکسیژن و نیتروژن می‌باشد. یک مثال آشنا از کاربرد صافی‌ها برای تصفیه هوا، ماسک‌های دهان و بینی می‌باشند. ماسک‌های معمولی که بیشتر در روزهای آلوده از آنها استفاده می‌کنید، نوعی فیلتر دارند که به ذرات معلق هوا اجازه عبور نمی‌دهند و به این ترتیب مانع رسیدن برخی از آلودگی‌ها به مجاری تنفسی می‌شوند.

شکل ۳- استفاده از فیلتر در ماسک‌های تنفسی

ساخت یک نمونه فیلتر کارگاهی

برای ساخت فیلتر مراحل زیر را انجام دهید:

- ✓ مقداری اسفنج یا کاغذ مخصوص صاف کردن و یک قاب فلزی یا پلاستیکی تهیه کنید.
- ✓ با استفاده از طرح صافی که می‌خواهید بسازید، کاغذ و قاب را شکل‌دهی کنید.
- ✓ اجزای ساخته شده را در یکدیگر ثابت کنید.
- به همین ترتیب فیلتر دیگری بسازید.
- صافی‌های خود را با گروه‌های دیگر مقایسه کنید.

فعالیت
کارگاهی





کاربرد صافی‌های ساخته شده

با توجه به فعالیت کارگاهی ۱ و صافی‌های ساخته شده، آنها را در محل مناسب خود نصب کنید. دوغابی متناسب با صافی‌های ساخته شده، تهیه کرده، و آن را به دو قسمت مساوی تقسیم کنید. صاف کردن دوغاب‌ها را در شرایط مشابه ولی با فیلترهای متفاوت انجام دهید. میزان ذرات جامد و مایع صاف شده در هر مورد را با یکدیگر مقایسه کنید. دلیل تفاوت‌های موجود چیست؟



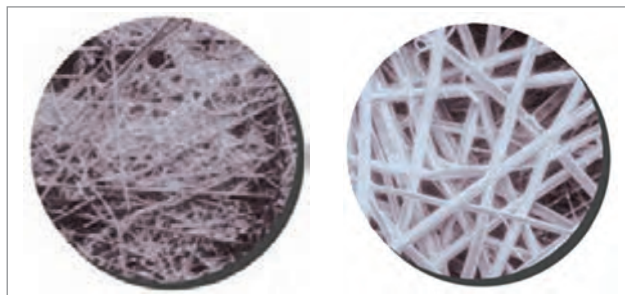
فیلتراسیون با فرایندهای فیزیکی مانند غربال‌گری و جذب، متفاوت است.



تفاوت‌ها و شباهت‌های فیلتراسیون را با غربال‌گری و جذب بیابید.

انتخاب صافی‌ها:

صافی‌ها دارای اجزای مختلفی هستند و مهم‌ترین قسمت یک صافی، مدیای آن است. مدیای صافی شامل بخشی از آن است که وظیفه از بین بردن آلودگی‌ها را دارد. این بخش از صافی معمولاً به صورت ورقه‌ای تولید شده، سپس آنها را به شکل چین‌دار درمی‌آورند تا مساحت بیشتری از آن، در مقابل جریان سیال قرار گیرد. شکل ظاهری مدیا منجر به کاهش اختلاف فشار به وجود آمده شده، ضمناً ظرفیت جذب آلودگی فیلتر را بالا می‌برد. برخی از مدیاهای مورد استفاده، از سلولز، کامپوزیت‌های فایبرگلاس و یا دیگر مواد مصنوعی تشکیل شده‌اند. در شکل ۴ دو نمونه از فایبرگلاس مورد استفاده در صافی‌ها به عنوان مدیا نشان داده شده است. در شکل ۵، نمونه‌هایی از صافی و تصویر برش خورده آن آورده شده است.



شکل ۴- تصویر میکروسکوپی دو نمونه از فایبرگلاس مورد استفاده در صافی‌ها



شکل ۵- چند نمونه صافی و تصویر برش خورده از یک صافی

از عوامل مهمی که در انتخاب نوع صافی و کارکرد آن مؤثر می‌باشند عبارت‌اند از:

۱ اندازه حفره‌های فیلتر

موادی با اندازه بزرگ‌تر از حفره‌های صافی، در پشت آن باقی‌می‌مانند و عبور نمی‌کنند، در نتیجه، برای جداسازی ذرات با اندازه مشخص باید از صافی‌های مناسب استفاده کرد.

۲ غلظت دوغاب

ذراتی که در پشت صافی باقی‌می‌مانند، به مرور زمان و با استفاده مداوم از صافی، بیشتر می‌شوند. این مسئله، می‌تواند باعث مسدود شدن روزه‌های صافی شود. به این دلیل، باید بعد از مدت زمان مشخصی، صافی را تعویض و یا آن را پاک‌سازی کرد. این مسئله که به گرفتگی صافی معروف می‌باشد، از اهمیت زیادی برخوردار است.

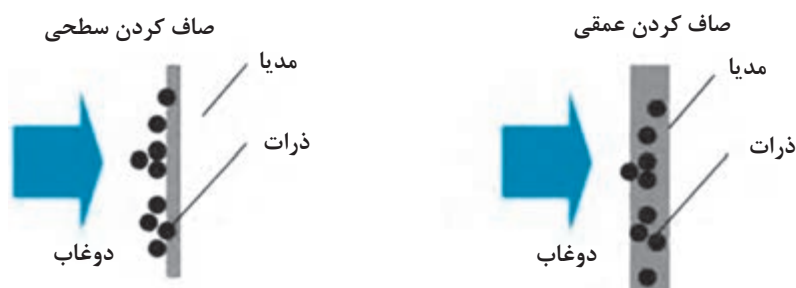
در مورد عوامل مؤثر و بازدهی فیلترها تحقیق کنید.

تحقیق کنید



انواع فیلتراسیون

همان‌طور که گفته شد، صاف کردن یا فیلتراسیون، یک روش فیزیکی برای حذف ذرات معلق در هر سیال از جمله آب است. این ذرات معلق می‌توانند گل، رنگ، مواد آلی، پلانکتون، باکتری، ذرات حاصل از سختی‌گیری و... باشند. به عبارت دیگر، فیلتراسیون فرایندی است که در آن، مواد معلق جامد، در اثر عبور از یک محیط متخلخل جدا می‌شوند. می‌توان فرایند فیلتراسیون را بر اساس چگونگی حرکت سیال بر روی آنها به دو دسته سطحی^۱ و عمقی^۲ طبقه‌بندی کرد (شکل ۶).



شکل ۶- انواع فیلتراسیون (بر حسب چگونگی حرکت سیال)

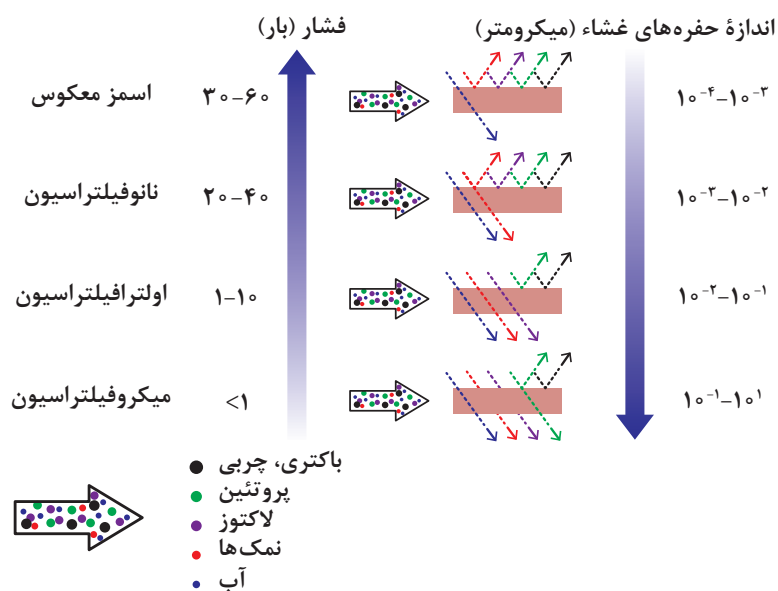
در فیلتراسیون نوع سطحی، مواد جامد در سطح صافی به دام می‌افتند. صافی‌های کاغذی، بوختر، تسمه‌ای، استوانه‌ای دوار خلأ و توری از جمله این نوع صافی‌ها هستند. (شکل ۷)
در فیلتراسیون عمقی، ذرات جامد به درون صافی نیز نفوذ می‌کنند. انواع فیلترهای یک‌بار مصرف، جزء این دسته از صافی‌ها هستند. صافی‌های دندانپزشکی نمونه‌ای از صافی‌های یک‌بارمصرف می‌باشد.

پودمان سوم: پایش عملکرد صافی‌ها



شکل ۷- نمونه‌هایی از صافی‌های سطحی

فرایند فیلتراسیون بر حسب اندازه حفره‌های محیط فیلتر آنها به چهار دسته زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:
 ✓ میکروفیلتراسیون^۱ ✓ اولترافیلتراسیون^۲ ✓ نانوفیلتراسیون^۳ ✓ اسمز معکوس^۴
 در شکل ۸ محدوده استفاده از انواع فیلتراسیون، بر حسب اندازه حفره‌ها، نشان داده شده است.



شکل ۸- محدوده استفاده از انواع فیلتراسیون بر حسب اندازه حفره‌ها

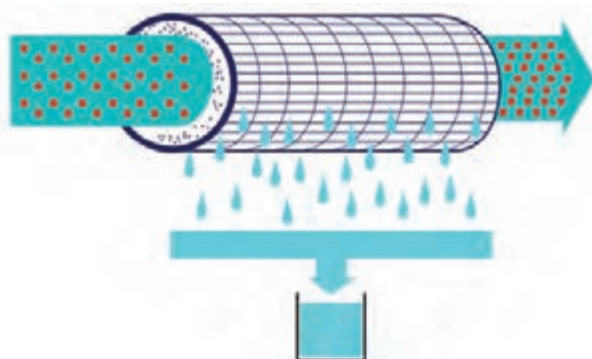
۱- Microfiltration

۲- Ultrafiltration

۳- Nanofiltration

۴- Reverse Osmosis

میکروفیلتراسیون: میکروفیلتراسیون فرایندی است که در آن از غشاهای متخلخل برای جداسازی ذرات سوسپانسیونی، جامدات معلق کوچک و موادی دیگر مثل باکتری‌ها، کیست‌ها، مولکول‌ها و ذراتی بزرگ‌تر از 0.2 میکرون استفاده می‌شود. این یک فرایند فیزیکی است که برای حذف مواد معلق و سوسپانسیونی از گازها و مایعات به کار می‌رود. بدین منظور جریان خوراک را از میان یک مانع متخلخل (مدیا) عبور می‌دهند. محصول فیلتراسیون جریانی است که از غشا عبور کرده، دارای ذراتی است که ریزتر از اندازه تخلخل غشا یا صافی می‌باشند.



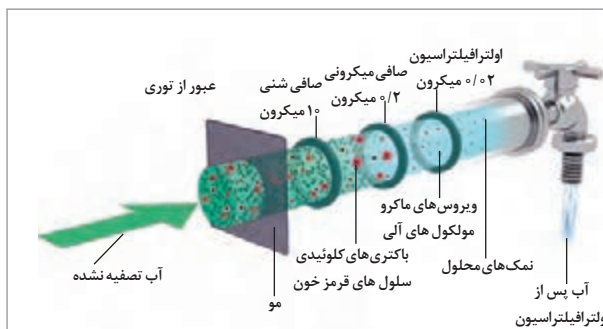
شکل ۹- نمایی ساده از فرایند میکروفیلتراسیون

در مورد کاربرد میکروفیلتراسیون در صنایع تحقیقی انجام داده و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



اولترافیلتراسیون: در اولترافیلتراسیون، مولکول‌هایی بزرگ‌تر از 0.5 میکرون جدا می‌شوند. قطر حفره‌های مدیای فیلتر، بین 2 تا 50 نانومتر است. این فرایند برای جداسازی و تغلیظ مواد کلوئیدی و سوسپانسیونی، پروتئین‌ها، مواد میکروبی بیماری‌زا و مولکول‌های آلی بزرگ به کار می‌رود. این روش در صنایع پزشکی، صنایع غذایی، تصفیه آب، صنایع نفت و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

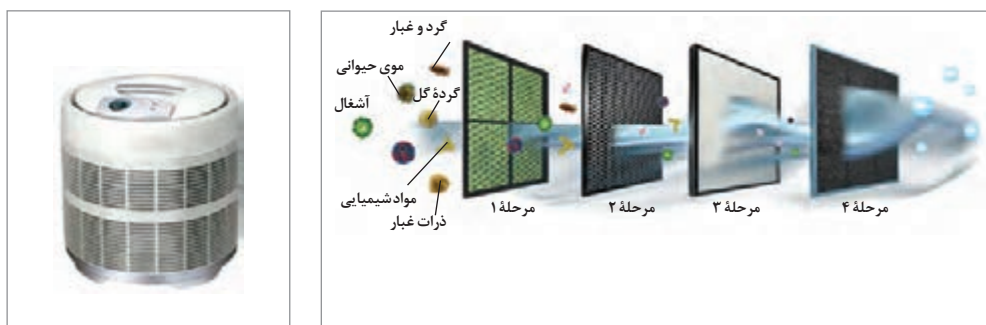


شکل ۱۰- نمایی ساده و واقعی از فرایند اولترافیلتراسیون

نانوفیلتراسیون: اندازه حفره‌های نانوفیلتر بین 2 تا 5 نانومتر است. روش نانوفیلتراسیون طی چند سال گذشته رونق گرفته است. در نانوفیلتراسیون، جداسازی بر اساس اندازه مولکول صورت می‌گیرد. اساساً این روش، جهت حذف اجزای آلی نظیر آلوده‌کننده‌هایی در اندازه میکرونی و یون‌های چند ظرفیتی می‌باشد. از دیگر کاربردهای نانوفیلتراسیون می‌توان به حذف مواد شیمیایی که به منظور کشتن موجودات مضر به آب

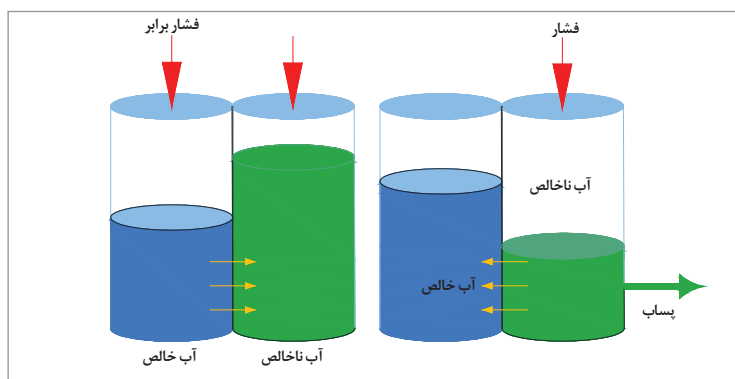
اضافه شده‌اند، حذف فلزات سنگین مانند جیوه، تصفیه آب‌های مصرفی، رنگ‌زدایی و حذف آلوده‌کننده‌ها اشاره کرد. نانوفیلتراسیون می‌تواند تقریباً از هر منبع آبی، آب خالص به وجود آورد و تمام باکتری‌های موجود در آب را حذف کند.

شکل ۱۱، انواع صافی‌های مورد استفاده در یک فیلتراسیون پیشرفته را برای حذف آلودگی‌های مختلف نشان می‌دهد. در این نوع فیلتراسیون، صفحات فیلتر از اندازه حفره‌های درشت به ریز چیده شده‌اند.



شکل ۱۱- تصویر واقعی و ساده از یک صافی و فیلتراسیون پیشرفته

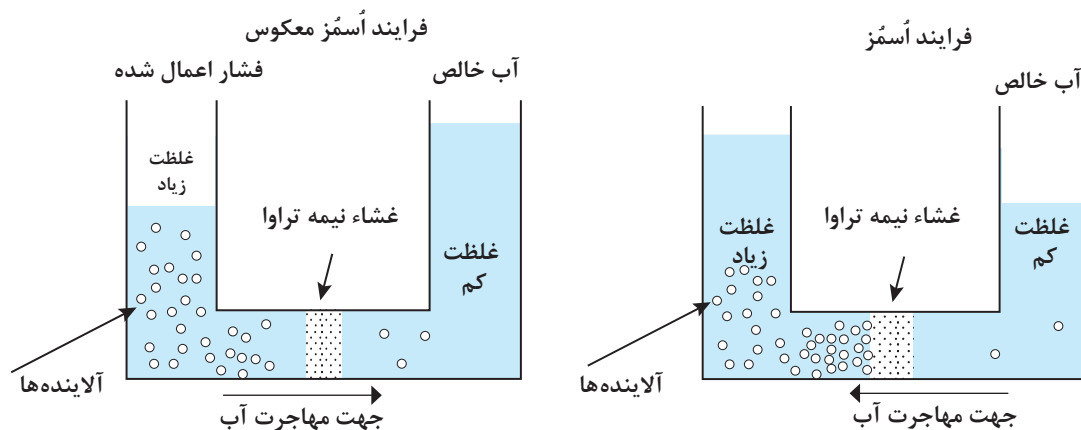
اسمز معکوس: برای درک پدیده اسمز معکوس، ابتدا باید فشار اسمزی را توضیح داد. به این منظور شکل ۱۲ را در نظر بگیرید:



شکل ۱۲- نمایش فشار اسمزی

فرض کنید دو ظرف حاوی آب ناخالص (آب آلوده و یا آب نمک) و آب خالص با سطحی یکسان وجود دارد که توسط یک لوله با یکدیگر در ارتباط هستند. در این صورت جهت برقراری تعادل در غلظت آلودگی و یون‌های آب، آنها از ظرف حاوی ناخالصی، وارد ظرف آب خالص شده تا غلظت دو طرف برابر شود. اما اگر در بین این دو ظرف یک غشای نیمه تراوا (صافی) قرار داده شود، این صافی اجازه عبور آلودگی و یون را نمی‌دهد. بنابراین برای برقراری تعادل غلظتی، آب خالص، از صافی عبور کرده، وارد ظرف آب ناخالص می‌شود. این تبادل، تا زمانی که افزایش سطح آب در ظرف حاوی ناخالص، فشار مضاعف ایجاد کند، ادامه می‌یابد. به این

فشار، فشار اسمزی می‌گویند. در همین شرایط و در پدیده اسمز معکوس با استفاده از یک فشار خارجی، جهت جریان آب را از سمت آب ناخالص به سمت آب خالص ایجاد می‌کنند و چون فشار وارده در خلاف جهت فشار اسمزی است، به آن فرایند اسمز معکوس می‌گویند (شکل ۱۳). از پدیده اسمز معکوس، بیشتر برای شیرین‌سازی آب دریا که روشی گران‌قیمت است، استفاده می‌شود.

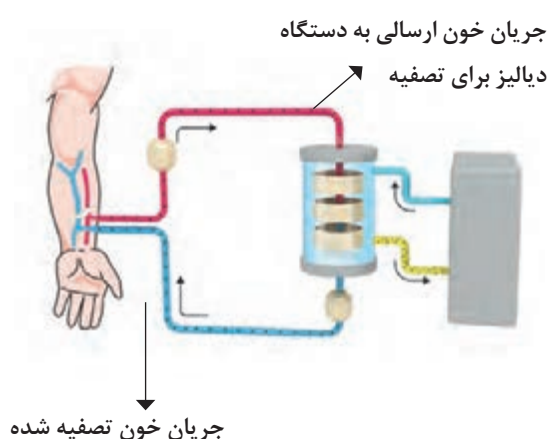


شکل ۱۳- طرح ساده‌ای از فرایندهای اسمز و اسمز معکوس

بنابراین، اسمز معکوس فرایندی است که آب در اثر اختلاف فشار از یک غشای نازک عبور می‌کند تا محتویات و مواد معدنی شامل نمک، ویروس‌ها، سموم و سایر ترکیبات آلوده غیرآلی را جدا کند و اتم‌ها و مولکول‌هایی در مقیاس کوچک‌تر از ۰/۰۰۱ میکرون را در محدوده یونی جدا می‌کند.

در رابطه با انواع روش‌های شیرین‌سازی آب دریا تحقیق کنید.

تحقیق کنید



شکل ۱۴- طرح ساده‌ای از فرایند دیالیز

اسمز معکوس، فناوری‌ای است که در دیالیز طبی هم از آن استفاده می‌شود. دیالیز، مورد استفاده افرادی است که مشکل کلیوی دارند. کلیه‌ها، مواد زائد مثل اوره و آب را از خون جدا، و به شکل ادرار از بدن خارج می‌کنند و بدین وسیله باعث تصفیه خون می‌شوند. یک دستگاه دیالیز مشابه عملکرد کلیه‌ها، کار می‌کند. در این روش، خون از بدن عبور کرده تا وارد دستگاه دیالیز شود. در آنجا از فیلتر اسمزی عبور داده می‌شود تا مواد زائد از آن جدا گشته، خون تصفیه شده دوباره به بدن بازگردد. در شکل ۱۴ فرایند کلی دیالیز خون نشان داده شده است.

تفاوت انواع فیلتراسیون چیست؟

پرسش





در رابطه با الکترودیالیز تحقیق کرده، نتیجه را در کلاس ارائه کنید.

در جدول ۱، ویژگی‌های انواع روش‌های فیلتراسیون با یکدیگر مقایسه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های انواع فیلتراسیون

ویژگی	میکروفیلتراسیون	اولترافیلتراسیون	نانوفیلتراسیون	اسمز معکوس
پلیمرها	سرامیک پلی پروپیلن پلی تترافلوراید اتیلن اکریلیک	سرامیک سلولزی پلی سولفون فلوراید	فیلم نازک مواد مرکب کامپوزیت سلولزی پلی سولفون	فیلم نازک مواد مرکب کامپوزیت سلولزی پلی سولفون
محدوده اندازه منافذ (میکرون)	۱ - ۰/۱	۰/۰۱ - ۰/۰۰۱	۰/۰۰۱ - ۰/۰۰۰۱	< ۰/۰۰۰۱
محدوده فشار عملیاتی (بار)	< ۱	۱-۱۰	۲۰-۴۰	۳۰-۶۰
حذف مواد معلق جامد	بله	بله	بله	بله
حذف مواد آلی محلول	بله	بله	بله	بله
حذف مواد غیرآلی محلول	خیر	بله	بله	بله
حذف میکروارگانیسم‌ها	جلبک، باکتری	جلبک، باکتری، ویروس	همه	همه
غلظت دوغاب	بالا	بالا	متوسط	متوسط
مصرف انرژی	پایین	پایین	متوسط رو به پایین	متوسط
توانایی غشاء	بالا	بالا	متوسط	متوسط



در رابطه با انواع فیلتراسیون از نظر فشار تحقیق کرده و در کلاس ارائه نمایید.

صافی‌ها نیز انواع و اقسام مختلف دارند. در نتیجه به روش‌های گوناگونی تقسیم‌بندی شده‌اند، از جمله: صافی‌های ثقیلی، تحت فشار، گریز از مرکز، بیوفیلتر و غشایی (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- انواع فیلترهای ثقیلی، تحت فشار، گریز از مرکز، بیوفیلتر و غشایی

در رابطه با انواع صافی‌های ثقیلی، تحت فشار، سانتریفیوژ، بیوفیلتر و غشایی تحقیق کنید.

تحقیق
کنید



یک نوع دسته‌بندی صافی‌ها، می‌تواند براساس تقسیم‌بندی فاز سیالات عبوری از آنها باشد که به فاز گازی و فاز مایع تقسیم می‌شوند، فاز گازی مانند هوا و گاز طبیعی و فاز مایع مانند روغن، حلال و مواد سوختنی می‌باشند. در یک سامانه از ترکیب چند نوع صافی استفاده می‌شود، مانند موتور خودرو، توربین گازی و مواردی از این قبیل. در صنایع شیمیایی از صافی‌های هوا، روغن و سوخت به‌طور هم‌زمان استفاده می‌شود.

صافی‌های روغن: معمولاً روغن‌ها برای روان‌کاری و کاهش اصطکاک استفاده می‌شوند. هر جا که سطوح در تماس با یکدیگر دارای حرکتی نسبی هستند، روان‌کاری نقش بسیار مهمی در انجام حرکت به شیوه صحیح ایفا می‌کند. روان‌کار، ماده‌ای است که به منظور کاهش اصطکاک بین دو سطحی که نسبت به هم دارای حرکت هستند، استفاده می‌شود و از تماس فلز با فلز دیگر جلوگیری می‌کند.

وظیفه صافی‌های روغن، جداسازی آلودگی‌هایی است که در اثر موارد زیر به روغن وارد شده است:

۱ آلودگی‌هایی که توسط خود سامانه ایجاد می‌شوند. مانند مواد حاصل از سوختن گازهای احتراق حاوی گوگرد، روغن‌سوزی موتور، کیفیت نامطلوب سوخت و روغن، تنظیم نبودن موتور، تجزیه روغن در اثر حرارت و ذراتی که در اثر سایش قطعات فلزی ایجاد شوند.

۲ آلودگی‌هایی که از خارج به سامانه وارد می‌شوند، مانند گرد و خاک، رطوبت و آب، براده‌های جوشکاری، بسته‌بندی نامناسب و حمل‌ونقل نامناسب.

۳ آلودگی‌هایی که توسط افراد وارد سامانه می‌شوند، مانند عدم دقت در تعمیر و نگهداری، تمیز نکردن قطعات در هنگام نصب و عدم رعایت نکاتی که توسط سازندگان توصیه شده است.

دسته‌بندی صافی‌های روغن: صافی‌های روغن بر اساس چگونگی نصب در موتور، به دو دسته اصلی کارتریجی^۱ و پیچی^۲ تقسیم‌بندی می‌شوند.

صافی‌های کارتریجی: عنصر اصلی تصفیه، به همراه قطعات نگه‌دارنده عنصر و واشر آب‌بندی، با هم عرضه می‌شوند و در زمان تعویض صافی فقط عنصر تصفیه، تعویض شده و بقیه قطعات ثابت می‌باشند. صافی‌های کارتریجی معمولاً در جایی که میزان مواد معلق در سیال کمتر از ۱۰۰ ppm باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرند. این صافی‌ها غالباً در بخش‌های پیش تصفیه به کار می‌روند. در این صافی‌ها ذرات موجود در سیال در زمان عبور از صافی در میان مدیای صافی گیر کرده، مایع صافی شده به صورت شفاف از این صافی خارج می‌گردد.

ذرات ریز موجود در سیال در لایه‌های داخلی این صافی‌ها به دام می‌افتند و ذرات درشت‌تر در لایه‌های بیرونی قرار می‌گیرند. این نوع صافی‌ها قدرت جداسازی مواد جامد به قطرهای ۵ تا ۱۰۰ میکرون را دارا می‌باشند.

صافی‌های پیچی: عنصر اصلی تصفیه به همراه بدنه فلزی و سایر متعلقات در یک مجموعه قرار داده شده، در زمان تعویض صافی، کلیه قطعات عوض می‌شوند. در شکل ۱۶، نمونه‌هایی از صافی‌های کارتریجی و پیچی و در شکل ۱۷، یک صافی پیچی با قسمت‌های مختلف آن، نشان داده شده است.



شکل ۱۶- نمونه‌هایی از فیلترهای کارتریجی و پیچی



شکل ۱۷- اجزای مختلف فیلتر پیچی

جنس صافی‌ها

مواد سازنده صافی‌های روغن موتور در طول سالیان تغییر کرده است. صافی‌های اولیه از جنسی شبیه سیم ظرف‌شویی، تورهای فلزی و صفحه‌های فلزی بود. اما بعدها از توده‌های پنبه و یا پارچه‌های بافته شده مانند کتانی در ساخت آنها استفاده گردید. هنگامی که استفاده از صافی‌های روغن یک‌بار مصرف رایج شد، در ساخت آنها از سلولز و کاغذ برای به حداقل رساندن قیمت محصولات استفاده گردید. در نهایت فیلترهای روغن مصنوعی^۱ معرفی شدند که در آنها از نوعی الیاف خاص مصنوعی استفاده می‌شود. فایبرگلاس و پارچه‌های فلزی نیز گاهی اوقات برای ساخت صافی‌های روغن استفاده می‌شوند. امروزه بسیاری از صافی‌های پیچی یک‌بار مصرف و ارزان قیمت روغن موتور از سلولز ساخته می‌شوند. صافی‌های با کیفیت بیشتر روغن موتور نیز از مواد مصنوعی ساخته می‌شوند.

انواع صافی‌های روغن موتور

صافی‌های روغن موتور برحسب نوع جریان به سه نوع اصلی (اولیه)، فرعی (ثانویه) و ترکیبی تقسیم‌بندی می‌شوند.

مشخصات یک صافی روغن ایده‌آل: مهم‌ترین وظیفه یک فیلتر، تصفیه و جداسازی ذرات و ناخالصی‌ها می‌باشد. معمولاً ذرات با قطر ۵ تا ۴۰ میکرون که به صورت معلق در روغن در حال حرکت وجود دارند، بیشترین صدمات را به موتور و قطعات در حال حرکت وارد می‌کنند. زیرا ذرات با قطرهای بزرگ‌تر به دلیل سنگینی، عمدتاً در برگشت روغن در ته ظرف روغن رسوب می‌کنند. قابل ذکر است، ذرات با قطرهای کوچک‌تر از ۵ میکرون در صورتی که از تراکم و تجمع بالایی برخوردار باشند، می‌توانند به قطعات موتور آسیب وارد کنند. لذا یک فیلتر مرغوب و کارآمد باید توانایی جذب این ذرات را به خوبی و با کمترین افت فشار داشته باشد.

۱- Synthetic



طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۲۵ برای فیلترهای روغن، داشتن استانداردهای زیر الزامی است:

- ✓ افت فشار یک فیلتر روغن در دبی اسمی^۱ آن کمتر از ۰/۳ بار باشد.
- ✓ فیلترهای پیچی در برابر ارتعاشات تا ۵۰۰۰۰۰۰ سیکل را تحمل کنند. (به دلیل کسب اطمینان از کارکرد فیلترهای روغن در برابر ارتعاشات حین حرکت خودرو).
- ✓ فیلتر، در برابر ضربه‌های روغن تا ۴۰۰۰۰ سیکل ضربه را تحمل کند. (به دلیل کسب اطمینان از کارایی فیلتر در زمان اولیه روشن شدن موتور، خصوصاً زمانی که روغن سرد است و به محض روشن شدن خودرو، روغن پمپ شده به فیلتر ضربه وارد می‌کند).
- ✓ قابلیت تحمل: فیلتر در برابر فشار هیدرولیکی باید تا سه برابر فشار کارکرد پمپ روغن، توانایی تحمل فشار را داشته باشد.

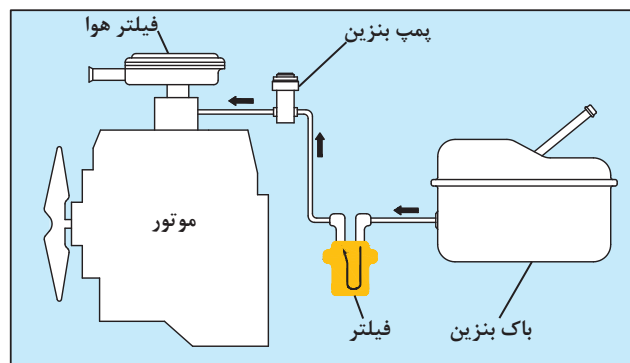
فیلتر هوا

هوا مخلوطی از گازهای مختلف است و در حالت طبیعی از اکسیژن (۲۰٪)، نیتروژن (۷۸٪)، آرگن (۱٪)، کربن‌دی‌اکسید (۰/۳٪) تشکیل شده است. همچنین مقدار جزئی از بعضی گازها مانند هیدروژن و بخار آب در هوا موجود می‌باشند. از طرف دیگر، هوا دارای ذرات خارجی مختلفی است که ممکن است ناشی از یک فرایند طبیعی همچون وزش باد، تبخیر آب دریا، زمین لرزه، فوران آتشفشان‌ها و یا نتیجه فعالیت‌های انسان‌ها، همچون محصولات احتراق از فرایندهای صنعتی باشد.

در صنایع شیمیایی، هوای ورودی به تجهیزات و فضاهای فرایندی باید پاک، عاری از گردوغبار، گازهای خورنده و آلاینده‌های میکروسکوپی باشد. استفاده از فیلترهای هوا باعث می‌شود:

- از آلودگی محصول جلوگیری شود؛
- تجهیزات حساس مانند کمپرسورها، پمپ‌ها، فن‌ها و راکتورها کمتر آسیب ببینند؛
- ایمنی فرایند بالا برود؛
- میزان خوردگی، گرفتگی و افت راندمان کاهش یابد.

همانند شکل ۱۸، مخلوطی از اکسیژن و بنزین به نسبت مشخص، با ورود به محفظه داخلی موتور موجب احتراق شده، در پی آن، حرکت پیستون‌ها را به دنبال دارد. این دو ماده باید عاری از هرگونه مواد زائد و مضر باشند.



شکل ۱۸- نمایی از موقعیت فیلترهای خودرو

۱- دبی اسمی، مقدار دبی است که در شرایط معمولی یا به عبارت دیگر در شرایط کاری پیوسته و متناوب، بدون تجاوز از خطای مجاز وجود داشته باشد.



شکل ۱۹- فیلتر هوای تمیز و کار کرده

برحسب یک بررسی انجام یافته، اگر حدود ۲۲۰ گرم گرد و غبار وارد موتور شود، این آلاینده‌ها می‌توانند باعث خرابی موتور گردند. از طرفی، به ازای مصرف هر لیتر سوخت و احتراق آن در موتور، سه تا چهار هزار لیتر هوا مصرف می‌شود. اینجا است که اهمیت وجود فیلتر هوا در خودرو مشخص‌تر می‌گردد. اگر فیلتر هوا کثیف باشد؛ سه پدیده نامطلوب اتفاق می‌افتد:

✓ کاهش قدرت موتور

✓ افزایش خفگی

✓ افزایش استهلاک موتور

فیلترهای هوا معمولاً یک‌بار مصرف بوده، ملاک تعیین عمر مفید آنها؛ افت فشار سیال در طرفین آن است. شکل ۱۹، مقایسه دو صافی هوای تمیز و کارکرده را نشان می‌دهد.



شکل ۲۰- فیلتر سوخت

فیلتر سوخت

در صنایع شیمیایی، فیلتر سوخت فقط مخصوص خودرو یا موتور نیست؛ بلکه در بسیاری از تجهیزات فرایندی که با گاز طبیعی و سوخت مایع (بنزین، نفت سفید، گازوئیل، مازوت، سوخت‌های صنعتی و حلال‌های قابل اشتعال) کار می‌کنند، نقش مهم و حیاتی دارد (شکل ۲۰).

کاربردهای فیلتر سوخت در صنایع شیمیایی

۱- **محافظت از مشعل‌ها^۱ و بویلرها:** در صنایع شیمیایی، بسیاری از دیگ‌های بخار، گرمکن‌ها و کوره‌ها با گازوئیل، مازوت یا نفت کار می‌کنند. فیلتر سوخت باعث می‌شود رسوبات و ناخالصی وارد نازل مشعل نشود، شعله یکنواخت و کامل بسوزد، از خام‌سوزی و دود جلوگیری شود و عمر نازل و پمپ سوخت افزایش یابد.

۲- **استفاده در ژنراتورها و سامانه‌های برق اضطراری:** کارخانه‌های شیمیایی معمولاً ژنراتورهای دیزلی دارند. فیلتر سوخت در این تجهیزات از خرابی انژکتور، از کاهش بهره‌وری موتور و از گیرپاژ پمپ انژکتور جلوگیری می‌کند.

۳- **کاربرد در کمپرسورهای گاز و هوای فشرده:** فیلتر باعث جلوگیری از آلودگی سوخت، کارکرد پایدار موتور کمپرسور، کاهش لرزش و توقف ناگهانی می‌شود.

۴- **محافظت از پمپ‌های سوخت و خطوط انتقال:** در واحدهای سوخت‌رسانی داخلی کارخانه‌ها، پمپ‌های انتقال گازوئیل، همگی قبل از ورود سوخت به سامانه‌های حساس، نیاز به فیلتر دارند.

۵- **جلوگیری از آلودگی حلال‌ها و مواد قابل اشتعال:** در برخی فرایندهای شیمیایی، سوخت‌ها و حلال‌های سبک مثل نفتا، ایزوهگزان، تولوئن برای گرمایش، سوختن یا فرایندهای خاص استفاده می‌شوند. فیلتر سوخت از ورود ذرات جامد به راکتورها، مشعل‌ها، پمپ‌های حلال، سامانه‌های اسپری و تزریق جلوگیری می‌کند.

۶- **نقش در واحدهای ذخیره‌سازی:** در مخازن صنایع شیمیایی، فیلترها در خروجی مخزن، ورودی به خطوط انتقال، قبل از پمپ‌های سوخت و قبل از مشعل‌ها نصب می‌شوند تا آب، شن، لجن، زنگ‌زدگی و رسوبات آلی حذف شوند.

۷- **افزایش ایمنی و کاهش خطر انفجار:** فیلتر سوخت با حذف آلودگی‌ها، سوختن پایدار و قابل کنترل ایجاد می‌کند.

در مجموع در صنایع شیمیایی، فیلتر سوخت وظیفه دارد:

- محافظت از تجهیزات احتراقی (بویلر، کوره، گرمکن)؛
- محافظت از موتورهای دیزلی و ژنراتورها؛
- جلوگیری از خرابی پمپ‌های سوخت؛
- پاک‌سازی سوخت در مخازن و خطوط انتقال؛
- افزایش ایمنی و جلوگیری از سوختن ناقص؛
- افزایش بهره‌وری و کاهش مصرف سوخت.

پرسش



۱ همراه با شکل ساده، کلمات زیر را تعریف کنید:

الف) فیلتر ب) فیلتراسیون پ) دوغاب ت) کیک فیلتر ث) صافاب

۲ تفاوت فیلتراسیون سطحی و عمقی در چیست؟

۳ ترتیب انواع فیلتراسیون را بر حسب اندازه‌های حفره‌های مدیای آنها بنویسید.

۴ با رسم شکل ساده، تفاوت پدیده‌های اسمز و اسمز معکوس را نشان دهید.

۵ تفاوت‌ها و شباهت‌های فیلتر کارتریجی و پیچی را در جدولی خلاصه کنید.

۶ در خودروهای خاص، از چه نوع فیلتری استفاده می‌شود؟ چرا؟

ارزشیابی شایستگی پایش صافی‌ها

شرح کار:

- انواع صافی‌ها را بشناسد.
- کاربرد انواع صافی‌ها را بداند.
- انواع روش‌های صاف کردن را بداند.

استاندارد عملکرد:

شناسایی صافی و اجزای آن

شاخص‌ها:

- در هنگام انجام دادن کار مسائل ایمنی را رعایت کند.
- انجام دادن کار طبق دستورالعمل

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه و آزمایشگاه

زمان: یک جلسه آموزشی

ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی، ابزار برای ساخت و شناخت صافی‌ها

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	شناخت صافی‌ها	۱	
۲	کاربرد صافی‌ها	۲	
۳	انواع روش‌های صاف کردن	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: * ایمنی: انجام دادن کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: صرفه جویی در مصرف مواد و تجهیزات برای ساخت صافی‌ها توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام دادن کار بدون ریخت و پاش شایستگی‌های غیرفنی: اخلاق حرفه‌ای، مدیریت منابع، محاسبه و کار بست ریاضی، مستندسازی، گزارش نویسی	۲	
میانگین نمرات **			

* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

واحد یادگیری ۲

سرویس صافی‌ها

مقدمه

صافی‌ها و فیلترها از اجزای اساسی در سیستم‌های صنعتی به‌شمار می‌آیند که نقش مهمی در حذف ذرات ناخواسته و حفاظت از تجهیزات ایفا می‌کنند. عملکرد صحیح این تجهیزات تأثیر مستقیمی بر کیفیت فرایند، افزایش عمر دستگاه‌ها و کاهش خرابی‌های ناگهانی دارد. آشنایی با انواع صافی‌ها و فیلترها و نحوه عملکرد آنها، پیش‌نیاز بهره‌برداری ایمن و بهینه از سامانه‌ها است. در ادامه به اصول و روش‌های سرویس و نگهداری صافی‌ها پرداخته می‌شود.

استاندارد عملکرد

اندازه‌گیری افت فشار در صافی‌ها و تمیزکاری یا تعویض صافی‌ها مطابق روش کار

شایستگی‌های غیر فنی

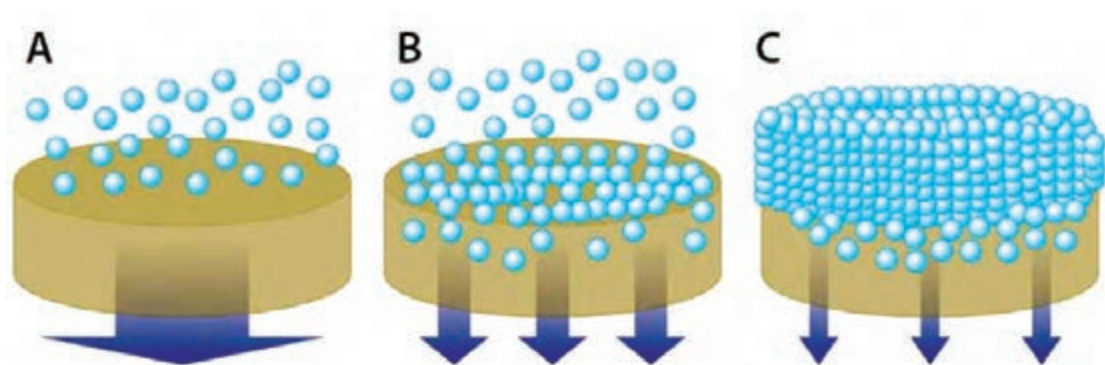
- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت‌شناسی، انجام دادن وظایف و کارهای محول – پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع، مدیریت مؤثر زمان، استفاده صحیح از مواد و تجهیزات
- ۳ کار تیمی: حضور فعال در فعالیت‌های گروهی، انجام دادن کارها و وظایف سپرده شده
- ۴ مستندسازی: گزارش‌نویسی فعالیت‌های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

شایستگی‌های فنی

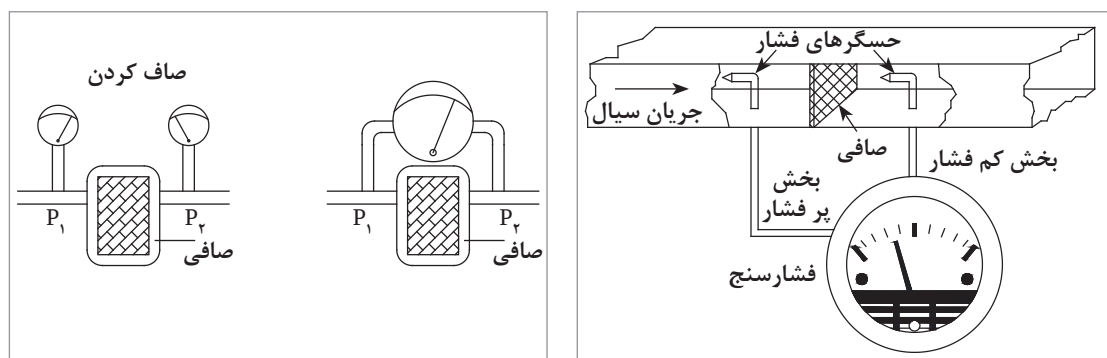
- ۱ تعیین افت فشار در صافی‌ها
- ۲ تمیزکاری صافی‌ها
- ۳ تعویض صافی‌ها

افت فشار در فیلترها

با کارکرد فیلتر و به دلیل تجمع ذرات جامد در داخل و بر روی پارچه فیلتر (مدیا)، تغییر فشار سیال در دو طرف آن امری کاملاً طبیعی است (شکل ۲۱). هر چقدر میزان ذرات جمع شده بیشتر و متراکم‌تر باشد، افت فشار ایجاد شده بیشتر خواهد بود. ایجاد اختلاف فشار در زمان کارکرد فیلتر، نشانه‌ای از صحیح بودن عملیات فیلتراسیون است (شکل ۲۲). چنانچه در فیلترها پس از مدت معمول، اختلاف فشار به وجود نیاید، ممکن است عنصرهای فیلتر نصب نشده باشند، یا دستگاه اندازه‌گیری اختلاف فشار به‌طور معکوس نصب گردیده باشد و یا فیلترها پاره شده باشند.

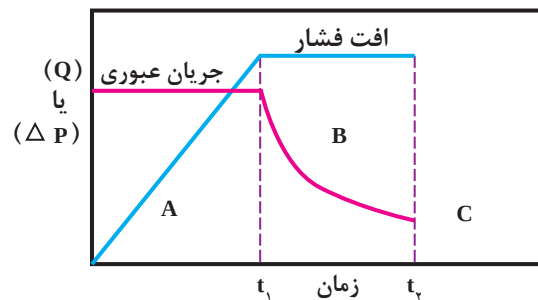


شکل ۲۱- تجمع ذرات جامد بر روی پارچه فیلتر



شکل ۲۲- ایجاد افت فشار در دو طرف فیلتر

در شکل ۲۳، تغییرات افت فشار و میزان جریان عبوری از فیلتر با گذر زمان نشان داده شده است. بنابراین افت فشار یکی از عوامل اصلی مؤثر بر چگونگی فرایند فیلتراسیون است.



شکل ۲۳- تغییرات افت فشار و میزان جریان عبوری از فیلتر با گذر زمان

هر چقدر افت فشار ایجاد شده در طی فرایند فیلتراسیون کمتر باشد، فیلتر مناسب‌تر خواهد بود. به‌طور کلی عوامل مؤثر بر فرایند فیلتراسیون عبارت‌اند از:

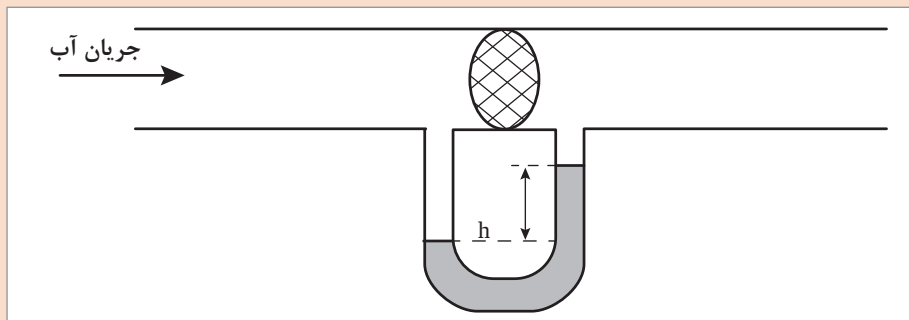
- ۱ مساحت مفید سطح فیلتر؛
- ۲ افت فشار؛
- ۳ گران‌روی سیال صاف شده؛
- ۴ مقاومت فیلتر در مقابل ذرات جمع شده بر روی آن (کیک فیلتر).

ساخت مجموعه فیلتراسیون به همراه مانومتر

به این منظور با امکانات موجود در کارگاه و آزمایشگاه هنرستان خود سعی کنید مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید:

- ✓ یک مانومتر U شکل مدرج تهیه کنید.
- ✓ یک مجموعه از صافی‌ها (خط لوله حاوی فیلتر، صافی بوختر یا ...) را که کارایی نصب مانومتر بر روی آنها وجود داشته باشد، فراهم کنید.
- ✓ یک سمت مانومتر را قبل از فیلتر و سر دیگر آن را بعد از آن نصب کنید.

دقت کنید که اتصالات شما نشتی نداشته باشند. به این ترتیب توانسته‌اید یک مجموعه فیلتراسیون به همراه مانومتر بسازید.



مجموعه فیلتراسیون به همراه مانومتر





تعیین اختلاف فشار حاصل از تصفیه یک نمونه از سیال آلوده

برای انجام این فعالیت، مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید:
یک نمونه آب گل آلود تهیه کنید.

✓ به روش دستی و یا با استفاده از یک پمپ کوچک، آب آلوده را به فیلتر ساخته شده در فعالیت ۳ منتقل کنید.

✓ فشار دو طرف فیلتر را با گذر زمان (حدود یک ساعت) در جدول زیر یادداشت کنید.

✓ اطلاعات خواسته شده در جدول را کامل کنید.

✓ نمودار تغییرات افت فشار بر حسب زمان را رسم کنید.

چه نتیجه‌ای از این نمودار می‌گیرید؟

ردیف	فشار قبل از فیلتر	فشار بعد از فیلتر	اختلاف فشار	زمان
				s
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
۶				



به نظر شما، چرا باید فیلترها را تمیز کرد؟

راه اندازی فیلتر جدید

هماهنگی با اتاق فرمان، به منظور راه اندازی فیلتر جدید

از وظایف متصدیان واحد در محوطه آن، بازدید افت فشار صافی‌ها می‌باشد. هرگاه افت فشار دو سر یک فیلتر به حد معینی برسد، نشان می‌دهد که فیلتر موجود باید با یک فیلتر جدید جایگزین شود. در مجتمع‌ها و صنایع بزرگ، این کار باید با هماهنگی اتاق فرمان^۱ انجام شود. لذا، پس از تماس با متصدی مربوطه در اتاق فرمان (به وسیله تلفن ثابت یا بی‌سیم)، او را در جریان لزوم تعویض فیلتر می‌گذارند. او اکنون باید مراقبت کند که جریان عبور کننده از این فیلتر، و ادوات فرایندی قبل یا بعد از آن، در مدت تعویض فیلتر، دچار تغییرات شدیدی نشوند. او در صورت لزوم، باید تأثیرات احتمالی این تغییرات را بر فرایند جبران کند. در برخی از موارد نیز ممکن است متصدی مربوطه ناچار گردد که جریان خوراک فرایندی را به طور موقت کاهش دهد (شکل ۲۴).

^۱ - Control Room



شکل ۲۴- نمایی از اتاق فرمان واحد

مجوز گیری

برای انجام هر کاری در صنایع بایستی مجوز^۱ لازم گرفته شود. انواع مجوزهای کار به دو دسته مجوز گرم و سرد تقسیم‌بندی می‌شوند.

کار گرم: عبارت‌است از انجام کاری که شعله مورد استفاده یا حرارت و جرقه ایجاد شده در آن کار؛ به اندازه‌ای باشد که باعث اشتعال مایعات، بخارها و گازهای قابل احتراق و هر ماده سوختنی دیگر بشود. موارد زیر شامل نمونه‌هایی از کارهای گرم هستند که برای انجام آنها؛ حتماً باید اجازه کار گرم توسط مسئولین مربوطه تنظیم و تأیید گردد.

- ۱ جوش کاری لوله‌ها و مخازن مایعات قابل اشتعال
 - ۲ استفاده از لوازم و دستگاه‌های برقی که ضد انفجار نیستند.
 - ۳ جوش کاری در محوطه‌های حاوی مواد منفجره و محترقه
 - ۴ جوش کاری و برش کاری در محوطه انبارهای مواد قابل اشتعال و کلیه زاغه‌های مواد منفجره و کارگاه‌هایی که مواد شیمیایی قابل اشتعال تولید یا مصرف می‌کنند
 - ۵ جوش کاری و برش کاری در محل نگهداری پرونده‌ها (کارگزینی‌ها) و کتابخانه‌ها
 - ۶ استفاده از شعله باز بخاری برقی روباز در محوطه ممنوع
 - ۷ به کارگیری ماشین‌ها با موتورهای بنزینی و یا گازوئیلی در انبارها و یا کارگاه‌های حاوی مواد قابل اشتعال و...
- کار سرد:** به کاری اطلاق می‌گردد که در انجام آن از حرارت استفاده نمی‌شود، ولی شیوه انجام کار به گونه‌ای است که به دلیل احتمال وارد آوردن صدمات فیزیکی نظیر ضربه، اصطکاک و همچنین وجود گاز، گرد و غبار، مواد قابل اشتعال و انفجار و نیز وجود گازهای سمی، کار را مخاطره‌آمیز می‌سازد.

- ۱ عملیات بارگیری، حمل و نقل و جابه‌جایی مواد منفجره و محترقه
- ۲ تمیز کردن و تعمیر دستگاه‌ها، ظروف تحت فشار، لوله‌ها و وسایل به کار رفته در مراکزی مانند؛ زاغه‌های مهمات، مخازن مواد شیمیایی، حمام‌های آب کاری، لوله‌های حاوی مواد سمی، کانال‌های عبور فاضلاب و مخازن تولید مواد شیمیایی
- ۳ ورود به زاغه‌های مهمات، چاه‌های فاضلاب، کانال‌های عبور فاضلاب و مخازن مواد شیمیایی.

۱- Permit



تعویض فیلتر، نیازمند مجوزهای کار سرد می‌باشد. نمونه‌ای از این نوع مجوز در جدول ۲ آورده شده است.



✓ کارهای سردی که جزء فعالیت جاری کارگاه‌ها و یا بخش‌های صنعت بوده، دارای ضوابط و مقررات خاص ایمنی می‌باشند و به‌طور مستمر انجام می‌شود، از زمره این مقررات خارج خواهد بود و تشخیص این امر به عهده واحد ایمنی و بهداشت کار صنعت می‌باشد.

✓ مادامی که کار سرد در محوطه مخازن و یا ظروف مخاطره‌آمیز در دست انجام است، باید حداقل یک نفر را مأمور کرد که در شرایط اضطراری همواره آماده کمک و نجات کارکنان مشغول به کار سرد باشد.

جدول ۲- مجوز کار سرد

اجازه کار سرد						تاریخ:	
شماره:							
مدت اعتبار		از ساعت:		محل کار:			
		تا ساعت:		نوع کار:			
وسایل (مخزن - برج - ظرف - کوره - کمپرسور - تلمبه و...)							
شرح کار سرد:							
شرایط مورد بازرسی:							
بلی		خیر		چرا خیر؟		۶- آزمایش گازها:	
						۱- آیا وسایل کاملاً تخلیه شده‌اند؟	
						۲- آیا وسایل با بخار آب شسته شده‌اند؟	
						۳- آیا منبع نیروی برق وسایل قطع شده تا بلوی خطر روی کلید و فیوز نصب شده است؟	
						۴- آیا از کلید نقاطی که ممکن است گاز، بخار یا مواد نفتی داخل وسایل شود، بازرسی گردیده و ارتباط آنها قطع شده است؟	
						۵- آیا مواردی وجود دارد که انجام این کار را به خطر اندازد؟ در صورت مثبت بودن اقدامات احتیاطی در قسمت مخصوص قید شود.	
۷- وسایل استحضاطی ویژه:							
☐ لازم نیست ☐ عینک ایمنی ☐ دستگاه‌های تنفسی هوای فشرده ☐ دستگاه تنفسی هوای واحد ☐ نقاب صورت ☐ دستکش مخصوص مواد شیمیایی ☐ لباس مواد شیمیایی ☐ سایر وسایل							
۸- احتیاط‌های لازم:							
۹- محوطه برای انجام کار سرد آماده است و محل کار را به مسئول اجرای کار نشان داده‌ام.				نام و امضای مسئول سرکارگران یا مسئول نوبت کاری واحد:			
۱۰- کلیه شرایط بالا را شخصاً بازرسی کرده و محوطه را برای انجام این کار کاملاً ایمن می‌دانم.				نام و امضای مسئول نوبت کاری واحد یا مسئول محوطه:			
۱۱- از روش‌های احتیاطی مورد لزوم کاملاً آگاهم و پس از پایان کار مسئول محوطه را مطلع می‌نمایم.				نام و امضای مسئول اجرای کار:		نام و امضای نماینده پیمانکار:	
کار فوق‌الذکر در ساعت تکمیل و به مسئول محوطه تحویل گردید. نام و امضای مجری کار:							
مسئولیت هرگونه پیشامدی در رابطه با این پروانه کار به‌عهده امضاکنندگان فوق می‌باشد. توزیع نسخ:							
۱- مجری کار (مشکی)		۲- مسئول محوطه (آبی):		۳- مسئول اجرای کار (زرد)			



- تهیه مجوز کار سرد
- هر گروه از هنرجویان قبل از شروع به کار در کارگاه هنرستان، یک نمونه مجوز کار سرد تهیه کند.
- مجوزهای تهیه شده توسط گروه‌های هنرجویان در کلاس مقایسه شوند.

تمیزکاری و تعویض صافی‌ها



اگر فیلترها را تمیزکاری نکنیم، چه اتفاقاتی ممکن است، بیفتد؟

عمر مفید فیلترها

میزان کارکرد و عمر مفید یک فیلتر صنعتی طبق استاندارد (ملی ۳۴ و ۲۵۲۵) با تعیین حد معینی از افت فشار مشخص می‌شود. برای فیلترهای دارای سوپاپ اطمینان، زمانی که افت فشار تا ۰/۶۵ bar افزایش یابد، فیلتر قابل استفاده می‌باشد و بعد از آن غیرقابل مصرف است. برای فیلتر بدون سوپاپ اطمینان مقدار فوق ۰/۵۵bar تعیین شده است.

در مورد فیلترهای معمولی مانند فیلترهای خانگی، خودرو و ... عمر مفید آنها از طرف سازندگان تعیین شده است که پس از سپری شدن آن دوره، صافی‌ها، باید تعویض و یا تمیز شوند. فرایندهای تمیز کردن فیلترها و دوره کاربرد هر صافی پس از تمیز شدن، از مسائل مهمی هستند که باید به آنها توجه کرد. در یک نگاه کلی به فرایندهای تمیزکاری فیلترها، می‌توان آنها را به سه دسته کلی فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و حرارتی تقسیم‌بندی کرد. هر کدام از این تقسیم‌بندی‌ها می‌توانند به دسته‌بندی‌های کوچک‌تری تقسیم شوند.

(الف) فرایند تمیزکاری فیزیکی: این فرایند شامل روش‌های شست‌وشوی جریان معکوس و استفاده از کمپرسور هوا است.

(ب) فرایند تمیزکاری شیمیایی: این فرایند شامل روش‌های استفاده از حلال‌ها، فرایند تمیزکاری قلیایی و فرایند تمیزکاری اسیدی است.

(ب) ۱- فرایند تمیزکاری با استفاده از حلال‌ها: در گذشته استفاده از حلال‌ها در فرایند تمیزکاری بسیار مرسوم بود ولی در حال حاضر با توجه به پیشرفت‌های صورت گرفته در فرایندهای تمیزکاری فیلترها، استفاده از حلال‌ها تقریباً منسوخ شده است. از طرف دیگر به دلیل قیمت زیاد این حلال‌ها و مشکلات زیست‌محیطی و ایمنی محیط کار، استفاده از حلال به‌عنوان یک فرایند تمیزکاری روش مناسبی نمی‌باشد.

(ب) ۲- فرایند تمیزکاری با مواد قلیایی: فرایندهای شست‌وشوی قلیایی را در بعضی موارد همراه با سامانه فراصوت و در بعضی موارد بدون آن مورد استفاده قرار می‌دهند. هرچند که در سامانه‌های جدید تمیزکاری، میزان وابستگی به این فناوری بسیار کاهش یافته است.

(ب) ۳- فرایند تمیزکاری با مواد اسیدی: با در نظر گرفتن دیدگاه تمیزکاری شیمیایی، متوجه می‌شویم که در بعضی موارد ناچار به استفاده از سامانه‌های اسیدی برای تمیزکاری هستیم، به عبارت دیگر با توجه به نوع ناخالصی‌های باقی‌مانده در فیلتر، در موارد خاصی باید از شست‌وشوی اسیدی برای تمیز کردن آن استفاده کنیم.

(ج) فرایند تمیزکاری حرارتی: سامانه‌های تمیز کردن حرارتی عبارت‌اند از: سامانه‌های بستر سیال، سامانه‌های با حمام نمک مذاب، سامانه‌های آب‌کافت^۱، سامانه‌های پیرولیز^۲ (تجزیه در اثر حرارت) و (دی‌کام)^۳. فرایند

تمیزکاری دی‌کام یک سامانه جدید تمیزکاری است که به‌عنوان جایگزینی برای سامانه‌های تمیزکاری شیمیایی و حرارتی مطرح شده است. در این سامانه از بخار فوق گرم^۱ برای تمیزکاری استفاده می‌شود (شکل ۲۵).



شکل ۲۵- فرایند تمیزکاری دی‌کام

به‌طور کلی زمان مناسب تمیزکاری یا تعویض فیلتر با توجه به عوامل زیر تعیین می‌شود:

- ✓ کاهش کارایی فیلتر
- ✓ خصوصیات ظاهری و کثیفی فیلتر
- ✓ افت فشار نامطلوب
- ✓ کاهش دبی سیال خروجی
- ✓ زمان پیشنهادی شرکت سازنده
- ✓ گرم شدن بیش از حد دستگاه
- ✓ صدای ناهنجار

در بعضی موارد، دیدگاه افراد بسیار متفاوت است. به گونه‌ای که حتی از فرایند تمیز کردن صافی، انتظار بهبود و اصلاح عملکرد صافی‌هایی را دارند که یا درست طراحی نشده‌اند و یا بر اثر استفاده مداوم و بسیار زیاد مستهلک شده‌اند. در گذشته، سرعت تغییر و تحول در فناوری‌های تمیز کردن فیلترها در مقایسه با سایر فرایندها بسیار کند بود. در حالی که انتظار می‌رود در آینده‌ای نه‌چندان دور به دلیل اعمال فشار از سوی استانداردهای زیست‌محیطی، استانداردهای ایمنی کار و همچنین هزینه‌های تولید، این فناوری‌ها دچار تغییر و تحول اساسی شوند.

بیشتر
بدانید



نکته



کوچک‌ترین سوراخ یا پارگی در فیلتر هوا آن را بی‌مصرف خواهد کرد.

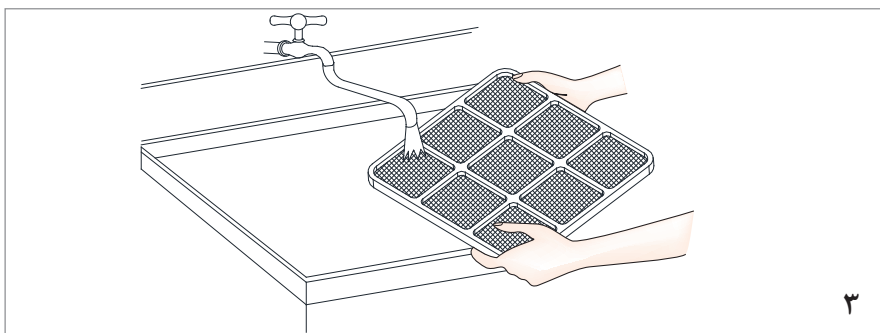
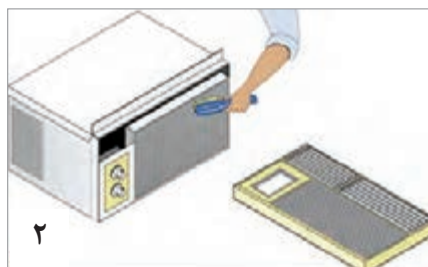
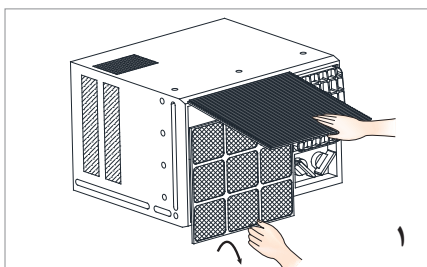


شکل ۲۶- چگونگی تمیز کردن فیلتر با فشار هوا و آب

در صورتی که می‌خواهید یک صافی هوا مانند صافی هوای خودرو را با فشار باد تمیز کنید، حتماً این کار را باید در جهت خلاف ورود هوای فیلتر به موتور انجام دهید (شکل ۲۶). در صورت عدم رعایت پیشنهاد فوق، ذرات گرد و غبار، بیشتر در منافذ فرو می‌روند و از آن جدا نخواهند شد. برای تمیز کردن فیلتر هوا می‌توانید مانند مراحل شکل ۲۷ عمل کنید.

باز کردن فیلتر هوا

در صورت نیاز، کشیدن برس نرم برای زدودن گرد و غبار



شست‌وشو با آب ولرم

شکل ۲۷- مراحل تمیز کردن فیلتر هوا

تمیزکاری فیلتر روغن

فیلترهای روغن نیز مانند فیلترهای دیگر به مرور کثیف شده، باید تمیزکاری و یا تعویض شوند. در این مورد به دلیل کثیفی بیش از حد آنها، اولویت در تعویض فیلتر روغن است (شکل ۲۸). مواردی که در هنگام تعویض فیلترهای روغن باید انجام شود، عبارت‌اند از:

۱ از کار خارج کردن فیلتر کارکرده؛

۲ کاهش فشار فیلتر روغن با باز کردن مسیر انتهایی آن؛

۳ تخلیه محفظه فیلتر با استفاده از شیر مخصوص؛

۴ تمیز کردن داخل محفظه فیلتر؛

۵ نصب فیلتر جدید و تخلیه هوا؛

۶ هواگیری محفظه فیلتر با باز کردن مسیر ورودی روغن.

در سامانه‌هایی که روان‌کاری می‌شوند، نکات زیر را همواره مورد توجه قرار دهید:

۱ از فیلترهای جریان کامل که مشخصات ارائه شده توسط سازندگان ماشین‌آلات را دارا می‌باشند، استفاده کنید.

۲ فیلتر جریان کامل را در زمان پیشنهاد شده توسط سازنده آن و یا حتی قبل

از آن، خصوصاً زمانی که فیلتر در فضای غبار آلود کار می‌کند، تعویض کنید.

۳ برای دستیابی به طول عمر بیشتر فیلتر، هرگز از فیلترهایی که توسط ذرات

درشت پر شده‌اند، استفاده نکنید.

۴ هرگز روغن را بدون تعویض فیلتر، عوض نکنید. اگر مجبور هستید که بین

تعویض روغن و تعویض فیلتر جریان کامل یکی را انتخاب کنید، حتماً تعویض

فیلتر را انتخاب کنید.



شکل ۲۸- فیلتر روغن مستعمل

نکته ایمنی



چنانچه فیلتر کثیف به موقع عوض نشود، جریان عبور روغن به اندازه کافی نخواهد بود. بنابراین سوپاپ اطمینان فیلتر باز شده، کمبود روغن مورد نیاز موتور، به صورت روغنی تصفیه نشده جبران می‌شود، که در بلند مدت، کاهش عمر موتور را به دنبال خواهد داشت.

تمیزکاری فیلتر سوخت

تعویض به موقع فیلتر یا فیلترهای سوخت، غالباً فراموش می‌گردد، یا به موقع انجام نمی‌پذیرد. این موضوع باعث مشکلات زیر می‌گردد:

۱ فشار مضاعف به پمپ سوخت؛

۲ دیر روشن شدن خودرو؛

۳ افت کارایی موتور؛

۴ مکث موتور هنگام شتاب‌گیری.



شکل ۲۹- یک نمونه فیلتر اولیه سوخت

بنابراین تعویض یک‌بار در سال فیلتر بنزین، به عنوان اصلی مهم در نگه‌داری خودرو، تضمین‌کننده کاهش خطر مسدود شدن فیلتر بنزین است.

تعویض صافی های صنعتی

صنایع مختلف شامل فرایندهای گوناگونی همراه با تجهیزات متفاوت هستند. تمیزکاری فیلترهای صنعتی مشابه فیلترهای معمولی است، ولی به دلیل تأثیرگذاری عملکرد هر دستگاه بر روی سایر تجهیزات، تمیزکاری یا تعویض این گونه فیلترها از حساسیت بیشتری برخوردار بوده، باید با دقت و ملاحظات خاصی صورت گیرد. به عنوان مثال پمپ های خلأ روغنی معمولاً هر ۸۰۰ ساعت کارکرد، نیاز به یک بازدید اولیه (تعویض فیلتر روغن، فیلتر غبارگیر و تعویض روغن) دارند. این میزان، یک زمان متعارف و نسبی برای انجام بازدید پمپ خلأ است و با توجه به نوع کاربری و شرایط به کارگیری پمپ خلأ، این زمان متغیر است. در طراحی اولیه توربین های گاز، سعی می شود تا با به کارگیری مسیرهای مناسب، یک سامانه فیلتر با افت فشار ناچیز ساخته شود.

در شرایط عملیاتی نیز کارکنان بهره بردار باید با بازدید و تنظیم افت فشار فیلتراسیون هوای ورودی، افت فشارهای موجود را در حد امکان کاهش دهند.

شست و شوی فیلتر توربین گازی با هوا، سامانه ای مؤثر و به نسبت کم هزینه است. در این سامانه، حسگرهای فشار، میزان افت فشار ناشی از قسمت های مختلف فیلتر را حس کرده، بنا به تنظیم انجام شده، با افزایش فشار بیشتر از حد خاصی، با باز شدن شیر سامانه، هوای فشرده، شست و شوی فیلتر انجام می گیرد.

فعالیت
کارگاهی



تمیزکاری یک نمونه فیلتر

با اجازه و راهنمایی هنرآموز خود، فیلترهای هواکش آزمایشگاهی، بیولوژیکی، جاروبرقی، شارژی، یخچالی، تصفیه آب، ... و دیگر موارد موجود در کارگاه و آزمایشگاه هنرستان خود را با روش های تخلیه کردن، تکان دادن، شست و شو با آب، تمیزکاری با کمپرسور هوا، ... و سایر موارد تمیزکاری کنید.



فعالیت
کارگاهی



تعویض فیلترهای موجود در کارگاه

با اجازه و راهنمایی هنرآموز خود، فیلترهای هواکش آزمایشگاهی، بیولوژیکی، جاروبرقی، شارژی، یخچالی، تصفیه آب، ... و دیگر موارد موجود در کارگاه و آزمایشگاه هنرستان خود را تعویض کنید.



بازدید از مراکز تمیزکاری و تعویض فیلترها

با اجازه و راهنمایی هنرآموز خود فعالیت‌های زیر را انجام دهید:

- ۱ از یک مرکز تعمیراتی مانند یک تعمیرگاه خودرو، آب شیرین کن و ... در زمان تعویض و یا تمیزکاری فیلترهای وسایل، بازدید کنید.
- ۲ با تعمیرکاران لوازم خانگی و صنعتی در زمینه صافی و فیلتراسیون، گفت‌گو کرده، از آنها کسب تجربه کنید.



از طریق گروه‌های کلاسی در زمینه‌های معرفی شده زیر، تحقیقی به عمل آورده، آن را در کلاس ارائه کنید.

- ✓ کاربرد انواع فیلتراسیون
- ✓ کاغذ صافی آزمایشگاهی
- ✓ صافی‌های پارچه‌ای
- ✓ صافی‌های جاروبرقی
- ✓ صافی هوای قابل استفاده در کارگاه و آزمایشگاه
- ✓ هواکش آزمایشگاهی و بیولوژیکی
- ✓ صافی یخچال
- ✓ صافی لوازم خانگی



- ۱ دلیل ایجاد افت فشار در صافی‌ها را با رسم شکل توضیح دهید.
- ۲ منظور از کار گرم و سرد چیست؟
- ۳ فرایند تمیزکاری شیمیایی به چند رشته تقسیم‌بندی می‌شود؟
- ۴ تفاوت تمیزکاری‌های شیمیایی، فیزیکی و حرارتی را بنویسید.
- ۵ زمان مناسب تمیزکاری یا تعویض صافی، به چه عامل‌هایی بستگی دارد؟

ارزشیابی شایستگی سرویس صافی‌ها

شرح کار:

- آموزش تمیزکاری فیزیکی صافی‌ها
- آموزش تمیزکاری شیمیایی صافی‌ها
- هنگام کار مراقب باشد که دستگاه‌ها و تجهیزات صدمه نبینند.
- آشنایی با تعویض صافی‌ها

استاندارد عملکرد:

اندازه‌گیری افت فشار در صافی‌ها و تمیزکاری یا تعویض

شاخص‌ها:

- رعایت مسائل ایمنی در هنگام انجام دادن کار
- انجام کارها طبق دستور کار

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه و آزمایشگاه

زمان: یک جلسه آموزشی

ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی، دستگاه‌های کاهش اندازه مواد، مخلوط‌کن‌های آزمایشگاهی، سانتریفیوژها

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنجار
۱	تعیین افت فشار در صافی‌ها	۲	
۲	تمیزکاری صافی‌ها	۲	
۳	تعویض صافی‌ها	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی: انجام دادن کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: صرفه‌جویی در مصرف مواد اولیه در هنگام کار با دستگاه‌های مخلوط‌کن و سانتریفیوژها و دستگاه‌های کاهش اندازه مواد و دقت در انجام کار توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام دادن کار بدون ریخت و پاش شایستگی‌های غیرفنی: اخلاق حرفه‌ای، مدیریت منابع، محاسبه کار بست ریاضی، مستندسازی، گزارش‌نویسی	۲	
	میانگین نمرات**		

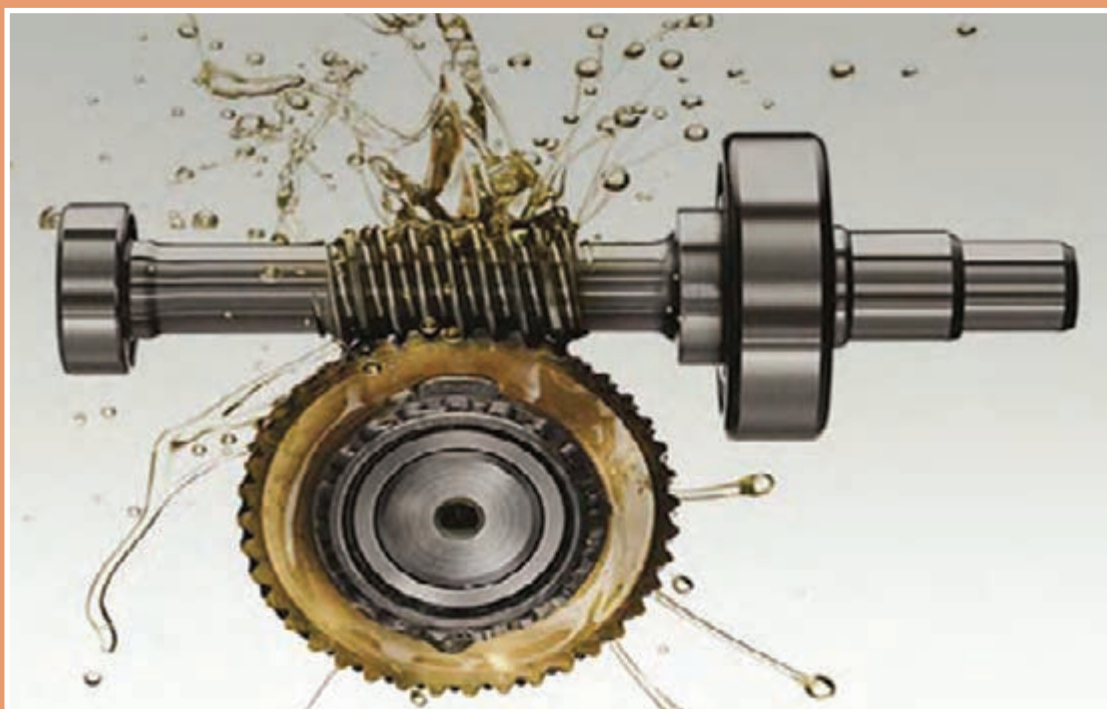
* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنجار برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.



پودمان ۴

روانکاری تجهیزات



توجه به روانکاری تجهیزات، تأثیر بسزایی در کاهش مصرف انرژی و هزینه‌ها خواهد داشت.

واحد یادگیری ۱

تهیه روانکارها

مقدمه

روانکاری به عنوان علم تسهیل حرکت نسبی سطوح در تماس با یکدیگر تعریف شده است. روان کننده ماده‌ای است که برای کاهش اصطکاک بین دو سطح، در بین آنها قرار می‌گیرد. روانکاری تجهیزات، افزایش عمر مفید دستگاه‌ها، کاهش مصرف انرژی و هزینه‌ها را در پی دارد. در این واحد یادگیری با اصول روانکاری، انواع روانکار و تهیه چند نمونه روانکار آشنا می‌شوید.

استاندارد عملکرد

تهیه چند نمونه روانکار طبق دستورالعمل

شایستگی‌های غیر فنی

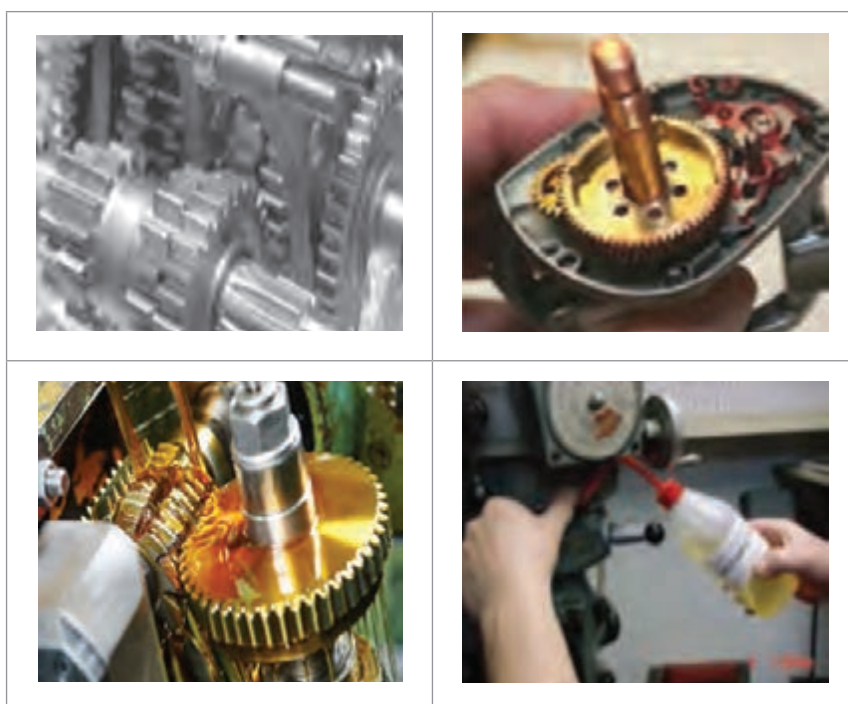
- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت‌شناسی، انجام دادن وظایف و کارهای محول، پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع، مدیریت مؤثر زمان، استفاده صحیح از مواد و تجهیزات
- ۳ کار تیمی: حضوری فعال در فعالیت‌های گروهی، انجام دادن کارها و وظایف سپرده شده
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت‌های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

شایستگی‌های فنی

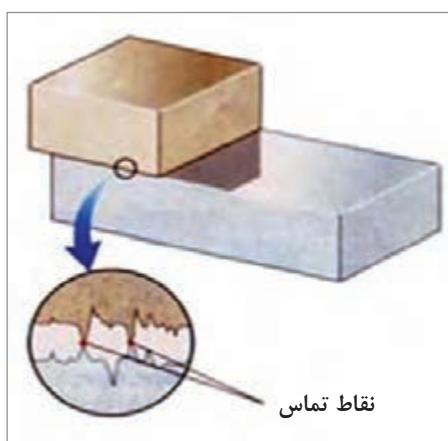
- ۱ اصول روانکاری
- ۲ انواع روانکار
- ۳ تهیه چند نوع روانکار



آیا تاکنون از باز و بسته شدن یک درِ فلزی، به دلیل صدای ناخوشایند آن آزرده شده‌اید؟ به نظر شما، راه‌حل مشکل چیست؟



شکل ۱- روانکاری سطوح در تماس



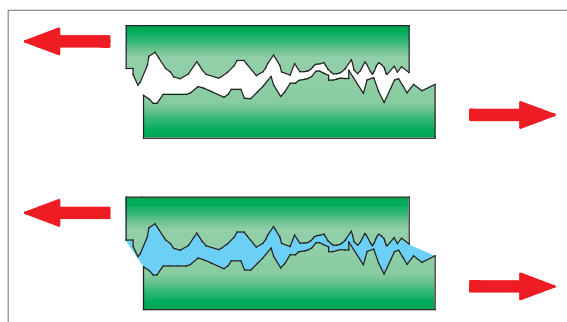
شکل ۲- پستی و بلندی سطوح در تماس با یکدیگر

بسیاری از ما با کلمه روانکاری آشنا هستیم، ولی از معنی و مفهوم علمی و فنی آن آگاه نیستیم. در یک تعریف ساده، روانکاری، روشی است برای جلوگیری از اصطکاک و سایش سطوح متحرکی که روی یکدیگر قرار می‌گیرند (شکل ۱). اصطکاک، عبارت از نیرویی است که در برابر حرکت یک سطح بر روی سطح دیگر، مقاومت می‌کند. بنابراین اصطکاک وقتی وجود دارد که سطوح نسبت به یکدیگر دارای حرکت باشند. ولی منشأ اصطکاک در کجاست؟

در حقیقت، سطح واقعاً صاف وجود ندارد و اغلب سطوح، دارای پستی و بلندی‌هایی در اندازه میکرون هستند (شکل ۲). نیروی فشاری بین سطوح مختلف

باعث می‌شود تا این بلندی‌ها تغییر شکل پیدا کرده و به اصطلاح به یکدیگر جوش سرد بخورند. با افزایش نیروی فشاری، تعداد این نقاط زیاده‌تر شده و نیروی لازم برای شکست این جوش‌ها بیشتر خواهد شد.

به عبارت دیگر می‌توان گفت که: «نیروی اصطکاک، مقاومت در برابر حرکت دو سطح در تماس با یکدیگر است.» همان‌طور که می‌دانید، وجود اصطکاک در اغلب ماشین‌آلات، نامطلوب بوده و همواره در پی کم کردن و یا حذف آن هستیم. چرا که باعث فرسایش، ایجاد حرارت و در نهایت کم شدن عمر مفید تجهیزات خواهد شد. همان‌طور که بیان شد روانکاری از مهم‌ترین روش‌های حل این مشکل است (شکل ۳). توجه داشته باشید هیچ‌گاه نمی‌توان اصطکاک را به‌طور کامل حذف نمود، یعنی حتی در حالت روانکاری هم اصطکاک وجود دارد. اصطکاک را در صورت وجود روانکار، «اصطکاک تر» و در صورت موجود نبودن روانکار، «اصطکاک خشک» می‌نامند. در صنعت همواره تلاش می‌شود تا اصطکاک خشک به اصطکاک تر تبدیل شود. برای جداسازی سطوح در تماس با یکدیگر، می‌توان از مقدار کافی روانکار استفاده کرد. بنابراین وظیفه اصلی روانکار، کاهش میزان اصطکاک بین سطوح متحرک و ثابت است.



شکل ۳- جداسازی سطوح توسط روانکار

اگر دوچرخه خود را مدت زمان زیادی روانکاری نکنید، چه پیامدهایی خواهد داشت؟

بحث گروهی



وظایف روانکارها

روغن‌های روان‌کننده بسته به شرایط کار دستگاه، وظایف زیر را دارند:

- ۱ **روانکاری:** روانکاری عبارت است از تشکیل لایه‌ای از روغن با ضخامت مناسب بین قطعات متحرک به منظور کمتر کردن اصطکاک و ساییدگی قطعات در هنگام کار.
- ۲ **انتقال حرارت:** انتقال حرارت ایجاد شده از سطوح مورد نظر و خنک کردن قطعات متحرک.
- ۳ **ضربه‌گیری:** یکی از ویژگی‌های مهم روغن، کاهش تأثیر نامطلوب ضربات در هنگام انجام حرکت مکانیکی روی قطعات است، بدین معنی که روغن از تأثیر منفی ضربه‌های قطعات بر یکدیگر جلوگیری می‌کند.
- ۴ **حفاظت از سطوح:** روانکارها، سطوح قطعات فلزی را در مقابل زنگ‌زدگی و خوردگی شیمیایی محافظت می‌کنند.

- ۵ **آب‌بندی:** آب‌بندی قطعات نیز از ویژگی‌های مهم روغن است. برای مثال، روغن موتور با تشکیل لایه‌ای از روغن بین پیستون و سیلندر در موتورهای احتراق داخلی از فرار گازهای متراکم شده، جلوگیری می‌کند.
- ۶ **انتقال مواد و تمیزکاری:** روانکارها ذرات ناشی از ساییدگی قطعات و مواد ناشی از تجزیه روغن و سوخت را به‌صورت معلق نگه‌داشته و با خود حمل می‌کنند. با این کار تمیز کردن قطعات و جلوگیری از ته‌نشینی

آلودگی‌ها توسط روانکارها انجام می‌شود.

۷ صرفه جویی: استفاده از روانکارها، به دلیل کاهش اصطکاک، موجب صرفه جویی در مصرف انرژی می‌شود. بسته به کاربرد روغن، موارد ذکر شده ممکن است بعضی از وظایف اصلی روغن (روانکار) و بقیه به عنوان وظایف فرعی مطرح باشد.

روغن‌ها برای اینکه بتوانند وظایف خود را به درستی انجام دهند باید دارای ویژگی‌های معینی باشند.

خواص ضروری روانکارها

روغن‌های روان کننده باید خواص و ویژگی‌های زیر را داشته باشند:

- ۱** گرانروی مناسبی داشته باشند تا لایه (فیلم) روغن با ضخامت مناسب تشکیل شود و وظایف کم شدن اصطکاک و ساییدگی، انتقال حرارت، ضربه گیری و آب بندی را به خوبی انجام دهند.
- ۲** گرانروی خود را در محدوده دمای کاری حفظ کنند تا لطمه‌ای به انجام وظایف آنها وارد نشود.
- ۳** در مقابل تجزیه حرارتی و اکسید شدن مقاومت داشته باشند.
- ۴** باعث زنگ زدگی و خوردگی قطعات، که توسط مواد اسیدی و ساینده به وجود می‌آید، نشوند.
- ۵** دارای مواد پاک کننده و معلق مناسب باشند تا از ته نشینی رسوب‌ها در لابه لای قطعات جلوگیری نمایند.
- ۶** مواد آلوده کننده خارجی مثل گرد و خاک و... همراه نداشته باشند.
- ۷** در هنگام کار و استفاده از آنها ایجاد کف نکنند.

ویژگی‌های ذکر شده در تمام روغن‌ها به طور مشترک ضروری است ولی ممکن است در هر مورد خاص، موارد معینی از آنها اولویت داشته باشد.

تقسیم بندی انواع روانکارها

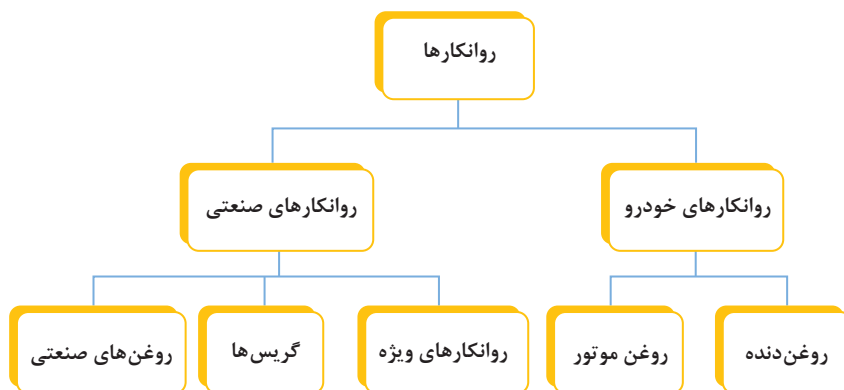
به نظر شما آیا می‌توان از یک روغن خاص برای روانکاری هر وسیله‌ای استفاده کرد؟

بحث گروهی



شکل ۴، طرح ساده‌ای از تقسیم بندی انواع روانکارها را برحسب نوع کاربرد آنها نمایش می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌کنید روانکارها را در یک نگاه کلی می‌توان به دو دسته بزرگ روانکارهای خودرو و روانکارهای صنعتی تقسیم کرد. روانکارهای خودرو نیز به دو دسته روغن دنده و روغن موتور تقسیم بندی می‌شوند. روانکارهای صنعتی نیز به سه دسته عمده روغن‌های صنعتی، گریس‌ها و روانکارهای ویژه دیگر مثل روانکارهای فلزکاری^۱ تقسیم می‌شوند.

۱- به فرایند کار کردن با فلزات برای ساخت محصولات فلزی، فلزکاری می‌گویند.



شکل ۴- طرح ساده‌ای از تقسیم‌بندی انواع روانکارها بر حسب نوع کاربرد

روانکارها را از نظر نوع حالت نیز می‌توان به چهار دسته روان‌کننده‌های گازی، مایع، جامد و نیمه جامد (گریس‌ها) طبقه‌بندی کرد. در ادامه به توضیح انواع روانکارها پرداخته می‌شود.

الف) روانکارهای گازی: روانکارهای گازی مانند هوا، هلیوم و بخار مایعات در دماهای خیلی بالا و یا پایین و یا در مواردی که پرتوهای هسته‌ای در محیط وجود دارند، استفاده می‌شوند. یکی از خصوصیات بسیار مهم روانکارهای گازی این است که گرانش آنها با تغییر دما، تغییر چندانی نمی‌کند و به همین دلیل این روانکارها، کاربردهای وسیعی در صنعت دارند. روانکارهای گازی اصطکاک کمی دارند، عاری از ناخالصی‌اند و خاصیت سرریزی را ندارند. علاوه بر آن، این نوع روانکارها به دلیل سرریز نکردن، می‌توانند مواد مطمئنی در صنایع غذایی، دارویی و شیمیایی باشند. روانکاری راکتورهای اتمی، ماشین‌های ریسندگی پرسرعت، توربین‌های گازی، موتور جت و اولتراسانتریفیوژها^۱ از جمله موارد کاربرد این دسته از روانکارها هستند.

ب) روانکارهای مایع: این نوع روانکارها، اغلب مایعاتی هستند که با اعمال فشار می‌توانند به خوبی به فضای میان دو سطح نفوذ کرده و سطوح مورد نظر را روانکاری کنند. روانکارهای مایع علاوه بر روانکاری، گرمای میان سطوح در حال تماس را جذب کرده و آن را از محیط خارج می‌سازند. این روانکارها از مواد معدنی مانند نفت خام، قطران زغال سنگ و یا از منابع طبیعی مانند گیاهان و در بعضی موارد از حیوانات ساخته می‌شوند (شکل ۵).



شکل ۵- یک نوع روانکار مایع

در بین انواع روانکارها، روانکارهای مایع بیشترین کاربرد را دارند و در سه دسته زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

■ روغن‌های پایه طبیعی (حیوانی، گیاهی و معدنی)^۱

■ روغن‌های مصنوعی^۲

■ روغن‌های نانو^۳

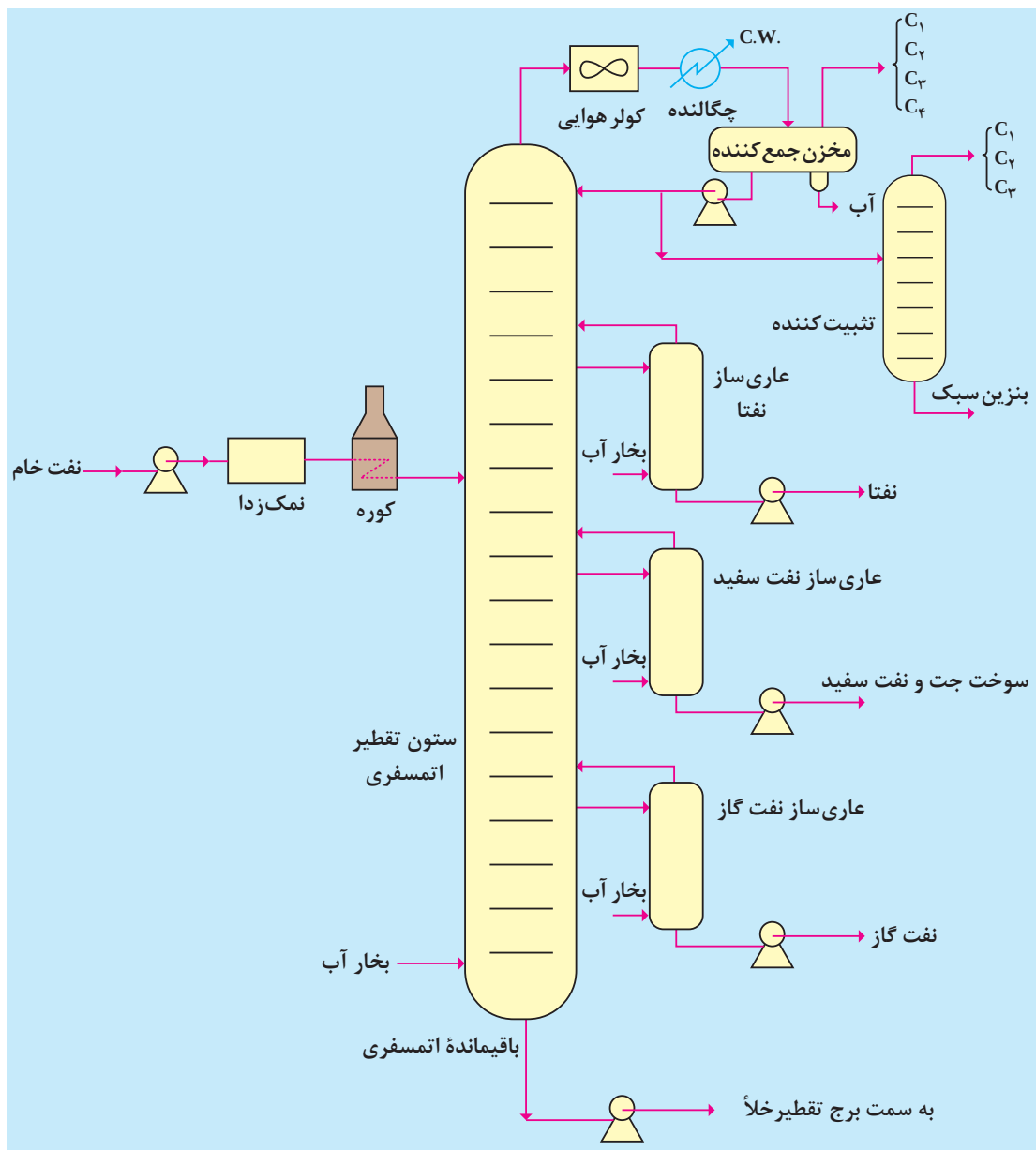
روانکارهای پایه طبیعی

■ **روغن‌های حیوانی:** با روغن‌های حیوانی به خوبی آشنا هستید، از جمله این روغن‌ها می‌توان روغن پیه‌نهنگ، روغن دنبه، روغن خوک و روغن پاچه‌گاو را نام برد. این روغن‌ها قبلاً برای روغن‌کاری موتور اتومبیل به کار گرفته می‌شدند، ولی اکنون در چرم‌سازی مصرف دارند. هیچ‌یک از روغن‌هایی که ریشه حیوانی دارند، برای روغن‌کاری موتورهای احتراق داخلی مناسب نیستند، زیرا در دماهای بالا با تولید اسیدهای چرب، باعث خوردگی قطعات موتور می‌شوند. این روغن‌ها به عنوان روان‌ساز در صنایع آرایشی، غذایی، صابون‌ها و شوینده‌ها نیز کاربرد دارند.

■ **روغن‌های گیاهی:** روغن‌های گیاهی، مانند روغن کرچک، زیتون، پنبه‌دانه و هسته انگور، روغن‌هایی هستند که پایه گیاهی دارند. این روغن‌ها زمانی که در معرض هوا قرار گیرند با اکسیژن هوا ترکیب شده و اکسید می‌شوند. روغن‌های گیاهی و حیوانی، اصطکاک کمتری نسبت به روغن‌های معدنی دارند، و می‌توانند براده‌ها و ساییدگی‌های فولاد را از بین ببرند، به همین دلیل برای برش فولادهای سخت، از روغن پنبه‌دانه به عنوان روغن برش استفاده می‌شود.

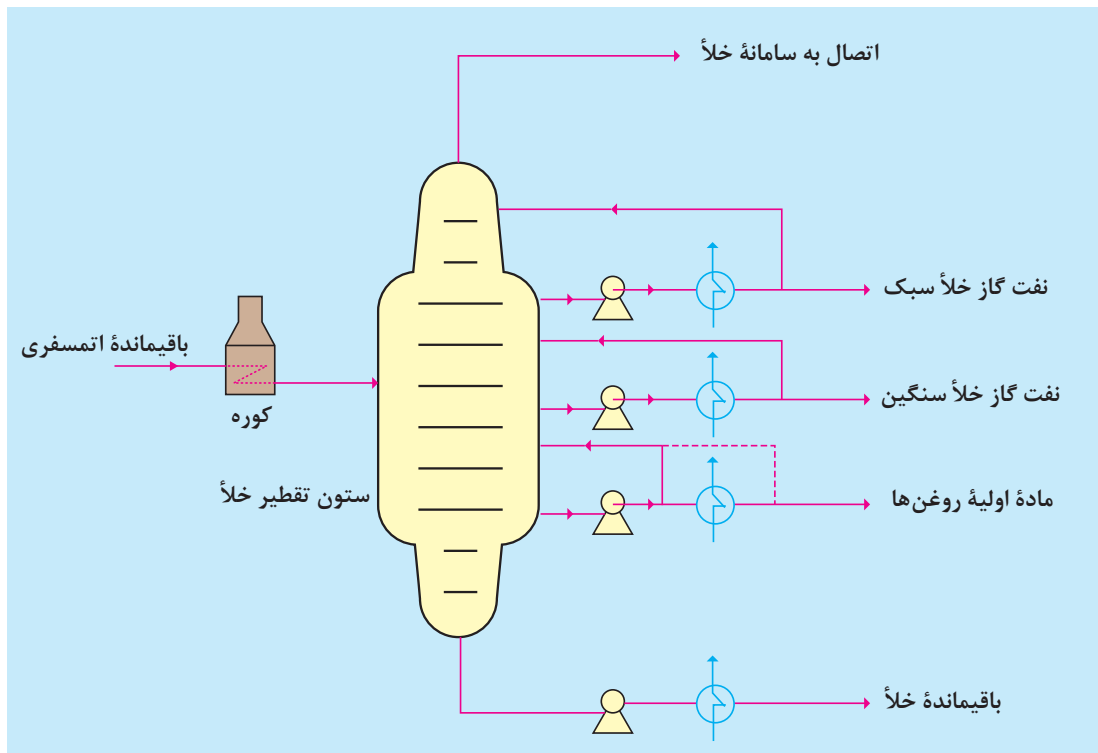
■ **روغن‌های معدنی:** امروزه روغن‌هایی که ریشه معدنی دارند به طور گسترده‌ای در موتورهای احتراق داخلی همچون موتور پیستونی اتومبیل و هواپیما به کار گرفته می‌شوند. زیرا به آسانی قابل پمپ کردن بوده و به راحتی به صورت ذرات ریز تبدیل می‌شوند. از طرفی، روغن‌های مایع توانایی بسیار خوبی در جذب حرارت و پخش آن دارند و لایه روان‌ساز خوبی بین قطعات متحرک به وجود می‌آورند.

روش تهیه روغن‌های معدنی: اغلب روغن‌های معدنی از نفت خام به دست می‌آیند. نفت خام پس از استخراج و جدا شدن گازها و نمک‌های محلول در آن، توسط پمپ‌های مخصوص وارد پالایشگاه‌های نفت می‌شود و با انجام عملیات تقطیر، فراورده‌های مختلفی از جمله روغن‌های معدنی از آن به دست می‌آید (شکل ۶).



شکل ۶- تقطیر اتمسفری نفت خام

باقیمانده تقطیر اتمسفری به برج تقطیر در خلأ فرستاده می شود (شکل ۷). یکی از محصولات برج تقطیر خلأ، برش روغن های معدنی^۱ است که به عنوان ماده اولیه روغن به کارخانه های روغن سازی ارسال می شود.



شکل ۷- تقطیر خلأ باقیمانده اتمسفری

واحدهای روغن سازی

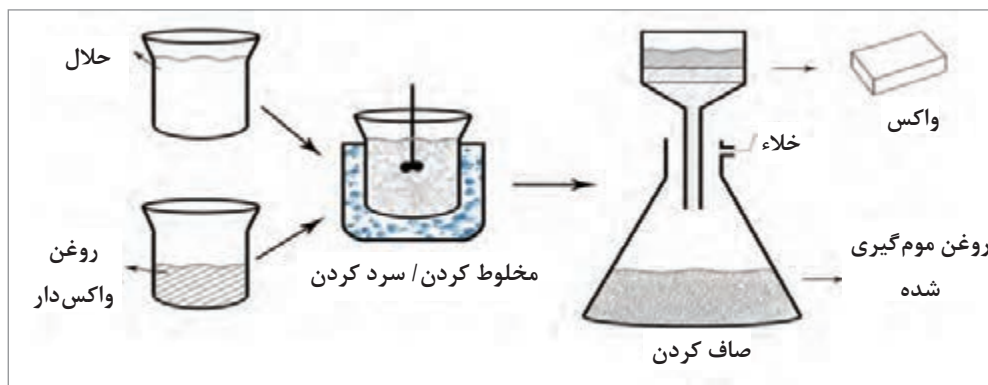
خوراک اولیه کارخانجات روغن سازی، از برج تقطیر در خلأ به دست می آید. برش های حاصل از تقطیر، ترکیبات نامطلوبی دارند که برای روانکاری مناسب نیستند. وجود بعضی از ترکیبات در روغن باعث می شود که روغن پس از مدت کوتاهی سیاه شده و گرانروی آن بالا رود، همچنین این ترکیبات ممکن است تولید اسید کرده و در داخل روغن به صورت نامحلول باقی بماند. وظیفه واحدهای روغن سازی جدا نمودن ناخالصی های موجود در روغن و تولید روغن پایه با کیفیت مناسب است. به عنوان مثال مواد آروماتیکی سنگین و موم ها (پارافین های سنگین) باید از روغن جدا شوند.

واحدهای پالایشگاهی تولید روغن:

۱ واحد فورفورال: وجود هیدروکربن های آروماتیک در روغن های روانکار مناسب نیست، زیرا موجب اکسید شدن، سیاه شدن، تولید لجن و ایجاد ویژگی های نامطلوب در روغن می شود. در واحد استخراج، با استفاده از حلال فورفورال، این گونه مواد موجود در روغن های اولیه از آنها جدا می شوند.

مواد پایین برج واحد فورفورال، پس از جداسازی حلال فورفورال، برای استفاده در صنایع لاستیک‌سازی و سوخت کوره فرستاده می‌شود.

۲ واحد موم زدایی: واحد موم‌زدایی به دلیل استفاده از حلال متیل اتیل کتون^۱ (MEK) به این نام معروف است و عملیات جداسازی موم (واکس^۲) را انجام می‌دهد. خوراک این واحد که از واحد فورفورال تأمین می‌شود، حاوی پارافین‌های سنگین و موم‌هایی با نقطهٔ ریزش^۳ بالا است. برای پایین آوردن نقطهٔ ریزش روغن، موم را باید از آن جدا کرد. در این واحد با استفاده از حلال متیل اتیل کتون (MEK) عملیات جداسازی پارافین‌های سنگین و موم انجام می‌شود (شکل ۸).



شکل ۸- جداسازی موم از روغن

دربارهٔ حلال‌های فورفورال و متیل اتیل کتون تحقیق کنید و مخاطرات زیست‌محیطی آنها را بیان کنید.

تحقیق کنید



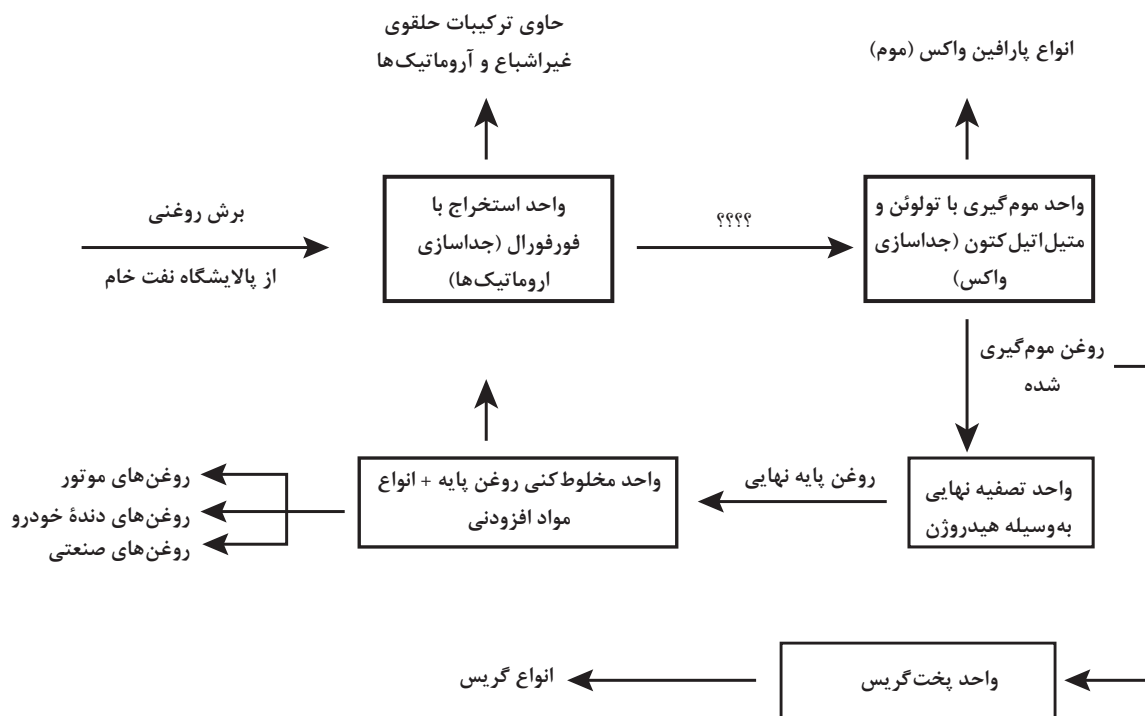
۳ واحد تصفیهٔ نهایی: پس از عملیات استخراج با فورفورال و موم‌زدایی، روغن معمولاً مشخصات فیزیکی لازم را به دست می‌آورد ولی بد رنگ و ناپایدار است. در این واحد با استفاده از روش‌های تصفیه با هیدروژن، ناخالصی‌های گوگردی، نیتروژنی و اکسیژنی حذف می‌شوند و رنگ، پایداری و گرانروی روغن بهبود می‌یابد. محصول نهایی واحد تصفیه، روغن پایه نام دارد و با افزایش مواد افزودنی، برای تولید انواع روانکارها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱- Methyl - ethyl - ketone

۲- Wax

۳- نقطهٔ ریزش در صفحهٔ ۱۲۵، توضیح داده شده است.

در شکل ۹ نمودار کلی یک واحد روغن سازی (بدون تصفیه با هیدروژن) نشان داده شده است.



شکل ۹- فرایند تولید روغن‌های روان کننده

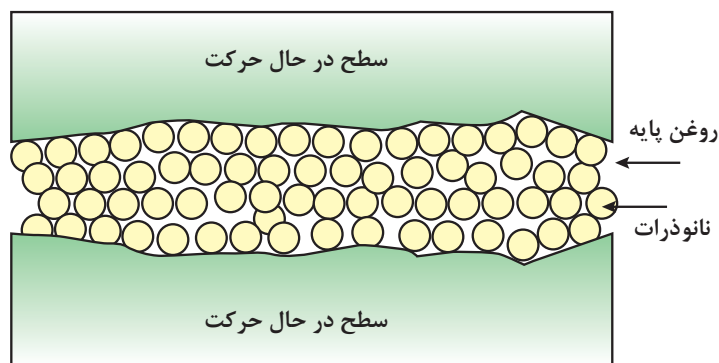
روغن‌های مصنوعی

با توجه به قدرت و بازدهی بالای موتورهای پیشرفته امروزی که در شرایط سختی کار می‌کنند، روانکاری قطعات آنها توسط روغن‌های تولید شده از هیدروکربن‌های معدنی امکان‌پذیر نیست. همچنین برای صنعت هواپیمایی، کمبود روغن موتور با نقطه ریزش خیلی پایین و نیاز به روغن‌های با کیفیت‌های بالا، باعث استفاده روزافزون و توسعه روغن‌های مصنوعی^۱ (سنتزی) شده است. برخلاف روغن‌های معدنی که از تصفیه نفت خام به دست می‌آیند، روغن‌های مصنوعی از طریق متصل کردن یک یا چند جزء آلی مشخص با وزن مولکولی کم در شرایط تنظیم شده، ساخته می‌شوند.

روغن‌های مصنوعی دارای قیمت‌های بیشتری نسبت به روغن‌های معدنی می‌باشند و همین امر باعث شده است که روغن‌های معدنی در صنایع و ماشین‌آلات، موارد استفاده زیادی داشته باشند.

روغن‌های مصنوعی نیاز به فرایندهای پیچیده و هزینه‌های بالای تولید دارند.

روغن‌های نانو: فناوری نانو با آرایش اتم‌ها در مقیاس نانومتری، از کنار هم قرار گرفتن صدها اتم در اندازه نانومتر، خصوصیات جدید و ممتازی را در مواد ایجاد می‌کند. این فناوری در زمینه‌های مختلف علمی وارد شده و در صنایع مختلف نیز، محصولاتی بر این پایه ایجاد شده است. در این میان، افزودنی‌های روغن موتور و سوخت نیز تحت تأثیر نانوفناوری قرار گرفته و محصولات مربوطه، وارد بازار شده است. نانوذرات در فاصله بین دو سطح درگیر شده و در سوراخ‌های بسیار ریز سطوح قرار می‌گیرند و خواص ضد اصطکاک و ضدسایش، نسبتاً بالایی در سطوح ایجاد می‌کنند. به همین جهت می‌توان از آنها در فرمولاسیون روغن استفاده نمود. در واقع این توانایی نانوذرات، به کروی بودن آنها مربوط می‌شود که مانند ساچمه بلبرینگ شکل ۱۰ قرار گرفته و موجب کاهش اصطکاک می‌شوند. نانو ذره نیکل به عنوان یک ضد سایش و ضد اصطکاک در روغن‌های روان کننده به کار می‌رود. نانو افزودنی‌های روغن، به طور اساسی بر صرفه جویی سوخت و بازدهی بیشتر موتور تأثیر دارند.

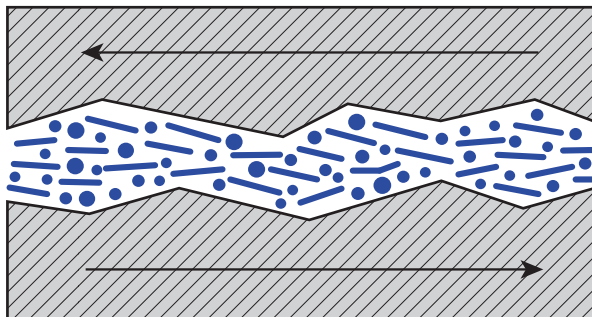


شکل ۱۰- عملکرد نانوذرات در روغن

به طور کلی، خواصی که برای نانو افزودنی‌ها ذکر شده عبارت‌اند از: کاهش اصطکاک، کاهش ساییدگی، ترمیم سطوح درگیر و بهبود خواص سطحی، افزایش عمر موتور، کاهش هزینه تعمیر و نگهداری، کاهش صدای موتور و گازهای آلاینده، جلوگیری از اکسایش روغن و تمیز کردن سامانه سوخت‌رسانی.

پ) روانکارهای جامد: روانکارهای جامد به عنوان یک لایه نازک بر روی سطوح در تماس با یکدیگر قرار می‌گیرند تا این سطوح به راحتی بر روی یکدیگر بلغزند (شکل ۱۱). روانکارهای جامد را در جایی که نتوان از روانکارهای دیگر استفاده کرد (دمای زیاد و شرایط سخت)، به کار می‌برند. به عنوان مثال در پروانه کشتی و دینام‌ها فقط استفاده از روانکار جامد امکان پذیر است.

منظور از شرایط سخت، شرایطی است که استفاده از روغن، سبب آلودگی‌های زیست محیطی می‌شود.



شکل ۱۱- شیوه عملکرد روانکار جامد

استفاده از روغن‌های جامد به عنوان ماده نرم در روغن کاری دستگاه‌ها با سرعت کم، رضایت‌بخش است اما این روغن‌ها قادر به پخش سریع حرارت ماشین‌ها و دستگاه‌های پر سرعت نیستند. روغن‌های جامد با پر کردن نقاط پست روی فلز، آن را به صورت سطحی کاملاً صاف پرداخت کرده و در همان حال، یک لایه لغزان جهت کاهش اصطکاک، فراهم می‌آورند.

ت) روانکارهای نیمه جامد (گریس‌ها)

گریس یک محصول نیمه مایع تا جامد است که از پراکنده کردن ماده سفت کننده در روغن پایه به دست می‌آید. در بیشتر موارد به منظور ایجاد و تقویت بعضی از خواص، به آن مواد افزودنی اضافه می‌کنند. به لحاظ تاریخی در مصر باستان در حدود ۱۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، از مخلوط کردن روغن زیتون و آهک چنین روانسازهایی تهیه می‌شده است و برای روانکاری محور چرخ‌های ارابه‌های چوبی از آن استفاده می‌کردند. امروزه با پیشرفت صنعت، گریس‌های متنوعی با کارایی‌های متفاوتی تولید می‌شود. اجزای تشکیل دهنده گریس، عبارت‌اند از یک سیال پایه (عموماً روغن‌های پایه)، صابون و غلظت دهنده‌ها به همراه انواع افزودنی‌ها مانند بهبوددهنده گرانشی، ضد خوردگی، ضد اکسیداسیون و ضد کف، تا خواص مورد نیاز را فراهم سازند. شکل ۱۲ چند نمونه گریس را نشان می‌دهد. این مواد در هنگام فرایند روانکاری، تحت تأثیر فشار به حالت مایع درمی‌آیند و با تمام شدن فرایند، حالت جامد خود را باز می‌یابند.



شکل ۱۲- چند نمونه گریس

با استفاده از منابع اینترنتی، دسته‌بندی‌های دیگری از روانکارها را معرفی کنید.

تحقیق کنید





تهیه روانکارهای طبیعی

الف) تهیه روانکار حیوانی:

- ۱ مقدار دنبه گوسفند تهیه کرده، آن را بشویید و سپس خرد کنید.
- ۲ دنبه‌ها را در ظرف مناسب ریخته و روی شعله ملایم قرار دهید.
- ۳ هنگام حرارت دادن گاهی محتویات ظرف را هم بزنید.
- ۴ اجازه بدهید تا روغن دنبه‌ها کاملاً خارج شود.
- ۵ محتویات ظرف را صاف کنید و در ظرف در بسته مناسب، جمع‌آوری کرده و در یخچال نگهداری کنید.

ب) تهیه روانکار گیاهی:

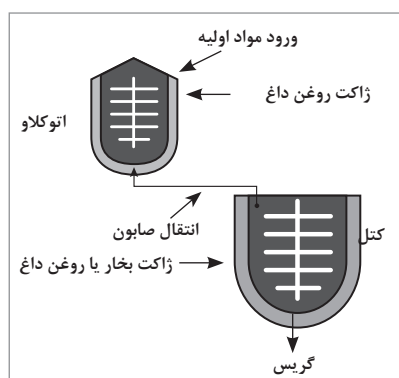
- ۱ مقداری دانه‌های تازه زیتون (هسته انگور و یا کنجد) تهیه کنید.
 - ۲ در صورت لزوم دانه‌ها را با آب بشویید و اجازه دهید تا خشک شوند.
 - ۳ دانه‌ها را در ظرف مناسب ریخته و با هاون له کنید، هسته‌های زیتون را جدا کنید.
 - ۴ زیتون له شده را داخل پارچه مناسب ریخته و تحت فشار قرار دهید تا روغن آن خارج شود.
 - ۵ روغن تهیه شده را در ظرف در بسته مناسب جمع‌آوری کرده و در یخچال نگهداری کنید.
- روغن‌های تهیه شده حیوانی و گیاهی را از نظر رنگ، بو، حالت، گرانروی و چگالی مقایسه کنید. در این مرحله، روانکار پایه تهیه شده است. با اضافه کردن مواد افزودنی مانند ضد اکسایش، ضد زنگ و ضد کف می‌توان انواع روانکار با خصوصیات مختلف تهیه نمود.



تهیه و بررسی خواص روانکارها

- چند نمونه روانکار مصنوعی خریداری کنید.
- حدود ۵ میلی‌لیتر از هر روانکار را به درون لوله‌های آزمایش بریزید.
- آنها را از نظر رنگ، بو، شفافیت، چگالی و گرانروی با یکدیگر مقایسه کنید.
- همین مقایسه‌ها را با روغن‌های گیاهی و حیوانی تهیه شده در فعالیت عملی ۱ نیز انجام دهید.

تهیه گریس



شکل ۱۳- تهیه گریس

در صنعت مطابق شکل ۱۳، پس از ساخت صابون، مواد به داخل دستگاه پخت گریس به نام «کتل» انتقال یافته و سپس روغن به آن افزوده می‌شود. این دستگاه مشابه اتوکلاو عمل می‌کند با این تفاوت که تحت فشار قرار نمی‌گیرد. در زمان پخت، صابون در داخل روغن به صورت بلورهای ریز درآمده و مخلوطی به حالت ژلاتینی به وجود می‌آورد. رشد بلورها در روغن از عمده و حساس‌ترین مراحل پخت گریس است. اگر از مواد اولیه به‌ویژه روغن پایه نامرغوب استفاده شود، ساختار بلورهای به‌وجود آمده، ضعیف شده و در زمان کارکرد در شرایط عادی و یا سخت، صابون از روغن جدا و گریس خاصیت روانکاری را از دست خواهد داد.



تهیه گریس

مواد لازم	وسایل لازم
لیتیم هیدروکسید استئاریک اسید ۱۵٪ صابون و ۸۵٪ روغن موتور ۱۰-۴۰ یا ۲۰-۵۰	هود گرم کن برقی همزن مغناطیسی ترازو با دقت ۰/۰۱ بشر دماسنج جیوه‌ای استوانه مدرج

مراحل کار:

۱ یک سوم اول روغن به همراه باز لیتیم هیدروکسید در دمای 120°C حرارت داده شود تا آب‌گیری انجام شود.

۲ یک سوم دوم روغن اضافه و مخلوط تا دمای 80°C گرم شود. سپس استئاریک اسید اضافه شده و دما تا 120°C افزایش یابد تا واکنش بین اسید و باز انجام شود و یک مخلوط جامد به دست آید. سپس، مخلوط تا 220°C حرارت داده شود تا صابون حل شده و محلول یکنواخت مایع تشکیل شود.

۳ جهت قوام نهایی گریس یک سوم آخر روغن اضافه تا گریس تشکیل شود. سپس مخلوط سرد شود تا به دمای محیط برسد و در همین مرحله، گریس تشکیل می‌شود.



برای تهیه گریس می‌توان از روغن‌های موتور ۱۰-۴۰ برای گریس قوام کمتر و روغن ۲۰-۵۰ برای گریس با قوام بیشتر، یا روغن خوراکی استفاده کرد.

نکته





تصفیه روغن سوخته

هدف: بازیابی روغن سوخته و تولید روغن با کیفیت بالاتر و سوخت تقطیری شبیه گازوئیل.

مواد لازم	وسایل لازم
روغن موتور سوخته سولفوریک اسید ۹۸ درصد خاک اکتیو	صافی معمولی فیلتر پرس یا صافی پارچه‌ای مناسب دماسنج جیوه‌ای

مراحل کار:

۱- حذف ناخالصی‌های درشت: ابتدا روغن سوخته از یک صافی عبور داده می‌شود تا ناخالصی‌های جامد و درشت حذف شوند.

۲- تبخیر آب و جداسازی بخش سبک: روغن سوخته تا دمای ۳۵۰ درجه سلسیوس حرارت داده می‌شود تا آب موجود در روغن تبخیر شود. سپس بخش سبک روغن که در محدوده تقطیری گازوئیل قرار دارد و به‌صورت سوخت تقطیری حاصل می‌شود، جدا می‌گردد. این بخش ۵ تا ۲۰ درصد حجم روغن سوخته را شامل می‌شود.

سوخت تقطیری شباهت زیادی به گازوئیل دارد و ناشی از شکست مولکولی روغن موتور است.

۳- مرحله اسیدزنی: روغن تا دمای ۷۰-۸۰ درجه سلسیوس سرد می‌شود تا برای اسیدزنی آماده گردد. سولفوریک اسید ۹۸ درصد به میزان ۲-۶ درصد وزن روغن اضافه می‌شود. روغن و اسید چند ساعت مخلوط می‌شوند تا ته‌نشینی روغن و اسید انجام شود و جداسازی فازی اسید از روغن صورت گیرد.

۴- خاک‌زنی: برای حذف ناخالصی‌های باقی‌مانده و خنثی‌سازی اثرات اسید:

- ☐ ۴-۸ درصد وزنی خاک اکتیو و رنگ‌بر فعال به روغن اضافه می‌شود.
- ☐ مخلوط تا دمای ۲۵۰-۲۰۰ درجه سلسیوس حرارت داده می‌شود.
- ☐ با استفاده از درصدهای مختلف از خاک اکتیو می‌توان نقطه اشتعال روغن را تنظیم کرد. روغن داغ سپس از فیلتر پرس عبور داده می‌شود تا خاک و ذرات جامد جدا شوند.
- در صورت نبود فیلترپرس می‌توان از سایر روش‌های صاف کردن استفاده کرد.

۵- بهبود کیفیت و پایداری رنگ: برای افزایش پایداری رنگ و کیفیت روغن، آن را با بخار آب داغ تماس می‌دهند.



- ۱ روانکاری را تعریف کنید.
- ۲ اهمیت روانکاری در صنعت را شرح دهید.
- ۳ انواع روانکارها را نام ببرید.
- ۴ ویژگی‌های انواع روغن‌ها را بنویسید.
- ۵ خواص فیزیکی و شیمیایی روغن‌ها را نام ببرید.
- ۶ تفاوت گریس‌ها با روغن‌ها را بنویسید.
- ۷ چند نمونه کاربرد روانکارهای گازی را نام ببرید.
- ۸ خواص نانوروانکارها را بنویسید.

ارزشیابی شایستگی تهیه روانکارها

شرح کار: - آشنایی با اصول روانکاری را بدانند. - انواع روانکارها را بشناسند. - چگونگی تهیه چند روانکار را بدانند و مراحل را با دقت انجام دهد.																											
استاندارد عملکرد: تهیه چند نمونه روانکار طبق دستور العمل شاخص‌ها: رعایت مسائل ایمنی در هنگام انجام دادن کار - انجام دادن کار طبق دستور ایمنی																											
شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: مکان: کارگاه و آزمایشگاه زمان: یک جلسه آموزشی ابزار و تجهیزات: تجهیزات آزمایشگاهی، روانکارها و وسایل ایمنی شخصی																											
معیار شایستگی: <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th><th>مرحله کار</th><th>حداقل نمره قبولی از ۳</th><th>نمره هنجار</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td><td>اصول روانکاری</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td>۲</td><td>انواع روانکارها</td><td>۲</td><td></td></tr> <tr> <td>۳</td><td>تهیه چند نوع روانکار</td><td>۲</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="4"> شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:* ایمنی: انجام دادن کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: صرفه جویی در مصرف مواد اولیه در هنگام کار با روانکارها و دقت در کار با روانکارها و اصول روانکاری تجهیزات توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام دادن کار بدون ریخت و پاش شایستگی‌های غیرفنی: اخلاق حرفه‌ای، مدیریت منابع، محاسبه کاربست ریاضی، مستندسازی، گزارش نویسی </td></tr> <tr> <td colspan="4"> میانگین نمرات** </td></tr> </tbody> </table> * شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است. ** حداقل میانگین نمرات هنجار برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنجار	۱	اصول روانکاری	۱		۲	انواع روانکارها	۲		۳	تهیه چند نوع روانکار	۲		شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:* ایمنی: انجام دادن کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: صرفه جویی در مصرف مواد اولیه در هنگام کار با روانکارها و دقت در کار با روانکارها و اصول روانکاری تجهیزات توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام دادن کار بدون ریخت و پاش شایستگی‌های غیرفنی: اخلاق حرفه‌ای، مدیریت منابع، محاسبه کاربست ریاضی، مستندسازی، گزارش نویسی				میانگین نمرات**			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنجار																								
۱	اصول روانکاری	۱																									
۲	انواع روانکارها	۲																									
۳	تهیه چند نوع روانکار	۲																									
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:* ایمنی: انجام دادن کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: صرفه جویی در مصرف مواد اولیه در هنگام کار با روانکارها و دقت در کار با روانکارها و اصول روانکاری تجهیزات توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام دادن کار بدون ریخت و پاش شایستگی‌های غیرفنی: اخلاق حرفه‌ای، مدیریت منابع، محاسبه کاربست ریاضی، مستندسازی، گزارش نویسی																											
میانگین نمرات**																											

واحد یادگیری ۲

تعیین مشخصات روانکارها

مقدمه

روانکارها نقش اساسی در کاهش اصطکاک، سایش و انتقال حرارت در تجهیزات صنعتی دارند و انتخاب صحیح آنها تأثیر مستقیمی بر عملکرد و عمر ماشین‌آلات دارد. برای این منظور، شناخت و تعیین مشخصات روانکارها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مبحث، ویژگی‌های مؤثر در انتخاب روانکار مناسب بررسی می‌شود..

استاندارد عملکرد

بازرسی دوره‌ای سیالات روانکار با استفاده از مشخصات فیزیکی و شیمیایی

شایستگی‌های غیر فنی

- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت‌شناسی، انجام وظایف و کارهای محول، پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع، مدیریت مؤثر زمان، استفاده از مواد و تجهیزات
- ۳ کار تیمی: حضوری فعال در فعالیت‌های گروهی، انجام کارها و وظایف سپرده شده
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت‌های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

شایستگی‌های فنی

- ۱ تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی روانکارها
- ۲ روش‌های روانکاری
- ۳ روانکاری تجهیزات صنایع شیمیایی

خواص فیزیکی و شیمیایی روغن‌ها

خواص فیزیکی و شیمیایی، معیار خوبی برای کنترل کیفیت محصول تولیدی می‌باشد. انجام آزمایش‌های گوناگون فیزیکی و شیمیایی روغن‌ها می‌تواند تغییرات ایجاد شده در روغن در اثر کارکرد و علت آن را تعیین نماید. آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی بسیار زیادی هست که هر کدام می‌تواند اطلاعات بسیار مفیدی در رابطه با خصوصیات روغن‌های روان‌کننده به ما نشان دهد، ولی باید توجه داشت که نتایج این آزمایش‌ها همیشه کافی نبوده و بسیاری از مصرف‌کنندگان عمده روغن، مانند ارتش و سازندگان ماشین‌آلات، آزمایش عملکردی^۱ خاصی را توصیه می‌نمایند. خواص فیزیکی و شیمیایی روغن‌ها را می‌توان با آزمایش‌های گوناگون به دست آورد که برخی از آنها عبارت‌اند از:

- ۱ گرانروی؛
- ۲ چگالی؛
- ۳ نقطه اشتعال و احتراق^۲؛
- ۴ نقطه ریزش و ابری شدن^۳؛
- ۵ رنگ؛
- ۶ چگالی نسبی؛
- ۷ مقدار آب؛

با مراجعه به کتاب همراه هنرجو و منابع اینترنتی، استانداردهای بین‌المللی و ملی خواص فیزیکی و شیمیایی روانکارها را بیابید و در کلاس ارائه دهید.

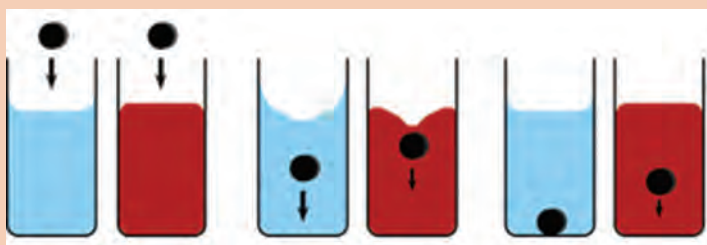
تحقیق کنید



گرانروی

به تصویر داده شده توجه کنید. چه تفسیری از آن دارید؟ با هم‌گروهی خود بحث کرده و نتیجه را در کلاس اعلام کنید.

بحث گروهی



گرانروی، کمیتی است که میزان مقاومت داخلی یک سیال را در مقابل جریان یافتن نشان می‌دهد. این مقاومت نتیجه اصطکاک مولکول‌هایی است که بر روی هم می‌لغزند. به عبارت ساده‌تر گرانروی، برعکس سیالیت است. گرانروی در دماهای معین اندازه‌گیری می‌شود. معمولاً حرارت زیاد، موجب کم شدن گرانروی سیال و پایین آمدن دما باعث افزایش آن خواهد شد (به جز گازها).

پرسش



به تصویر زیر نگاه کنید، از این مقایسه چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



مقایسه چشمی گرانروی

از آنجا که گرانروی عامل بسیار مهمی در روغن‌های صنعتی است، تمام مشخصات طراحی شده برای روغن‌های صنعتی، به گرانروی آنها ارجاع داده می‌شود. گرانروی روغن در دمای کاری، مشخص‌کننده خواص روغن در مقابل اصطکاک می‌باشد. هنگام انتخاب روغن، لازم است روغن غلیظ انتخاب شود تا تشکیل یک لایه نازک بین دو سطح درگیر امکان‌پذیر شود و از تماس مستقیم قطعات ثابت و متحرک جلوگیری به‌عمل آید. نیروی اصطکاک با ضخیم شدن لایه روغن نسبت مستقیم دارد. اگر روغن خیلی رقیق باشد، ممکن است نتواند دو سطح متحرک فلزی را کاملاً از هم جدا نگه دارد (به دلیل کم شدن لایه روغن) و در نتیجه، در بعضی از نقاط دو سطح با هم تماس پیدا می‌کنند و گرمای ناشی از اصطکاک باعث کمتر شدن گرانروی روغن و تماس بیشتر فلز با فلز می‌شود. هرچه تماس دو سطح فلزی بیشتر شود، گرمای حاصله بالاتر خواهد رفت تا جایی که باعث جوش خوردن دو سطح (گریپاژ کردن) و توقف ماشین می‌شود. در اتومبیل‌های سواری فاصله بین دمای شروع به کار و هنگام عملیات زیاد است، بدین جهت باید در انتخاب روغن دقت کافی به‌عمل آید تا هنگام شروع به کار موتور در هوای سرد، روغن جریان داشته باشد و از طرفی نیز در گرمای عملیات، گرانروی آن مناسب باشد.



به شکل روبه‌رو توجه کنید. کدام سیال بیشترین گرانروی و کدام کمترین گرانروی را دارد؟



انواع گرانروی:

گرانروی دینامیک یا مطلق^۱: این گرانروی را با علامت μ نشان می‌دهند و واحد اندازه‌گیری آن در سامانه CGS، پویز^۲ (P) می‌باشد.

گرانروی نسبی^۳: عبارت است از نسبت گرانروی دینامیکی سیال به گرانروی آب در دمای 20°C و یا به عبارت ساده:

$$\text{گرانروی دینامیکی در دمای } (^\circ\text{C}) T = \frac{\text{گرانروی دینامیکی آب در دمای } 20^\circ\text{C}}{\text{گرانروی نسبی در دمای } (^\circ\text{C}) T}$$

چون گرانروی آب در دمای 20°C برابر با یک cP است، بنابراین مقدار عددی گرانروی نسبی و دینامیکی برابر است.

گرانروی سینماتیک^۴: در یک سیال جاری (در حال حرکت)، که لایه‌های مختلف آن نسبت به یکدیگر جابه‌جا می‌شوند، به مقدار مقاومت لایه‌های سیال در برابر لغزش روی هم، گرانروی سینماتیک می‌گویند و آن را با علامت ν نشان می‌دهند. مطابق معادله زیر، مقدار گرانروی سینماتیک برابر است با نسبت گرانروی دینامیکی به چگالی سیال در همان دما.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$



ثابت کنید:

$$1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} = 10^4 \text{ St}$$

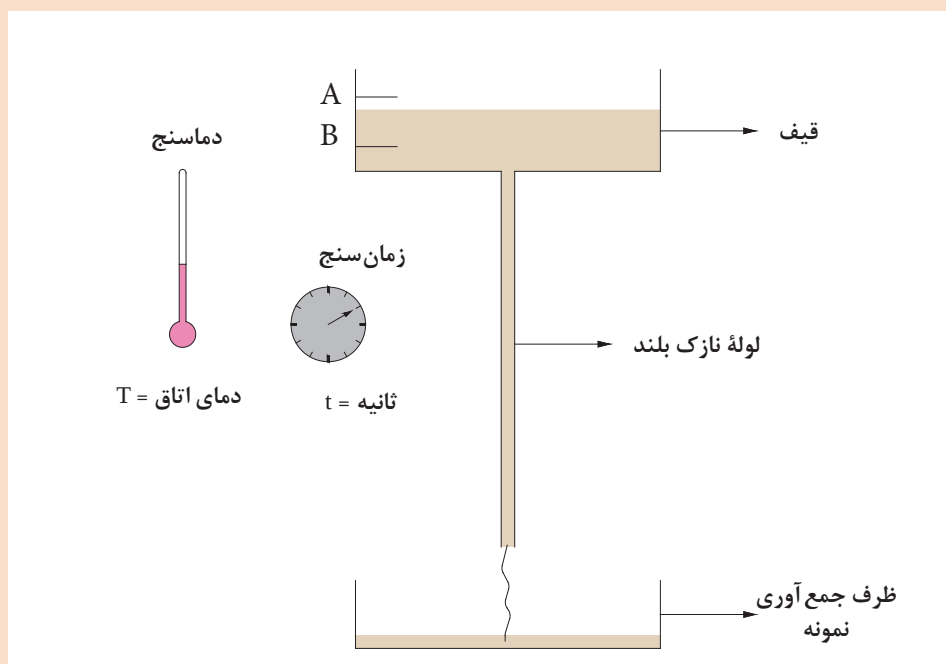
وسایلی که برای اندازه‌گیری گرانروی سیالات به کار می‌روند، مستقیماً گرانروی آنها را اندازه‌گیری نمی‌کنند. بلکه این وسایل، زمان عبور مقدار معین نمونه را از یک مجرای استاندارد، اندازه‌گیری می‌کنند و سپس با استفاده از یک ضریب تبدیل که توسط سازندگان تعیین می‌شود، زمان اندازه‌گیری شده به گرانروی سینماتیک تبدیل می‌شود. در جدول ۱، گرانروی سینماتیک چند محصول نفتی آورده شده است.

جدول ۱- گرانروی سینماتیک چند نمونه از محصولات نفتی

نام ماده	دمای آزمایش (°C)	گرانروی سینماتیک (eSt)
نفت گاز (گازوئیل)	۳۷/۸ (۱۰۰ °F)	۲-۵/۵
نفت کوره	۵۰ (۱۲۲ °F)	حداکثر ۸۰
روغن موتور SAE ۳۰	۸۱/۱ (۲۱۰ °F)	۹/۷-۱۲

مقایسه گرانروی

با استفاده از امکانات موجود در کارگاه (قیف، دماسنج و کروномتر) همانند شکل زیر آزمایشی طراحی کنید که به کمک آن بتوان به راحتی و به سرعت، گرانروی مایعات و مواد نفتی مختلف نظیر نفت سفید و روغن موتور را با یکدیگر مقایسه کرد.



مقایسه گرانروی مایعات

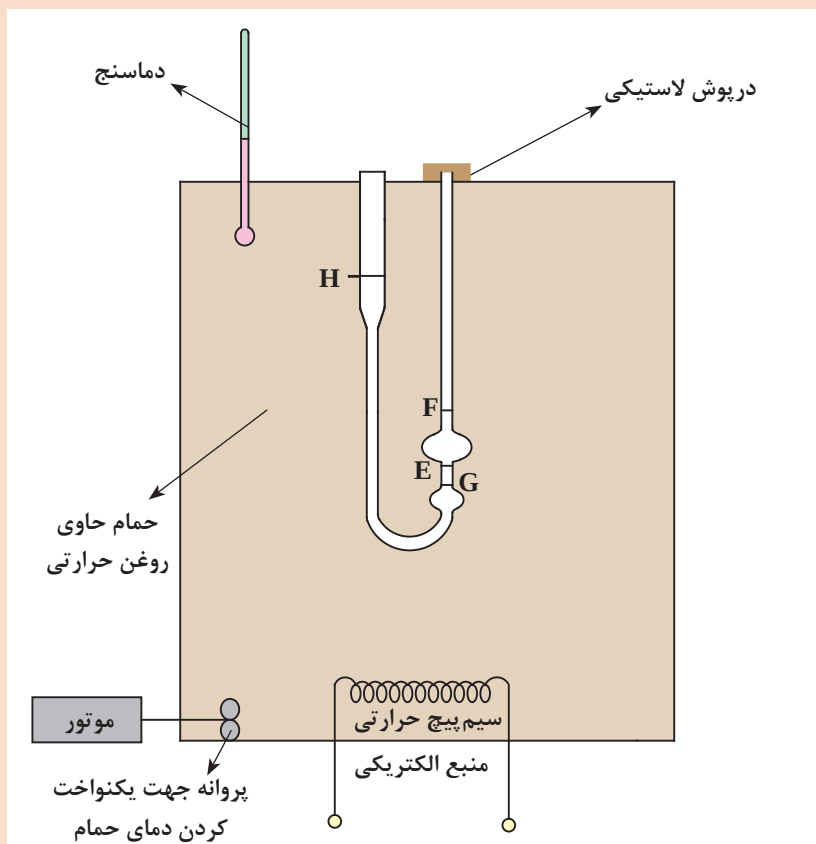
فعالیت
کارگاهی





تعیین گرانروی روانکارها با استفاده از انواع ویسکومتر

روش متداول برای اندازه‌گیری گرانروی سینماتیک، استفاده از ویسکومتر است. با ساختمان و طرز کار ویسکومترها در سال گذشته آشنا شدید. ویسکومتر، یک لوله شیشه‌ای U شکل استاندارد با مجرای مویین می‌باشد. برحسب نوع ماده و محدوده گرانروی آنها، ویسکومترهایی با اشکال مختلف طراحی شده است. گرانروی سیالات در دماهای مشخص اندازه‌گیری و گزارش می‌شود.



اندازه‌گیری گرانروی مایعات توسط ویسکومتر در دماهای مختلف

وسایل مورد نیاز:

- ☐ ویسکومتر شیشه‌ای؛
- ☐ حمام مجهز به کنترل‌کننده دما و دماسنج؛ شکل بالا طرح ساده‌ای از ویسکومتر در داخل حمام را نشان می‌دهد. در صورتی که حمام مناسب در کارگاه موجود نباشد، اندازه‌گیری گرانروی فقط در دمای محیط امکان‌پذیر خواهد بود.
- ☐ زمان‌سنج با دقت دهم ثانیه جهت اندازه‌گیری مدت زمان جریان سیال در ویسکومتر.

روش کار:

- ۱ ابتدا یک ویسکومتر تمیز و خشک با ضریب مناسب انتخاب کنید.
- ۲ نمونه را از دهانه بزرگ تر به داخل ویسکومتر بریزید، به گونه ای که دقیقاً بین دو نشان H و G قرار بگیرد. برای آنکه بتوانید نمونه را در این محدوده نگه دارید، اضافه کردن نمونه به داخل ویسکومتر را به تدریج انجام دهید. ضمناً برای آنکه بر اثر اختلاف ارتفاع و در نتیجه اختلاف فشار در دو شاخه ویسکومتر، نمونه از نشان G بالاتر نرود، یک درپوش لاستیکی بر روی دهانه دیگر قرار دهید، هرگاه این درپوش را بردارید سیال جریان می یابد و هرگاه آن را ببندید، حرکت سیال متوقف می شود. بدین ترتیب می توانید دقیقاً نمونه را بین دو نشان H و G قرار دهید. ضمناً نمونه داخل ویسکومتر به هیچ عنوان نباید حباب هوا داشته باشد. ویسکومتر حاوی نمونه را به صورت عمودی حدود نیم ساعت در داخل حمام قرار دهید تا به دمای مورد نظر برسد.
- ۳ از دهانه باریک تر ویسکومتر با کمک یک دستگاه مکنده (پمپت پرکن یا دستگاه ایجاد خلأ) مایع را به سمت بالا مکش کنید تا جایی که از دو خط نشانه روی لوله ویسکومتر بالاتر رود. (دقت کنید که مایع از بالای ویسکومتر خارج نشود) سپس دستگاه خلأ را از دهانه ویسکومتر جدا کنید، مایع با نیروی جاذبه زمین سقوط می کند. هنگامی که سطح سیال به نشان E رسید، زمان سنج را به کار اندازید. خاتمه کار هنگامی است که نمونه به نشان F برسد که در این لحظه باید زمان سنج را متوقف کنید.
- ۴ آزمایش را دوباره انجام داده و اندازه گیری زمان را تکرار کنید سپس بین دو زمان به دست آمده میانگین بگیرید.
- ۵ جهت محاسبه گرانروی سینماتیک بر حسب cSt، از رابطه زیر استفاده می شود:

$$v = Ct$$

- که در آن C ثابت ویسکومتر و t زمان عبور سیال بین دو نقطه F و E می باشد.
- ۶ براساس رابطه زیر و داشتن مقدار چگالی سیال، می توان گرانروی دینامیک را به دست آورد.

$$\mu = dv$$

که در آن:

$$\mu = (cP) \text{ گرانروی دینامیکی}$$
$$d = \left(\frac{g}{cm^3} \right) \text{ چگالی در دمای آزمایش}$$
$$v = (cSt) \text{ گرانروی سینماتیک می باشد.}$$

فعالیت بالا را ابتدا برای تعیین گرانروی آب در دمای محیط انجام دهید و سپس این کار را با نمونه های مختلف روغنی و در دماهای مختلف تکرار کرده و نتایج را در جدولی قرار داده و با یکدیگر مقایسه کنید.

شاخص ویسکوزیته

شاخص ویسکوزیته^۱ یکی از مفاهیم کلیدی در دنیای روغن‌ها و روان‌کننده‌ها است که اهمیت آن در صنایع مختلف، به‌ویژه در صنعت پتروشیمی، بسیار زیاد است.

شاخص ویسکوزیته یک معیار نسبی برای اندازه‌گیری میزان تغییرات گرانشی روغن در دماهای مختلف است. این شاخص به ما کمک می‌کند تا بدانیم روغن چقدر در برابر تغییرات دمایی مقاوم است. روغن‌هایی که شاخص ویسکوزیته بالایی دارند، در دماهای مختلف تغییرات کمی در گرانشی از خود نشان می‌دهند؛ به عبارت دیگر، این روغن‌ها در دماهای بالا و پایین به‌طور یکسان عمل می‌کنند.

برای مثال، روغن‌های با شاخص ویسکوزیته بالا می‌توانند در دمای ۴۰ درجه سلسیوس و ۱۰۰ درجه سلسیوس عملکرد مشابهی داشته باشند. این ویژگی بسیار مهم است زیرا در بسیاری از کاربردهای صنعتی، تغییرات دما می‌تواند به شدت روی عملکرد روغن تأثیر بگذارد.

اگر روغنی دارای شاخص ویسکوزیته پایینی باشد، ممکن است در دماهای بالا رقیق شود و کارایی خود را از دست بدهد. برای مثال، در یک کمپرسور استفاده از روغن با شاخص ویسکوزیته پایین باعث افزایش مقاومت جریان و مصرف بیشتر انرژی می‌شود.

نکته ایمنی



- روغن‌های داغ می‌توانند ایجاد سوختگی کنند، از دستکش و محافظ چشم استفاده کنید.
- روغن‌های استفاده‌شده را طبق مقررات بازیافت دفع کنید.
- از کار با ویسکومتر شیشه‌ای شکسته خودداری کنید؛ در صورت شکستگی، قطعات حاد را با وسایل مناسب بردارید.

تمرین



در آزمایش اندازه‌گیری گرانشی سینماتیک زمان جابه‌جایی بین دو نقطه علامت‌گذاری شده دستگاه برای روغن روان‌کننده $t = 150\text{ s}$ به دست آمده است. اگر ثابت ویسکوزیته $C = 0.15\text{ cst/s}$ و چگالی روغن $d = 0.9\text{ g/cm}^3$ باشد گرانشی سینماتیک (V) و دینامیک (μ) را به دست آورید.

نقطه ریزش^۲ و ابری شدن^۳

نقطه ریزش یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های مایعات نفتی است. وجود پارافین‌های سنگین در مایعات نفتی سبب می‌شود که این مایعات در سرما سیالیت خود را از دست داده یا به عبارتی «ببندند» و علت آن، وجود پارافین‌های سنگین است که زودتر از دیگر هیدروکربن‌ها منجمد می‌شوند. نقطه ابری شدن و نقطه ریزش را می‌توان به‌طور خلاصه چنین تعریف کرد:

نقطه ابری شدن: هنگام سرد کردن یک نمونه از محصولات نفتی، دمایی که در آن، ابر یا هاله‌ای از بلورهای ترکیبات پارافینی ظاهر می‌شود، نقطه ابری شدن نام دارد.

نقطه ریزش: به هنگام سرد کردن یک نمونه از محصولات نفتی، پایین‌ترین دمایی که در آن، نمونه هنوز سیالیت و روانی خود را حفظ کرده است، نقطه ریزش نام دارد. به عبارت دیگر، نقطه ریزش پایین‌ترین دمایی است که در آن دما ماده نفتی می‌تواند جریان داشته باشد.

۱_ VI – Viscosity Index

۲_ Pour Point

۳_ Cloudy Point

نقطه‌ریزش، مشخصه‌ای است که برای مصرف‌کننده بسیار اهمیت دارد. در سرمای زمستان، اگر نقطه‌ریزش روانکار به حد کافی پایین نباشد، سیالیت و روانی خود را از دست می‌دهد و در نتیجه در سامانه‌های مختلف گرفتگی ایجاد شده، عملاً دستگاه از کار می‌افتد.

از نظر کاربردی، نقطه‌ریزش اهمیت بیشتری نسبت به نقطه ابری شدن دارد، اما در یک آزمایش، هر دو مشخصه اندازه‌گیری می‌شوند. این آزمایش در حقیقت شاخصی از مقدار پارافین‌های سنگین (موم) موجود در روانکار و در نهایت شاخصی از کیفیت عملیات پالایش می‌باشد.

جدول ۲- چند نوع مخلوط جهت استفاده در حمام‌های سرمایش

نوع مخلوط	مناسب ایجاد سرما تا دمای
مخلوط آب و یخ	10°C (50°F)
مخلوط یخ خرد شده و بلورهای نمک سدیم کلرید	12°C (10°F)
مخلوط یخ خرد شده و بلورهای نمک کلسیم کلرید	26°C (-15°F)
مخلوط یخ خشک و استن یا نفتا	57°C (-70°F)

فعالیت
کارگاهی



تعیین نقطه ریزش و ابری شدن

این آزمایش بر روی محصولاتی نظیر انواع روغن‌های موتور انجام می‌شود. باید توجه داشت که هدف از انجام این آزمایش تعیین نقطه انجماد نمونه مورد نظر نیست، بلکه تعیین پایین‌ترین دمایی است که از آن دما بالاتر، می‌توان با اطمینان از محصول استفاده نمود، بدون آنکه محصول ببندد و روانی و سیالیت خود را از دست بدهد.

وسایل مورد نیاز:

شکل صفحه بعد تجهیزات مورد نیاز برای اندازه‌گیری نقطه‌آوری شدن و نقطه‌ریزش را نشان می‌دهد که شامل قسمت‌های زیر است:

✓ لوله آزمایش از جنس شیشه به ارتفاع حدود ۱۱/۵ تا ۱۲/۵ سانتی‌متر و قطر داخلی حدود ۳ تا ۳/۴ سانتی‌متر، مجهز به درپوش لاستیکی یا چوب پنبه. در وسط درپوش سوراخی جهت عبور دماسنج ایجاد شده است.

✓ دو عدد دماسنج جیوه‌ای که محدوده دمایی 38°C - تا 50°C را نشان دهند. یکی از دماسنج‌ها در داخل حمام و دیگری در داخل نمونه قرار می‌گیرد.

✓ درپوش لاستیکی نمونه؛

✓ درپوش لاستیکی حمام؛

✓ نمونه روغنی؛

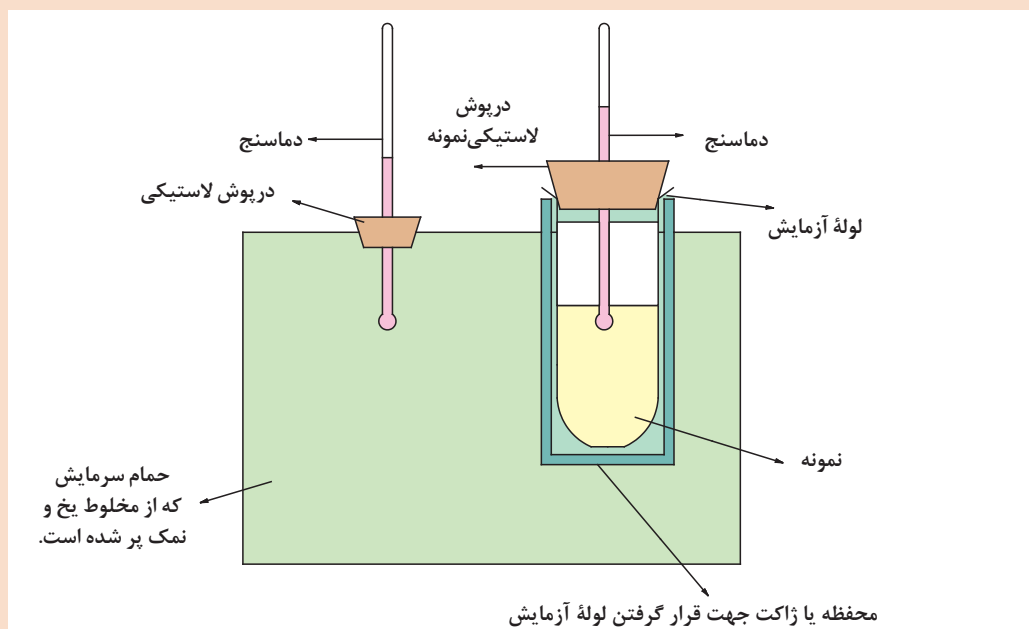
✓ محفظه، جهت قرار گرفتن لوله آزمایش در آن؛

✓ حمام سرمایش که از مخلوط یخ و نمک پر شده است؛

✓ حمام سرمایش که نوع و اندازه آن دلخواه است. این حمام می‌تواند مجهز به سامانه سرمایش مکانیکی (چرخه سرمایش یخچال) و یا یک ظرف ساده آزمایشگاهی باشد که با مخلوط یخ و نمک پر شده است.

در هر صورت حمام باید دو ویژگی اصلی داشته باشد:

۱. بتواند دمای نمونه را تا حد کافی پایین بیاورد.
 ۲. لوله آزمایش به طور کامل و به شکل عمودی در داخل حمام قرار گیرد و به آسانی از آن خارج شود. ضمناً هنگامی که لوله آزمایش و دماسنج در حمام قرار می گیرند، باید بتوان به آسانی کاهش دما را مشاهده کرد. در صورت ساخت یک حمام ساده در کارگاه، پیشنهاد می شود یک محفظه یا ژاکت فلزی که قطر آن کمی بیش از قطر لوله آزمایش است، در داخل حمام پیش بینی شود، به گونه ای که لوله آزمایش به آسانی در داخل آن قرار گرفته یا برداشته شود.
- بسته به نوع نمونه مورد آزمایش و دمای مورد نظر، می توان از مخلوط های جدول ۲ استفاده کرد.



تجهیزات اندازه گیری نقطه ابری شدن و نقطه ریزش

روش کار:

۱. نمونه مورد نظر را در داخل لوله آزمایش بریزید به گونه ای که حدود $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{4}$ از لوله را پر کند. یکی از دماسنج ها را از داخل سوراخ درپوش عبور داده، درپوش را روی لوله آزمایش قرار دهید. مخزن دماسنج باید در زیر سطح مایع (۳ میلی متر پایین تر از سطح مایع) قرار گیرد. سپس این مجموعه را در داخل حمام سرمایش قرار دهید (شکل). دقت داشته باشید که دماسنج و لوله آزمایش به شکل عمودی در حمام قرار گیرند.
۲. با کاهش هر 3°C (یا 5°F)، لوله آزمایش را از حمام بیرون آورده و آن را بررسی کنید. دمایی که در آن، ابر یا هاله، در داخل نمونه ظاهر شد، نقطه ابری شدن است، آن دما را یادداشت کنید و دماسنج را به نزدیک انتهای لوله آزمایش رسانده، لوله را به داخل حمام برگردانده و عمل سرد کردن را ادامه دهید.
۳. از این به بعد، هر بار که لوله آزمایش را از حمام خارج می کنید، آن را کمی کج کرده و بررسی کنید

که آیا نمونه روغنی هنوز روان است و می‌ریزد یا خیر؟ دمایی که در آن، با کج کردن لوله آزمایش، نمونه روان نشود (در این صورت می‌گوییم نمونه بسته است) نقطه ریزش است، بنابراین آن را یادداشت کنید.

۴ علت آنکه با کاهش هر 3°C (یا 5°F) لوله آزمایش را از حمام خارج کرده و مورد بررسی قرار می‌دهید آن است که نمونه باید فرصت کافی داشته باشد تا در داخل حمام، حرارت از دست داده و بلورها تشکیل شوند.

۵ عددی که به عنوان نقطه ریزش یادداشت شد، به همان شکل گزارش نمی‌شود و باید تصحیح گردد. بدین ترتیب که به منظور افزایش اعتماد و اطمینان به نتایج آزمایش و به دلیل آنکه هر 3°C (یا 5°F) کاهش دما یک بار نمونه مورد بررسی قرار می‌گیرد، 3°C (یا 5°F) به نتایج آزمایش اضافه کرده و آن را به عنوان نتیجه نهایی گزارش کنید.

مثال: در یک آزمایش که به منظور تعیین نقطه ابری شدن و نقطه ریزش یک نمونه نفتی انجام گرفت، مشاهدات زیر گزارش شد:

دما ($^{\circ}\text{F}$)	نتیجه بررسی نمونه
۶۸	- شروع آزمایش (دمای محیط)
:	- (اجازه می‌دهیم دمای نمونه در حمام کاهش یابد).
۳۰	- هیچ ابری یا هاله‌ای در نمونه ظاهر نشد (اولین بررسی).
۲۵	- اولین بلورها به شکل ابر یا هاله در نمونه ظاهر شد، اگر لوله آزمایش را کمی کج کنید، نمونه روان می‌شود.
۲۰	- مقدار ابر یا هاله در نمونه افزایش یافته است اما اگر لوله آزمایش را کمی کج کنیم، هنوز نمونه روان می‌شود.
۱۵	- ابر یا هاله تقریباً سراسر لوله آزمایش را فراگرفته و اگر آن را کمی کج کنید، نمونه روان نمی‌شود.

براساس مشاهدات فوق، در نهایت نتایج زیر گزارش شد:

25°F = نقطه ابری شدن

$20^{\circ}\text{F} = 15 + 5$ = نقطه ریزش

در یک کارخانه که در منطقه‌ای سردسیر قرار دارد و دمای هوا در شب‌های زمستان به حدود -10°C می‌رسد، جهت انتقال سوخت (گازوئیل) از مخازن به کوره‌ها توسط پمپ، چه مشکلاتی پدید می‌آید؟ چه راه‌حلی برای رفع این مشکل پیشنهاد می‌کنید؟ نقطه ریزش گازوئیل مورد استفاده -7°C است.

پرسش



جدول ۳ نقطه ابری شدن و نقطه ریزش چند نمونه از محصولات نفتی را نشان می‌دهد.

جدول ۳- نقطه ابری شدن و نقطه ریزش گازوئیل، نفت کوره و یک نوع روغن موتور

نقطه ریزش (°F)	نقطه ابری شدن (°F)	نام ماده
تابستان ۳۰ زمستان ۲۵	تابستان ۴۰ زمستان ۳۵	گازوئیل
تابستان ۵۰ زمستان ۳۰	-	نفت کوره
(حداکثر) ۰	-	روغن موتور (۳۰ - SAE)

- ☐ نقطه ریزش و ابری شدن روانکارهای تولیدشده در کارگاه را اندازه گیری کنید.
- ☐ کلیه دماهای ریزش و ابری شدن اندازه گیری شده را با هم مقایسه کنید.

فعالیت
کارگاهی

نقطه اشتعال^۱: وقتی مایع نفتی، در شرایط مشخصی گرم شود، در دمای معینی بخار یا گاز کافی برای تشکیل مخلوط قابل اشتعال با هوا ایجاد می شود. در این حالت اگر شعله کوچکی نزدیک آن برده شود، سطح مایع برای لحظه ای مشتعل می گردد. در این دما، مقدار بخارها به اندازه ای نیست که بتواند ایجاد شعله نماید و با دور کردن شعله از سطح مایع، احتراق ایجاد شده بلافاصله خاموش خواهد شد.

نقطه احتراق^۲: اگر حرارت دادن به مایع نفتی ادامه داده شود تا مقدار بخار قابل اشتعال روی سطح مایع افزایش بیشتری پیدا کند، زمانی می رسد که غلظت این بخارها به اندازه کافی زیاد می شوند که با نزدیک کردن یک شعله به سطح مایع، احتراقی برای پنج ثانیه متوالی در سطح آن رخ می دهد. برای هر محصول، نقطه اشتعال و احتراق بستگی زیادی به ظرف آزمایش و سرعت حرارت دادن دارد. نقطه اشتعال روغن ها با تغییر گرانشی تغییر می کند.

کم شدن نقطه اشتعال در روغن های کارکرده، بیانگر این است که یا سوخت وارد روغن شده یا روغن برای مدت بسیار زیادی تحت دمای بالا کار کرده است. این عامل باعث شکست حرارتی^۳ یا شکسته شدن مولکول های بزرگ و تبدیل شدن آنها به مولکول های کوچک تر با نقطه اشتعال پایین تر خواهد شد. لازم به یادآوری است که اندازه گیری نقطه اشتعال و احتراق را در سال گذشته آموخته و بر روی نمونه های نفتی آزمایش انجام داده اید. به دلیل اهمیت بالای این ویژگی در محصولات نفتی و به ضرورت تأمین ایمنی بیشتر در صنایع در این بخش نیز یک فعالیت عملی پیش بینی شده است.

فعالیت
کارگاهی

تعیین نقطه اشتعال و احتراق روانکارها

مطابق آموخته های سال گذشته، نقطه اشتعال و احتراق انواع روانکارهای موجود در کارگاه و ساخته شده توسط گروه های هنرجویی در فعالیت های ۱ و ۲ را اندازه گیری کنید.

نکته ایمنی



- ✓ دستگاه در محلی مطمئن و دور از مواد قابل اشتعال (حتماً در زیر هواکش کارگاه) قرار گیرد.
- ✓ در حین انجام آزمایش استفاده از وسایل ایمنی شخصی، ماسک، عینک و... الزامی است.
- ✓ در صورتی که نمونه مشتعل شده و شعله‌های آن خاموش نشود، یک درپوش فلزی روی ظرف قرار دهید تا با نرسیدن هوا به نمونه، شعله خاموش شود. فوراً حرارت دادن را قطع کرده و اجازه دهید دستگاه خنک شود.

نکته زیست محیطی



- ✓ قبل از آغاز هر آزمایش، شستن ظرف (فنجان) با حلال مناسب الزامی است.
- ✓ مایعات مورد آزمایش را پس از سرد شدن در ظرفی جداگانه جمع‌آوری کنید و از ریختن آن در فاضلاب خودداری نمایید.

پرسش



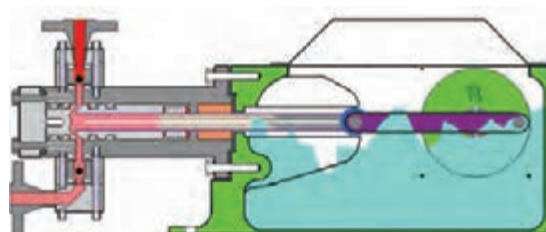
با توجه به نتایج آزمایش و رسم نمودار، اثر دما بر چگالی را بیان کنید.

روش‌های روغن کاری

مهم‌ترین عامل در کارایی دستگاه‌ها و قطعات متحرک آنها، انتخاب صحیح نوع روغن و سامانه روغن کاری است. اصولاً نوع سامانه روغن کاری بر اساس وضعیت و نیاز دستگاه موردنظر انتخاب می‌شود و به روش‌های زیر عملی می‌شود:

- ✓ قطره‌ای؛
- ✓ پاششی؛
- ✓ هیدرواستاتیکی؛
- ✓ تحت فشار.

روغن کاری قطره‌ای: سامانه‌های روغن کاری قطره‌ای شامل تعدادی پمپ پلانجری رفت و برگشتی قابل تنظیم است و روی محفظه‌ای (مخزن روغن) نصب شده و توسط لوله‌هایی مقدار روغن موردنیاز را تأمین و ارسال می‌کند. در شکل ۱۴ طرح ساده‌ای از یک پمپ قطره‌ای روغن از نوع پلانجری رفت و برگشتی نشان داده شده است.



شکل ۱۴- طرح ساده‌ای از یک پمپ قطره‌ای از نوع پلانجری رفت و برگشتی

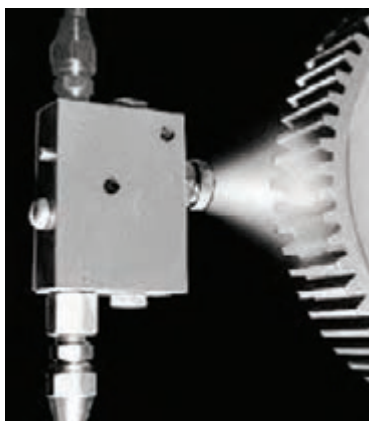
نکته



سطح روغن داخل مخزن نباید از خطی که مشخص‌کننده سطح روغن است کمتر یا بیشتر باشد، زیرا در هر دو حالت روانکاری ناقص می‌شود.

به دلیل نشتی‌های اجتناب‌ناپذیری که وجود دارد سطح روغن تغییر می‌کند، این موضوع می‌تواند در سامانه روانکاری اختلال ایجاد کند. پس لازم است سامانه‌ای وجود داشته باشد که بتواند به‌طور خودکار سطح روغن را در حد مطلوبی نگه دارد.

روغن کاری پاششی: در این روش، روغن توسط نازل‌هایی بر روی قطعه متحرک پاشیده می‌شود (شکل ۱۵).



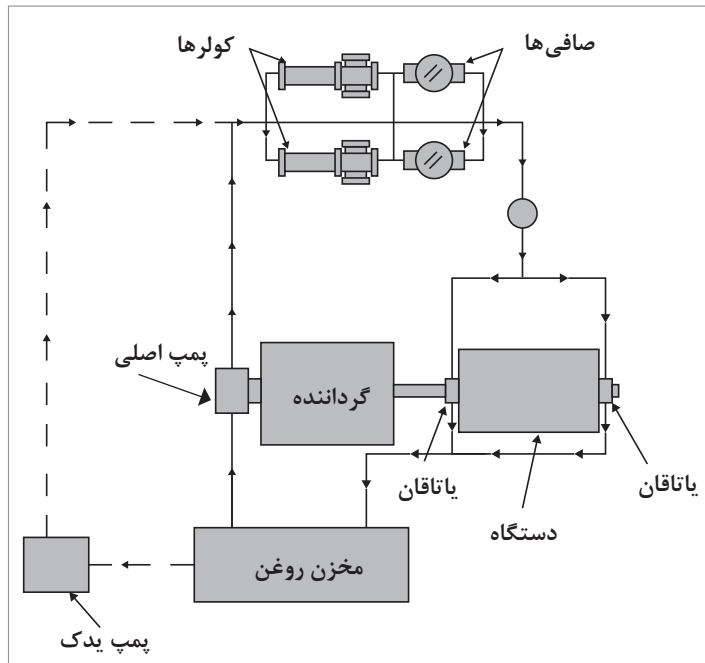
شکل ۱۵- روغن کاری پاششی

روغن کاری هیدرواستاتیکی: در این روش، قطعه متحرک یا در روغن غوطه‌ور است و یا به وسیله عاملی به‌طور مرتب روغن کاری می‌شود. در بیشتر دستگاه‌های کوچک از این روش استفاده می‌شود (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- روغن کاری هیدرواستاتیکی

روغن کاری تحت فشار: در این سامانه برای روغن کاری، از روغن تحت فشار استفاده می‌شود. برای روغن کاری باید همیشه از روغن تمیز استفاده شود، زیرا ذرات موجود در روغن می‌تواند در فواصل کم بین قطعات گیر افتاده و باعث ساییدگی شود. در شکل ۱۷ تصویر ساده‌ای از اجزا و قطعات اصلی یک سامانه روغن کاری تحت فشار نشان داده شده است.



شکل ۱۷- اجزا و قطعات اصلی سامانه روغن کاری تحت فشار

قبل از اینکه پمپ یا هر دستگاه دیگر راه اندازی شود، کلیه مجموعه و سامانه های حفاظتی آن مورد بررسی قرار گیرند تا از عملکرد صحیح سامانه های حفاظتی آنها اطمینان حاصل شود.

با توجه به شکل ۱۷ و مطالبی که در پودمان صافی آموختید، اهمیت فیلتراسیون روغن و مدیریت پسماند روغن مصرفی را بیان کنید.

نکته



بحث
گروهی



روش تمیز نمودن سامانه روغن کاری: ورود ذرات جامد و زنگ های باقی مانده در لوله ها و مسیرهای روغن کاری باعث نفوذ آنها بین قطعات ثابت و متحرک و در نتیجه ساییدگی و فرسایش سریع قطعات می شود. برای جلوگیری از این آسیب، لازم است که کلیه مسیرها و نقاط مختلف سامانه روغن کاری، چه برای دستگاه هایی که به تازگی نصب شده باشند (با دقت خیلی بالاتر) و چه بعد از تعمیرات اساسی دستگاه ها روش های دقیق عملیات تمیزکاری، طبق یک دستور کار جامع انجام شود.

تجزیه و تحلیل روغن

تجزیه و تحلیل روغن از چندین سال پیش در بیشتر کشورهای پیشرفته به عنوان یک ابزار بسیار مفید و مناسب برای اهداف زیادی به کار رفته است و اجرای صحیح آن در صنایع مختلف می تواند گامی بلند و تحولی اساسی در جهت حفظ سرمایه های ملی و کاهش وابستگی ها و مصرف بهینه آن باشد.

کنترل اینکه در هنگام کار دستگاه، روغن، تمیز و بدون هرگونه آلودگی (آب، گرد و خاک، ذرات فرسایشی و...) باقی بماند، بسیار مهم و حیاتی است که این کار با تجزیه و تحلیل روغن محقق می شود. همانند خون در بدن انسان که حامل میکروب ها و بیماری ها است و با آزمایش یک نمونه آن به خیلی از بیماری ها می توان پی برد، روغن نیز این نشانه ها را به داده های ارزشمندی که به اهداف نگهداری و تعمیرات کمک می کند، تبدیل می نماید.

آزمایش هایی که بر روی نمونه روغن انجام می شود:

این آزمایش ها به دو دسته چشمی و آزمایشگاهی تقسیم می شوند:

۱ بازدیدهای چشمی:



شکل ۱۸- مقایسه چشمی روغن تمیز و کثیف

برای این کار لازم است که حدود ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی لیتر روغن از مدار روغن کاری، نمونه گیری شده و در یک بطری شیشه ای ریخته شود. اگر روغن کثیف و یا رنگ مات داشته باشد باید آن را به مدت یک ساعت در دمای 40°C نگهداری نمود. حال براساس ظاهر روغن و تجربیات قبلی می توان اطلاعات مختصری از آن به دست آورد. این روش کارایی خیلی زیادی ندارد (شکل ۱۸).

۲ آزمون های آزمایشگاهی

آزمون های آزمایشگاهی شامل موارد زیر است:

۱ آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغن و مقایسه آن با روغن نو برای ادامه کار روغن و یا تعویض آن؛

۲ آزمایش ذرات فلزی برای تشخیص وضعیت فرسایش قطعاتی که با روغن در تماس هستند؛

۳ آزمایش آلاینده های موجود در روغن.

در آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغن ها، ویژگی هایی نظیر گرانروی، خواص اسیدی و قلیایی، نقطه ریزش، آلودگی آب و... اندازه گیری می شود. مقادیر اندازه گیری شده، با مقادیر مجاز توصیه شده و مقادیری که قبلاً در شرایط مشابه اندازه گیری شده بود، مقایسه می شوند. همچنین نتایج آزمایش ها با مقادیر اندازه گرفته شده از نمونه روغن های کار نکرده، مقایسه می شوند. از این نتایج می توان به مواردی پی برد که برخی از آنها عبارت اند از:

الف) بازدید وضعیت روغن برای ادامه کار یا تعویض آن؛

ب) تشخیص سریع فیلترهای معیوب؛

ج) تأیید عملیات تمیزکاری سامانه پس از انجام تعمیرات روی دستگاه ها؛

د) تأیید سالم بودن آب بندها.

روانکاری پمپ‌ها

پمپ‌ها اغلب تحت فشار ناشی از عملکرد پیوسته و نیروهای شدید قرار دارند. بنابراین، کیفیت مناسب روغن و روغن کاری به موقع پمپ‌ها، یکی از نیازهای اولیه برای عمر طولانی و عملکرد عاری از اشکال آنها می‌باشد. روغن مصرفی در عملیات روغن کاری نباید حاوی ذرات خارجی و یا اسیدهای شست‌وشو باشد. کم‌ترین نیازهای روغن‌های روان‌ساز مناسب، در استانداردهای مشخصی تعیین شده است. به این ترتیب تمامی عرضه‌کنندگان روغن‌های روان‌ساز در تلاش هستند که محصولات خود را بر این اساس طبقه‌بندی نموده و محصولی ارائه نمایند که از این استانداردها پیروی نماید. شکست در زمینه روان‌سازی و روغن کاری (عدم نگه‌داری بهینه، استفاده از روان‌سازهایی با کیفیت نامناسب، نشتی و...) می‌تواند موجب بالا رفتن دمای سطح پوشش پمپ تا میزان غیرقابل قبولی شود.

شناسایی و روانکاری تجهیزات ساده کارگاهی

روش کار: در وسایل ساده مانند پمپ آب، پنکه یا موتور کولر با نظارت هنرآموز، نقاط اصطکاک را شناسایی و روغن کاری مناسب انجام دهید.

فعالیت
کارگاهی



نکته ایمنی



روغن روان‌سازی می‌تواند موجب بروز حساسیت پوستی و التهاب چشم شود. لذا تمام نکات ایمنی لازم را که از سوی شرکت سازنده ذکر شده است، رعایت نمایید.

تعویض روغن در پمپ

برای تعویض روغن در روان‌سازی یا روغن کاری پمپ‌ها به ترتیب زیر عمل کنید:

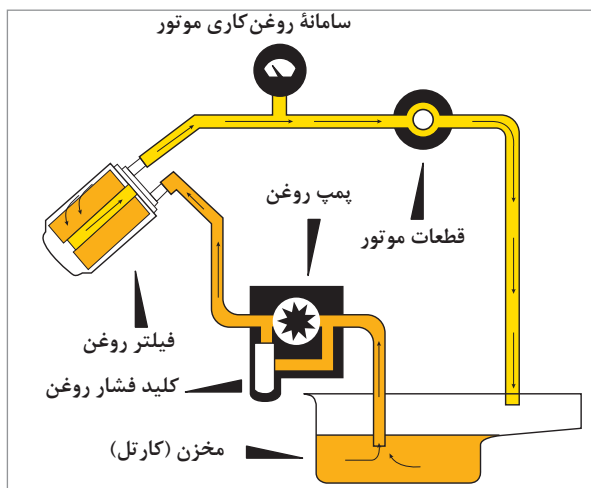
فعالیت
کارگاهی



- ۱ پمپ را خاموش کنید.
- ۲ یک سینی در زیر گذرگاه روغن بگذارید تا تمام روغن به‌طور ایمن خارج و جمع‌آوری شود.
- ۳ سرپوش پیچ را برداشته و روغن را کاملاً تخلیه و تجهیزات را تمیز و خشک کنید. بار دیگر سرپوش را محکم ببندید.
- ۴ شبکه‌بندی یا تاقان را طبق توضیحات روش کار روانکاری پمپ مربوطه، با روغن جدید پر کنید. مثلاً در پر کردن روغن با مخزن دارای سطح ثابت در روانکاری پمپ‌ها به این صورت عمل کنید: پیچ نگه‌دارنده را شل کرده و بطری روغن را از مخزن سطح ثابت خارج کنید. سرپوش پر کردن روغن را بردارید. بین یاتاقان و اجزای پمپ را با روغن پر کنید تا جایی که پوشش یا مخزن سطح ثابت، شروع به بالا آمدن کند. سپس بطری را با همان نوع روغن پر کرده و آن را فشار دهید تا روی پوشش یا لوله محافظ مخزن سطح ثابت، متوقف شود. این روش را تا پر شدن حداقل دو سوم مخزن ادامه داده و سپس با پیچ نگه‌دارنده آن را محکم کنید. سرپوش پر کردن مخزن را پیچیده و محکم کنید. میزان روغن داخل بطری را به دفعات بررسی کرده و در صورت لزوم باز هم آن را پر کنید.



استفاده از روغن مصرف شده باید مطابق با مقررات و اصول قانونی صورت پذیرد و همچنین به هیچ وجه نباید آن را داخل فاضلاب ریخت.

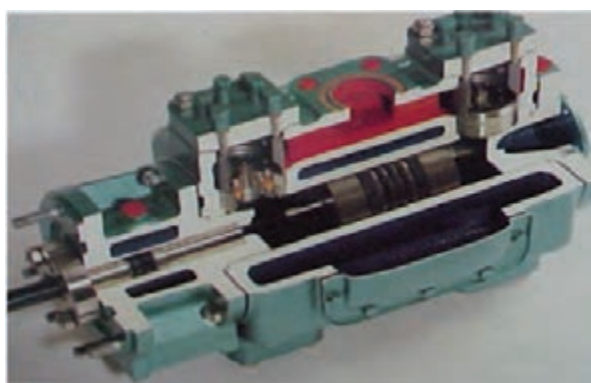


شکل ۱۹- سامانه روغن کاری موتور

روغن کاری موتور خودرو: روغن کاری موتور، به وسیله روغن موجود در مخزن (کارتل) صورت می گیرد. روغن موتور که بین ۴ تا ۶ لیتر است، توسط پمپ مکیده شده و پس از تصفیه به وسیله صافی، با فشار معینی به مدار روغن کاری ارسال شده و سپس به یاتاقان های اصلی و فرعی هدایت می گردد (شکل ۱۹).

با توجه به کاربرد فراوان انواع و اقسام دمنده ها^۱ و کمپرسورها^۲ در صنایع مختلف کشور، آشنایی هرچه بیشتر متخصصین تعمیر و نگهداری و کارکنان واحدهای عملیاتی با این تجهیزات امری ضروری است.

کمپرسورها و روانکاری آنها



شکل ۲۰- نمای داخلی یک کمپرسور

دمنده اصطلاحاً به دستگاه هایی اطلاق می شود که برای جابه جا کردن حجم متوسط گاز با فشارهای کم و تا حدود ۳ بار، مورد استفاده قرار می گیرند. کمپرسور به دستگاه هایی گفته می شود که برای فشرده کردن و انتقال گازها مورد استفاده قرار می گیرند (شکل ۲۰). بسته به نوع و ساختمان کمپرسورها، از آنها برای حجم ها و فشارهای مختلفی استفاده می شود. معمولاً اختلاف فشار گاز ورودی و خروجی کمپرسورها بیشتر از ۳ بار است. البته کمپرسورها و دمنده ها خیلی به هم شبیه اند و گاهی ممکن است یک دستگاه در یک واحد به عنوان دمنده و در واحد دیگر به عنوان کمپرسور شناخته شود.

کمپرسورها دستگاه‌هایی هستند که در بیشتر مراکز صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی از انواع کمپرسورها و موارد کاربرد آنها در صنایع نفت به شرح زیر می‌باشد:

۱- کمپرسورهای هوا^۱: برای تولید هوای فشرده مورد نیاز سامانه‌های ابزار دقیق، واحدهای عملیاتی و ماشین‌آلات و ابزارهایی که با هوای فشرده کار می‌کنند، مورد استفاده قرار می‌گیرند و بیشترین فشار خروجی آنها ۸ بار است.

۲- کمپرسورهای گاز مایع (LPG): این کمپرسورها برای فشرده کردن و جابه‌جا نمودن گازهایی مثل C_1 ، C_2 ، C_3 و... مورد استفاده قرار می‌گیرند و معمولاً از کمپرسورهای نوع رفت و برگشتی هستند.

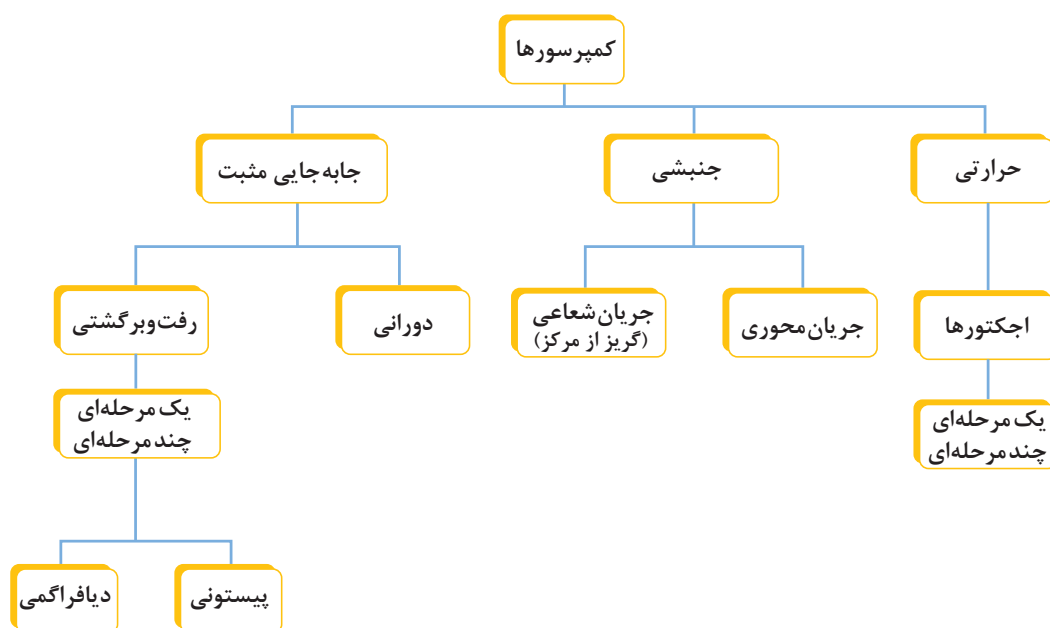
۳- کمپرسورهای سامانه‌های سرمایش: این کمپرسورها روی خنک‌کننده‌ها و سامانه‌های تهویه مطبوع و نیز برای عملیات خنک‌کاری مورد استفاده قرار می‌گیرند و غالباً از نوع کمپرسورهای رفت و برگشتی هستند.

طبقه‌بندی کمپرسورها

کمپرسورها از لحاظ اصول کار به سه دسته کلی طبقه‌بندی می‌شوند:

- کمپرسورهای جنبشی^۲؛
- کمپرسورهای جابه‌جایی مثبت^۳؛
- کمپرسورهای حرارتی^۴.

هرکدام از این کمپرسورها، مطابق نمودار شکل ۲۱ به انواع دیگری طبقه‌بندی می‌شوند.



شکل ۲۱- طبقه‌بندی انواع کمپرسور

۱- Air Compressors

۲- Dynamic Compressors

۳- Positive Displacement Compressor

۴- Thermal Compressors

در ادامه برای آشنایی بیشتر، اصول کار چند نمونه از کمپرسورها شرح داده می‌شود.

کمپرسورهای جنبشی

این نوع کمپرسورها، با سرعتی که توسط پره‌های دوار کمپرسور ایجاد می‌شود، عملیات بالا بردن فشار گاز را توسط حرکت دینامیکی انجام می‌دهند و باعث بالا بردن انرژی جنبشی گاز می‌شوند. این نوع کمپرسورها از لحاظ جریان گاز خروجی از پره‌ها در دو دسته کمپرسورهای جریان محوری^۱ و شعاعی^۲ طبقه‌بندی می‌شوند

کمپرسورهای حرارتی^۳

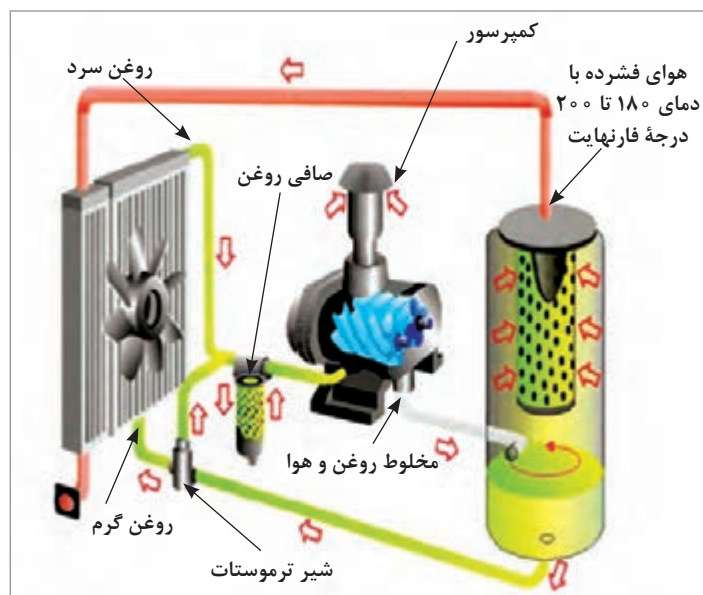
از آنجایی که حرارت دادن گاز باعث افزایش جنبش مولکول‌ها و افزایش فشار در حجم ثابت می‌شود (مثل دیگ‌های زودپز که برای پختن غذا از آنها استفاده می‌شود)، در بعضی از فرایندها که با چرخه گازی کار می‌کنند، از این سامانه‌ها استفاده می‌شود و بالا بردن فشار گاز در این سامانه‌ها با حرارت دادن گاز انجام می‌شود.

سامانه‌های روغن کاری کمپرسورها

کمپرسورها را با استفاده از سامانه پاششی ساده و سامانه‌های تغذیه اجباری به کمک پمپ، روغن کاری می‌کنند. در کمپرسورهای کوچک فقط از سامانه روغن کاری پاششی استفاده می‌شود اما در کمپرسورهای نیمه‌بسته و باز، روغن کاری توسط پمپ روغن انجام می‌گیرد.

به دلیل اهمیت روغن کاری باید از وجود روغن کافی در کمپرسور مطمئن شد؛ به همین منظور بر روی بدنه کمپرسور، شیشه‌ای قرار دارد تا بتوان سطح روغن داخل کمپرسور را بازدید نمود و در صورت پایین آمدن سطح روغن از اندازه تعیین شده، نسبت به جبران آن اقدام نمود.

همچنین برای اطمینان از کار صحیح پمپ روغن، از کلید پایش فشار استفاده می‌شود تا در صورت خراب شدن پمپ روغن و نبودن فشار مناسب برای روغن کاری اجزای کمپرسور، توسط آن کمپرسور خاموش شود. شکل ۲۲ یک نمونه روغن کاری کمپرسور در صنعت را نشان می‌دهد.



شکل ۲۲- چرخه گردش روغن در کمپرسور

موارد قابل توجه در سامانه روانکاری کمپرسور:

- بازبینی منظم فشار و دما هنگام کار و خاموشی دستگاه‌ها هر ۶ ماه یک بار؛
- بازرسی سطح روغن هنگام خاموشی دستگاه؛
- تعویض روغن در صورت کثیف شدن روغن؛
- تمیز کردن صافی روغن در هنگام تعویض روغن.

مواردی که باید در هنگام روانکاری مورد توجه قرار گیرند عبارت‌اند از:

- تعداد و محل‌های روانکاری هر دستگاه؛
- روش روانکاری (استفاده از پمپ، گریس پمپ، قیف، برس مویی، حجم و میزان روانکار)؛
- نوع روانکار.

بازرسی معمول راه‌اندازی اولیه و پس از تعمیرات اساسی کمپرسورهای رفت و برگشتی

در راه‌اندازی اولیه و یا پس از هر بار تعمیرات اساسی کمپرسورهای رفت و برگشتی، باید تمیزکاری کلی اطراف کمپرسور و بازرسی سرپوش‌ها برای جلوگیری از نفوذ اجسام خارجی به داخل سامانه روغن و کمپرسور انجام شود. این بازدیدها شامل بازرسی سامانه روغن کاری سیلندرها نیز می‌باشد.

مهم‌ترین عامل در کارایی دستگاه‌ها، انتخاب صحیح نوع روغن و سامانه روانکاری است. این سامانه شامل روغن کاری قسمت‌های ثابت و متحرک داخل سیلندر (سامانه روغن کاری قطره‌ای) نیز می‌باشد که در راه‌اندازی اولیه و پس از هر بار تعمیرات اساسی کمپرسورها باید مورد توجه قرار گیرند (شکل ۲۳).



شکل ۲۳- سامانه تمیزکاری کمپرسور



راه اندازی کمپرسورها

نکات قابل توجه در راه اندازی اولیه و بعد از تعمیرات کمپرسورها عبارتند از:

- ۱ اطمینان از تمیز بودن و عاری بودن سرپوش ها، صافی ها و قسمت های مختلف از خاک، شن و دیگر آلودگی ها که در صورت نیاز به تمیزکاری باید با پارچه ای بدون نخ های آزاد (بدون پرز) و با مایع تمیزکننده پاک شوند. به منظور سهولت انجام کار معمولاً داخل کمپرسورها رنگ سفید زده شده است تا آلودگی ها و اجسام خارجی به راحتی قابل دیدن باشند.
- ۲ هنگام شست و شوی لوله های داخلی^۱ و بدنه کمپرسورها و دیگر ماشین آلات، از روغن هایی باید استفاده شود که غلظت آن کمتر از غلظت روغن اصلی سفارش شده کارخانه باشد تا قابلیت نفوذ و حرکت آن در کلیه منافذ بهتر باشد. لازم به توضیح است که با توجه به نوع روغن های حفاظتی استفاده شده، نوع روغن برای شست و شو و تمیزکاری مسیرهای روغن توسط کارخانه سازنده پیشنهاد می گردد.
- ۳ هنگام شست و شو و تمیزکاری مسیرهای روغن، باید کلیه مسیرهای ورودی روغن به یاتاقان ها باز شوند و ابتدا مسیرهای لوله کشی پمپ، کولرها، فیلترها و... تمیز گردند. در این مرحله، افت فشار روغن در داخل فیلترها باید به دقت تحت نظر قرار گیرد و با افزایش افت فشار، فیلترها بازرسی شده و برای تمیزکاری و یا تعویض آنها اقدام شود.
- ۴ هنگام عملیات شست و شو و تمیزکاری مسیرهای روغن، هر پانزده دقیقه یک بار میل لنگ را باید یک چهارم دور چرخاند.
- ۵ کلیه اتصالات و سامانه های روغن باید از نظر نشتی مورد بازرسی قرار گیرند.
- ۶ پس از اتمام کار شست و شو و تمیزکاری، روغن کثیف داخل سامانه تعویض شود.
- ۷ بازدید کلیه کلیدهایی که به وسیله عامل فشار و دما تغذیه می شوند.
- ۸ بازدید کلیه شیرهای اطمینان^۲ روغن طبق تنظیمات توصیه شده و زمان مقرر برای هر کدام از آنها.
- ۹ اطمینان از کارکرد مناسب گرمکن های روغن (برقی و بخاری) و شیوه عمل کردن آنها در دمای مناسب.
- ۱۰ هواگیری کلیه مسیرهای روغن اعم از فیلترها، کولرها و... .

تمیزکاری و شست و شوی سامانه های روانکاری

پایش تمیزی روغن در میان صاحبان تجهیزات امری کاملاً پذیرفته شده است و در قالب برنامه های تعمیر و نگهداری دوره ای و منظمی مانند تمیزکاری لوله ها، مخازن، دستگاه های خنک کننده و غیره انجام می گیرد. آلودگی روغن با کاهش کارایی و طول عمر روغن، عملکرد دستگاه ها را تحت تأثیر قرار داده و هزینه های سنگینی را تحمیل خواهد کرد. در این راستا یکی از روش های مؤثر که موجب بهبود کارایی روغن می شود، شست و شوی سامانه روانکاری با استفاده از روغن شست و شو است. معقول ترین و مؤثرترین روش بازرسی شرایط روغن، پایش مناسب روانکار و سامانه روانکاری است که براساس یک برنامه صحیح و دقیق تجزیه و آزمون روغن، تنظیم شده

۱- Flushing

۲- Safety Nalve



باشد. در این روش علاوه بر اندازه‌گیری مشخصات اصلی روانکار، به سؤالاتی مانند تمایل روانکار به ایجاد لجن و عوامل دیگر که موجب کاهش عمر روغن در هنگام کارکرد می‌شوند، با بررسی شرایط عمومی و مواد موجود در روانکار، پاسخ داده می‌شود.

- ۱ وقتی رسوب، لجن یا آلودگی‌های ناشی از زنگ‌زدگی قطعات در سامانه روغن به وجود می‌آید یا زمانی که سامانه روانکاری یک واحد تازه راه‌اندازی شده به واسطه آلودگی‌های شیمیایی یا مکانیکی در حال صدمه دیدن است، چه باید کرد؟
- ۲ با حجم بالای ذرات ساینده ناشی از خرابی و سایش شدید اجزای سامانه نظیر یاتاقان‌ها چه باید کرد؟

برای عملکرد بدون مشکل سامانه، آلودگی‌ها باید از سامانه روانکاری حذف شوند. به هر حال، زمانی که در شرایط حاد، نوع و میزان این ذرات آلاینده، بیشتر از ظرفیت جداسازی فیلترها شود، عملکرد آتی اجزا تهدید شده و عملکرد سامانه دچار مشکل خواهد شد. در این شرایط، روش‌های نگه‌داری استاندارد به تنهایی کافی نیستند بلکه در کنار اقدامات تعریف شده، شست‌وشوی کامل سامانه با شوینده‌ای مناسب، به گونه‌ای که سیال شست‌وشو، تلاطم کافی داشته باشد، نیز باید انجام شود. اگر پس از انجام این کارها، روغن مورد استفاده همچنان ویژگی‌های موردنظر را در سطح مناسب تأمین نکند، روانکار را باید تعویض نمود.

از آنجایی که انجام عملیات تمیزکاری سامانه روانکاری در ضمن انجام تعمیرات اساسی سالیانه یا در واحدهایی که تازه راه‌اندازی شده‌اند، مشکل است، روش‌های متنوعی مانند سنبه‌زنی، شست‌وشوی شیمیایی (با استفاده از حلال‌ها، مواد افزودنی و غیره)، دمیدن بخار به داخل سامانه و یا استفاده از روش‌های متنوع شست‌وشو با روغن، در این خصوص مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از این روش‌ها در سامانه‌های خیلی آلوده نتایج مطلوب و در عین حال مقرون به صرفه‌ای را از نظر زمان و هزینه به دست نمی‌دهند و حتی اگر نتیجه‌ای هم حاصل شود غالباً ناپایدار بوده و پس از مدت کوتاهی از بین می‌رود و نیاز به تمیزکاری‌های بعدی نیز وجود خواهد داشت.

این ناخالصی‌ها می‌توانند در طول کارکرد، در اثر تخریب روغن یا خوردگی قطعات ایجاد شوند (شکل ۲۴). در



فرایندهایی که گاز فشرده مورد استفاده قرار می‌گیرد، گاز مقادیری از ناخالصی را با خود حمل می‌کند و می‌تواند با عبور از آب‌بندها با روغن پایه و یا مواد افزودنی روغن واکنش دهد. این آلودگی‌ها در داخل سامانه روانکاری جمع شده و رسوبات مختلفی را بر جای می‌گذارند. ناخالصی‌ها دلیل اصلی سایش زودرس قطعات هستند و می‌توانند موجب توقف کامل سامانه شوند. آسیب‌پذیرترین دستگاه‌ها پمپ‌ها، خنک‌کننده‌های روغن، فیلترها و مخازن هستند.

شکل ۲۴- رسوبات ناشی از تخریب روغن و خوردگی قطعات



اگر تمیزکاری و شست‌وشوی سامانه‌های روانکاری به درستی انجام نشود، چه مشکلاتی پیش می‌آید؟

تمیزکاری یک سامانه روانکاری، کار آسانی نیست. تمیزکاری هیدرودینامیک با استفاده از پاشش آب با فشار بالا و به دنبال آن شست‌وشو با استفاده از جریان بسیار متلاطم روغن، روش ارزشمند و مفیدی است که جایگزین روش‌های قدیمی شده است. شست‌وشو با روغن بعد از فرایند آب‌شویی بسیار مؤثرتر و سریع‌تر خواهد بود. این امر اجازه می‌دهد تا یک برنامه منظم و بدون وقفه برای شروع به کار سامانه تنظیم گردد و نیازی به صرف زمان زیاد برای انجام شست‌وشو نخواهد بود. با اجرای این روش، امکان تعمیر و نگهداری سامانه به صورت مؤثر و فعال وجود خواهد داشت. این روش برای محیط‌زیست نیز زیان‌آور نیست چرا که آب یک حلال طبیعی و تمیز است و آب خروجی از سامانه نیز حاوی آلاینده‌های متصل به دیواره داخلی قطعات همراه با مقادیر بسیار کم روغن موجود در سامانه است. بسته به میزان دقت و کیفیت مورد استفاده در این روش، ضمانت بلندمدت‌تری برای تمیزی سامانه وجود خواهد داشت.



۱- انجام چند نمونه روانکاری

با استفاده از روانکارهای تهیه‌شده، روانکاری تجهیزات در دسترس خود مانند کولر، چرخ خیاطی، سندلی، لولاهای درها و... را انجام دهید.

۲- بازدید از مراکز صنعتی

با هماهنگی هنرآموز خود از مراکزی که دارای پمپ و کمپرسور هستند، بازدیدی به عمل آورید. در مورد آنها و سامانه‌های روانکاری گزارشی تهیه کنید.



۱ گرانروی را شرح دهید.

۲ نقطه ریزش و ابری شدن را تعریف کنید.

۳ در کدام روش از تمیزکاری یک سامانه روانکاری، احتمال آسیب زدن به محیط‌زیست کمتر است.

ارزشیابی شایستگی تعیین مشخصات روانکارها

شرح کار:

- تعیین مشخصات روانکارها را بداند.
- چگونگی روش روغن کاری تجهیزات را بداند
- روانکاری تجهیزات شیمیایی را بداند.
- پس از انجام کار وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.

استاندارد عملکرد:

بازرسی دوره‌ای سیالات روانکار با استفاده از مشخصات فیزیکی و شیمیایی

شاخص‌ها:

رعایت نکات ایمنی هنگام روانکاری تجهیزات شیمیایی

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه و آزمایشگاه

زمان: یک جلسه آموزشی

ابزار و تجهیزات: تجهیزات آزمایشگاهی، وسایل ایمنی شخصی، دستگاه اندازه گیری نقطه اشتعال و احتراق مواد نفتی، مخازن ذخیره کارگاهی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین مشخصات روانکارها	۲	
۲	روش روغن کاری	۱	
۳	روانکاری تجهیزات صنایع شیمیایی	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: * ایمنی: انجام دادن کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: صرفه جویی در مصرف صرفه جویی در مصرف مواد اولیه در هنگام روانکاری تجهیزات و روغن کاری آنها توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام دادن کار بدون ریخت و پاش شایستگی‌های غیرفنی: اخلاق حرفه‌ای، مدیریت منابع، محاسبه و کاربست ریاضی، مستندسازی، گزارش نویسی	۲	
	میانگین نمرات **		

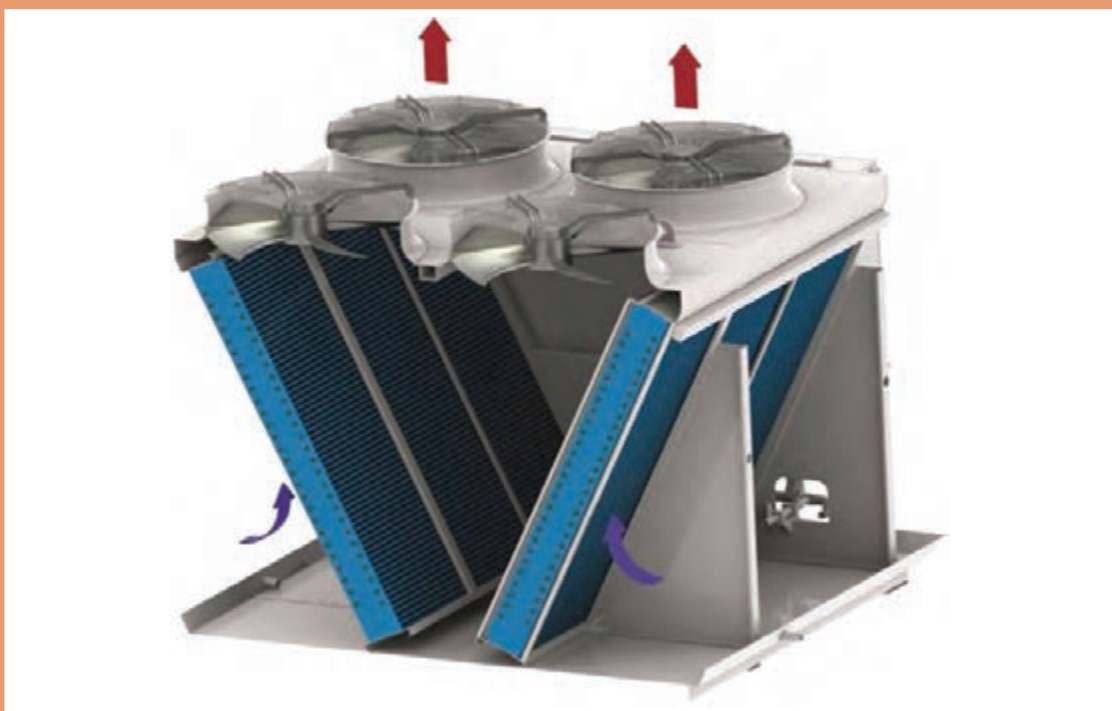
* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.



پودمان ۵

خنک کاری تجهیزات



استفاده از فرایندهای مختلف خنک کاری به دلیل حفاظت تجهیزات صنعتی، مسائل زیست محیطی، صرفه جویی در انرژی و... امری اجتناب ناپذیر است.

واحد یادگیری ۱

تحلیل برج های خنک کننده

مقدمه

بالا رفتن دمای مواد و وسایل درگیر در فرایندهای گوناگون، تبخیر مایعات، تغییر شکل یا فرسودگی قطعات و کاهش بازدهی عملکرد دستگاه ها از جمله نتایج باقیماندن و تجمع گرما در تجهیزات مختلف می باشند. برای پیشگیری یا کاهش این معایب، بایستی گرمای مزبور از این دستگاه ها خارج شود. برای این کار از انواع مختلف دستگاه های خنک کننده استفاده می گردد، چراکه روش های انتقال و دفع گرمای حاصل از یک منبع گرم به یک منبع سرد متفاوت است. در این واحد یادگیری مباحث نظری مربوط به خنک کاری، انواع سامانه های خنک کننده و کارکرد برج های خنک کننده بررسی می شود.

استاندارد عملکرد

بررسی کارکرد سامانه های خنک کاری معمولی و صنعتی

شایستگی های غیر فنی

- ۱ اخلاق حرفه ای: حضور منظم و وقت شناسی، انجام دادن وظایف و کارهای محول، پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع، مدیریت مؤثر زمان، استفاده صحیح از مواد و تجهیزات
- ۳ کار تیمی: حضوری فعال در فعالیتهای گروهی، انجام دادن کارها و وظایف سپرده شده
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیتهای کارگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

شایستگی های فنی

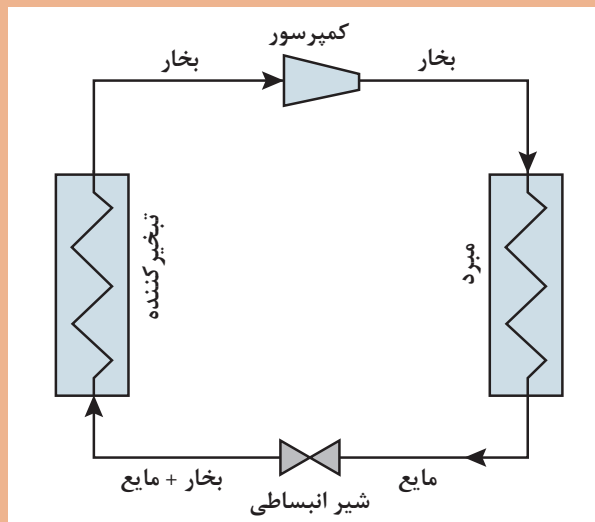
- ۱ انواع روش های خنک کاری
- ۲ ساختار برج های خنک کننده
- ۳ بررسی کارکرد برج های خنک کننده

خنک‌کاری

پرسش



با توجه به چرخه سرمایش زیر، چرا یخچال و فریزرهای موجود در منازل باید در فاصله مناسبی از دیوار قرار داشته باشند؟



باقی ماندن و تجمع گرما در تجهیزات مختلف سبب بالا رفتن دمای مواد و وسایل درگیر در فرایندهای گوناگون، تبخیر مایعات، تغییر شکل یا فرسودگی قطعات و کاهش بازدهی عملکرد دستگاه‌ها می‌شود. برای پیشگیری یا کاهش این عیب‌ها، باید گرمای مزبور از این دستگاه‌ها خارج شود. به این منظور لازم است از انواع مختلف خنک‌کننده‌ها استفاده شود، چرا که روش‌های انتقال و دفع گرمای حاصل از یک منبع گرم به یک منبع سرد، متفاوت است.

تحقیق کنید



اگر آب گرم خروجی از انواع مبدل‌های حرارتی به‌طور مستقیم وارد دریاها و رودخانه‌ها شود، چه پیامدهای نامطلوبی به دنبال خواهد داشت؟

پرسش



آیا می‌توانید برای استفاده از انرژی موجود در سیالات گرم خروجی از فرایندهای مختلف، یک روش مناسب پیشنهاد دهید؟

به دلیل حفاظت از تجهیزات صنعتی، مسائل زیست محیطی، صرفه جویی در انرژی و... استفاده از فرایندهای مختلف خنک کاری اجتناب ناپذیر است. وقتی مایع گرمی با بخار اشباع نشده‌ای تماس می‌یابد، قسمتی از مایع تبخیر می‌شود، بنابراین دمای مایع باقیمانده افت می‌کند. مهم‌ترین کاربرد این اصل در سامانه‌های خنک‌کن است که بر مبنای آن، دمای آب مصرفی در چگالنده‌ها و مبدل‌های گرمایی کاهش می‌یابد. از جمله مصارف دستگاه‌های خنک‌کننده در صنایع شیمیایی، نیروگاه‌ها و وسایل تهویه مطبوع است. فرایندهای خنک کاری با استفاده از هوا، آب، انواع روغن و سیالات دیگر و با کمک تجهیزات مکانیکی و یا بدون کمک آنها صورت می‌گیرند.

بحث
گروهی



در مورد خنک کاری مواد و وسایل موجود در جدول زیر با هم گروهی‌های خود بحث کرده و جدول را تکمیل کنید.

ردیف	نام وسیله	روش خنک کاری	توضیح
۱	جاروبرقی		
۲	رایانه		
۳	هوای اتاق و ساختمان‌ها		
۴	آب گرم خروجی از مبدل‌های حرارتی		
۵	محصولات برج تقطیر		
۶	...		

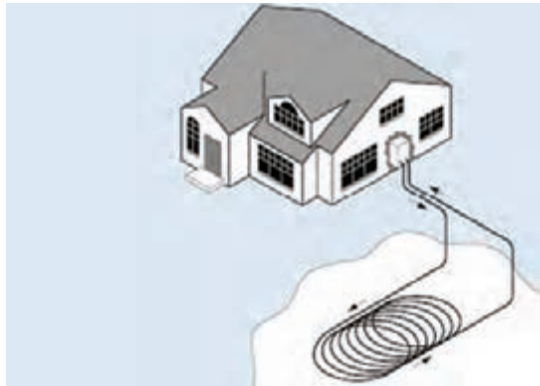
بدن انسان به طور طبیعی چگونه خنک می‌شود؟

تحقیق
کنید



انواع سامانه‌های خنک‌کننده

در بیشتر سامانه‌های خنک‌کننده، گرما به سیال خنک‌کن منتقل می‌شود. میزان خنک شدن، بسته به نوع سامانه و فرایند، متغیر است. انواع سامانه‌های خنک‌کننده به سه گروه اصلی گردشی بسته، گردشی باز و گذرا تقسیم می‌شوند.



الف) سامانه های خنک کننده گردش بسته
در سامانه های گردش، آب در نقطه ای گرم شده و در جای دیگر خنک می شود. در سامانه چرخشی کاملاً بسته، آب خنک کننده از میان سامانه عبور کرده و بدون اینکه هیچ گونه آبی تلف شود، به مخزن اصلی خود بر می گردد (شکل ۱).

شکل ۱- طرح ساده ای از سامانه خنک کننده گردش بسته

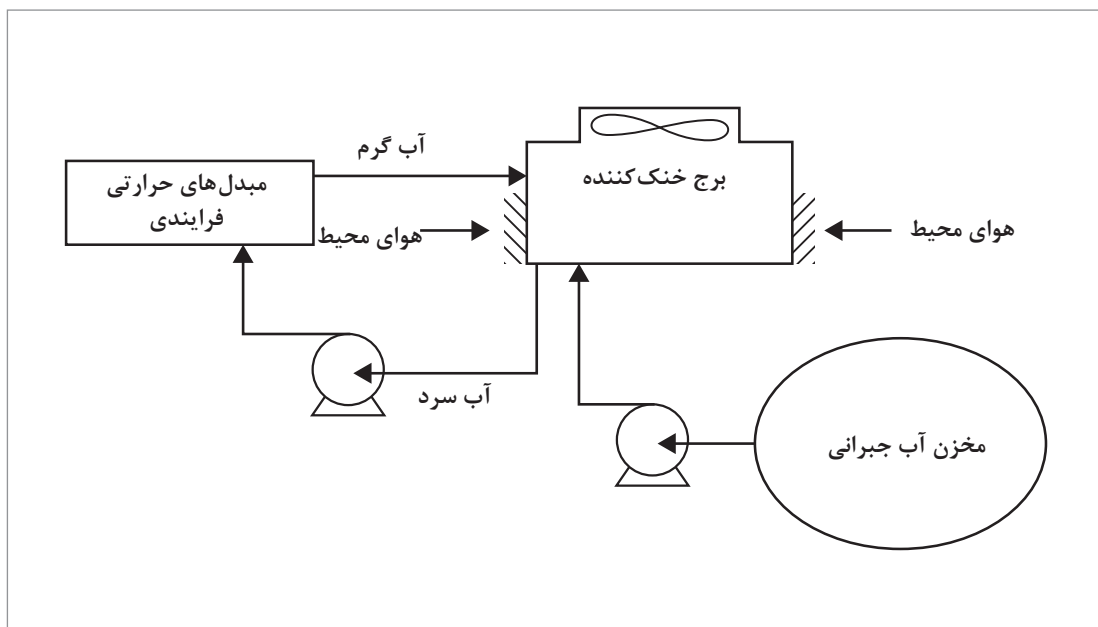
نمونه هایی از سامانه خنک کننده گردش بسته را نام ببرید.

پرسش



ب) سامانه های خنک کننده گردش باز

سامانه های خنک کننده باز، از رایج ترین سامانه های خنک کننده می باشند. در این سامانه ها در هر چرخه گردش، حدود ۲ تا ۳ درصد آب تبخیر می شود، بنابراین آب تازه جایگزین آن می شود (شکل ۲).



شکل ۲- طرح ساده ای از سامانه خنک کننده گردش باز



شکل ۳- نمونه‌ای از سامانه خنک‌کننده گذرا در مجاور رودخانه‌ها

پ) سامانه‌های خنک‌کننده گذرا

در سامانه خنک‌کننده گذرا، آب از داخل رودخانه، دریا و... به داخل سامانه فرستاده شده یک بار از داخل واحدهای خنک‌کننده عبور می‌کند و دوباره به منبع اصلی خود برگشت داده می‌شود. بنابراین، برداشت آب در این سامانه‌ها خیلی زیاد است و ملاحظات زیست‌محیطی شدیدی در این سامانه باید رعایت شود (شکل ۳).

بیشتر دستگاه‌های خنک‌کننده از یک مدار بسته تشکیل شده‌اند که آب در این دستگاه‌ها نقش جذب، دفع و انتقال گرما را به عهده دارد، یعنی آب، گرمای به‌وجود آمده توسط فرایند را جذب و از آن دور می‌سازد. این کار باعث یکنواختی عملیات و پایداری دستگاه‌ها می‌شود. باید توجه داشت که آب، بخشی از گرمای خود را به روش‌های تشعشع، هدایتی، جابه‌جایی و بقیه را از راه تبخیر از دست می‌دهد. در دستگاه‌هایی که به دلایلی مجبوریم آب را در آنها به کار ببریم، باید به‌گونه‌ای گرمای آب را دفع کرد. این کار با به کار بردن برج‌های خنک‌کننده انجام می‌گیرد. در تمام کارخانه‌ها تعداد زیادی مبدل حرارتی وجود دارد که در بیشتر آنها، آب عامل خنک‌کنندگی است. به دلایل زیر آب از متداول‌ترین سردکننده‌ها است:

۱ نسبت به سایر خنک‌کننده‌ها به مقدار زیاد و ارزان در دسترس می‌باشد.

۲ به آسانی می‌توان از آن استفاده نمود.

۳ قدرت سردکنندگی آن نسبت به مایعات دیگر بیشتر است.

۴ با تغییر دما، انقباض و انبساط آن جزئی است.

هر چند که آب برای انتقال گرما بسیار مناسب است، ولی با به کار بردن آن، مشکلاتی نیز به‌وجود می‌آید.

معایب و محاسن استفاده از آب را به عنوان خنک‌کننده نام ببرید.

با چه روش‌هایی می‌توان محل زندگی خود را خنک کرد؟ (حداقل پنج روش را بررسی کنید)

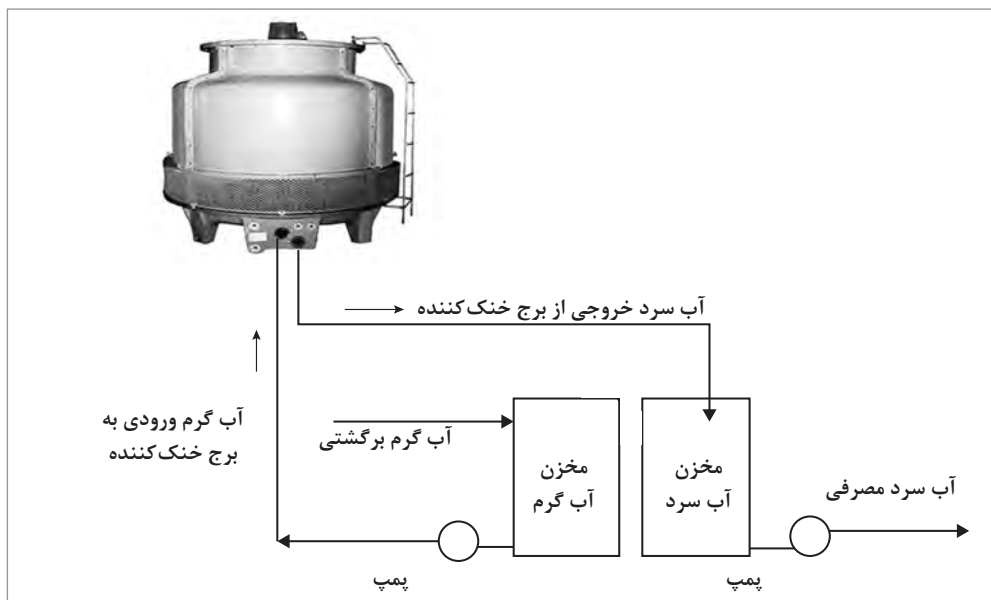
پرسش



تحقیق کنید



شکل ۴، یک نمونه سامانه خنک کننده ساختمان‌ها، را نشان می‌دهد.

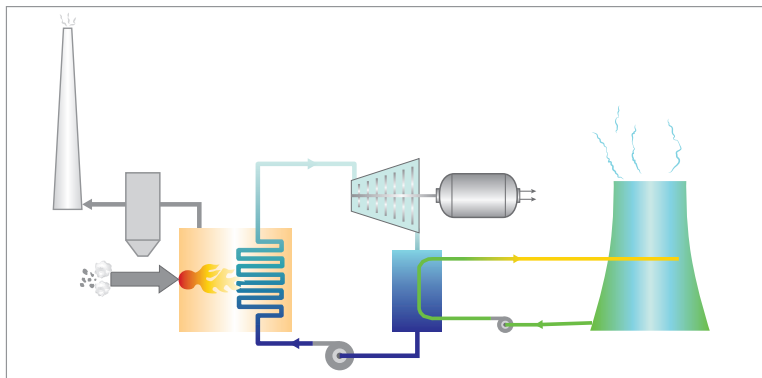


شکل ۴- یک نوع سامانه خنک کننده ساختمان‌ها

در ادامه، انواع دستگاه‌های خنک کننده شامل برج خنک کننده^۱، سامانه خنک کننده خودرو و خنک کننده‌های پمپ و کمپرسور معرفی می‌شوند.

برج خنک کننده

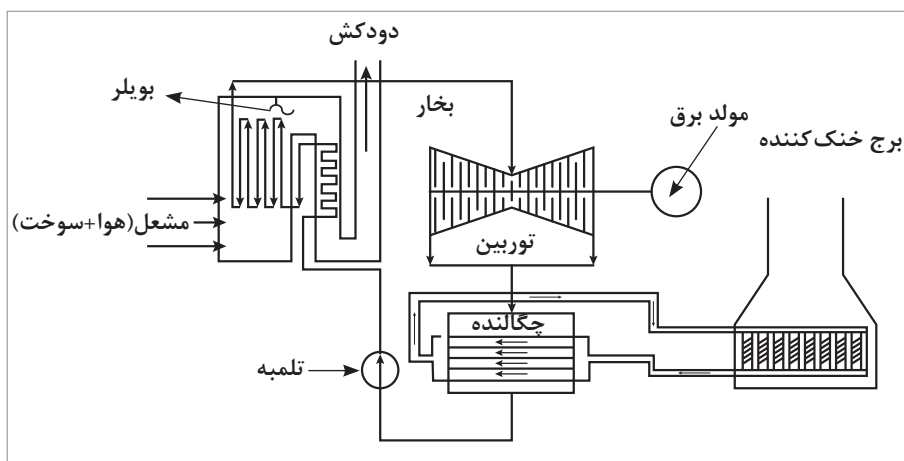
در اغلب کارخانه‌ها یکی از مهم‌ترین دستگاه‌ها، انواع برج‌های خنک کننده می‌باشد. این برج‌ها علاوه بر آب، به منظور خنک کردن سیالات دیگر نیز به کار می‌روند. برج‌های خنک کننده معمولاً حجیم هستند و به علت پاشیدن آب به محیط اطراف خود، معمولاً آنها را در انتهای فرایند نصب می‌کنند (شکل ۵). اکنون در ایران ساخت این برج‌ها در حد وسیعی صورت می‌گیرد.



شکل ۵- موقعیت برج خنک کننده در یک فرایند

برج خنک کننده، دستگاهی است که با ایجاد سطح وسیع تماس آب با هوا، تبخیر را آسان کرده و باعث خنک شدن سریع آب می گردد. عمل خنک شدن، در اثر از دست دادن گرمای نهان تبخیر انجام می شود؛ در حالی که تبخیر شدن مقدار کمی از آب، نیز باعث خنک شدن بقیه آن می شود. به عبارت دیگر، برج خنک کننده، وسیله ای برای دفع حرارت زائد آب مورد استفاده در چگالنده ها، به طریق تبادل حرارتی با هوا است. برج های خنک کننده معمولاً با تبخیر آب، حرارت ایجاد شده را دفع کرده و آب را تا دمای حباب مرطوب هوا کم می کنند.

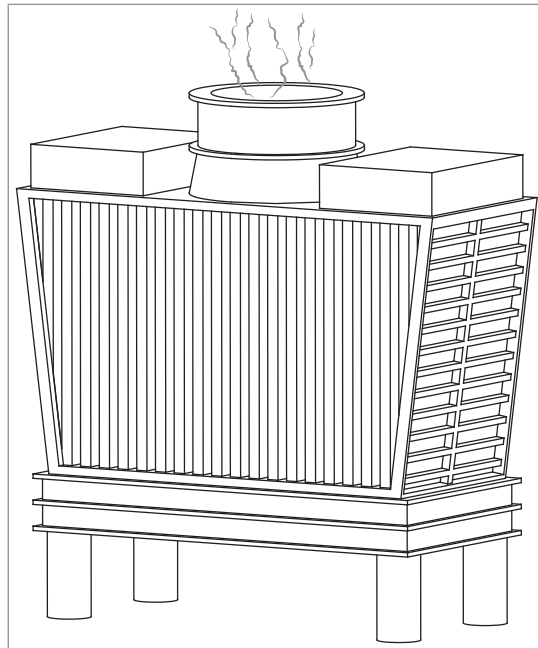
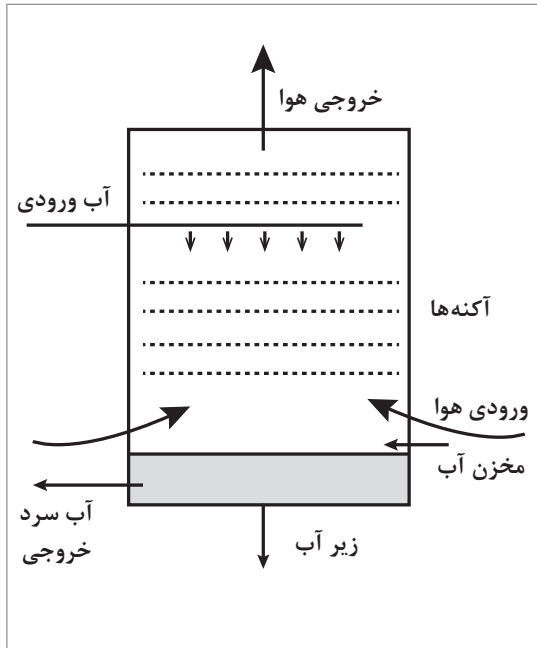
کاربرد برج خنک کننده: کاربرد برج های خنک کننده به قرن نوزدهم میلادی و اختراع چگالنده (کندانسور) برای استفاده در موتور بخار برمی گردد. نیروگاه های بخار به یک پس زننده گرما به خارج از چگالنده نیاز دارند. در این سامانه آب خنک کننده، چرخه ای را بین چگالنده و برج خنک کننده طی می نماید. آب خنک کننده به طور مستقیم در چگالنده با بخار خروجی از توربین برخورد کرده و با گرفتن گرمای نهان تبخیر، آن را مایع می کند. سپس گرمای گرفته شده را در اثر جریان طبیعی هوا در برج، به هوای محیط می دهد (شکل ۶).



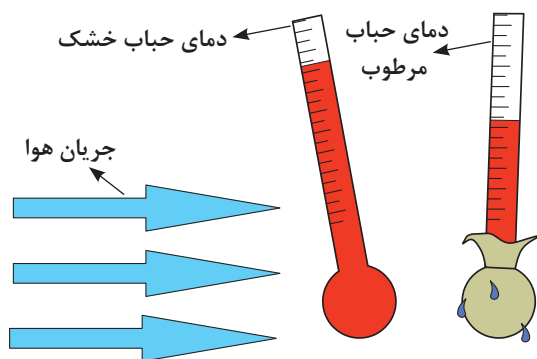
شکل ۶- جایگاه برج خنک کننده در نیروگاه بخار

اساس کار

اساس کار تمام برج های خنک کننده بر مبنای ایجاد سطح تماس بیشتر بین جریان آب گرم و هوای سرد و در نتیجه تبادل حرارتی بین این دو می باشد. در برج های خنک کننده، آب گرم توسط لوله هایی به بالای برج منتقل شده و در آنجا یا به صورت طبیعی و یا با آب فشان هایی به سمت پایین برج به جریان می افتد. آب گرم در طول این مسیر، با توجه به نوع برج، به شیوه های مختلف با جریان هوای سرد برخورد می کند و خنک می شود.



شکل ۷- طرح ساده‌ای از نمای داخلی و خارجی یک نمونه برج خنک‌کننده آزمایشگاهی



شکل ۸- نمایش دمای حباب مرطوب و دمای حباب خشک

دمای حباب خشک^۱ و دمای حباب مرطوب^۲
یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های تأثیرگذار در عملکرد برج خنک‌کننده، دمای حباب مرطوب و دمای حباب خشک هوا است. دمای حباب خشک هوا دمایی است که با یک دماسنج که به‌طور مستقیم در معرض هوا و به دور از رطوبت و تابش مستقیم قرار گرفته باشد، اندازه‌گیری شود.

دمای هوا را که دماسنج (که حباب آن توسط یک پارچهٔ خیس پوشانده شده است و با محیط اطراف خود در تماس است) نشان می‌دهد، دمای حباب

مرطوب می‌نامند. این دما کمتر از دمای هوای خشک است. این دما در سامانه‌های تبخیری و برج خنک‌کننده تعیین‌کننده است و کمترین دمایی است که در این سامانه‌ها قابل دسترسی هست. دمای هوای مرطوب بستگی به رطوبت نسبی هوا، دمای خشک، ارتفاع و فشار هوا دارد (شکل ۸).

آیا در رطوبت نسبی ۱۰۰، دمای حباب خشک و دمای حباب مرطوب با هم تفاوتی دارند؟ چرا؟ با هم‌گروهی‌های خودبحث کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

بحث کنید



تحقیق کنید

به چه دلیل در صنعت، دمای حباب خشک و مرطوب اهمیت دارد؟





دمای حباب مرطوب و دمای حباب خشک هوای محیط را در آزمایشگاه و فضای آزاد اندازه‌گیری کنید و نتیجه را ارائه دهید.

انواع برج خنک‌کننده:

برج‌های خنک‌کننده، بر اساس میزان رطوبت به سه دستهٔ مرطوب^۱، خشک^۲ و خشک-مرطوب^۳ تقسیم می‌شوند.

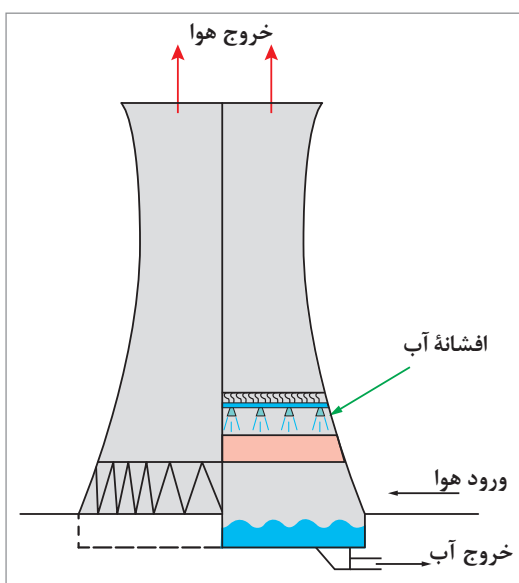
الف) برج‌های خنک‌کنندهٔ مرطوب

برج‌های خنک‌کنندهٔ مرطوب، حرارت فرایندها را به وسیلهٔ سازوکارهای زیر به محیط می‌دهند:

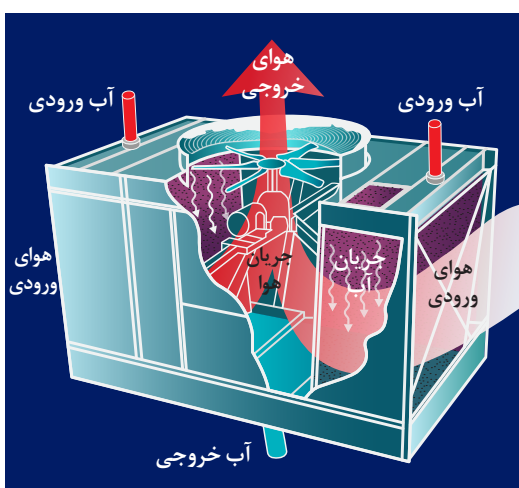
- ۱ با افزایش دمای هوای اطراف؛
- ۲ با تبخیر بخشی از آب در حال گردش در سامانه؛
- ۳ با افزایش دمای مخزن طبیعی آب جمع‌آوری سرد شده

مطابق شکل ۹، برج‌های خنک‌کننده، یک سامانهٔ توزیع و پخش آب گرم دارند که آب را به صورت یکنواخت روی یک شبکهٔ کاری مشبک از تخته‌های افقی قرار می‌دهند. این شبکه‌ها آکنه نامیده می‌شوند.

آکنه‌ها آب سرازیر شده از بالای برج را با هوایی که از میان آنها حرکت می‌کند، کاملاً مخلوط کرده، به طوری که آب توسط نیروی وزن خود به صورت یک قطره از یک آکنه به سطح آکنهٔ دیگر می‌ریزد. هوای بیرونی از طریق منافذی که به صورت تیغه‌های افقی کرکره‌ای در اطراف برج قرار دارند، وارد می‌شود. این تیغه‌ها به منظور نگهداری آب در داخل برج، به طرف پایین، مایل هستند. در اثر مخلوط شدن آب و هوا، انتقال حرارت و انتقال جرم اتفاق افتاده و در نتیجه آب، سرد می‌گردد. آب خنک در حوضچهٔ بتنی که در انتهای برج قرار دارد، جمع‌آوری و سپس به طرف چگالنده، تلمبه می‌شود. اکنون هوای مرطوب از بالای برج خارج می‌گردد (شکل ۱۰). برج‌های خنک‌کنندهٔ مرطوب به دو صورت W برج‌های خنک‌کننده با کشش طبیعی و برج‌های خنک‌کننده با کشش مکانیکی دسته‌بندی می‌شوند.

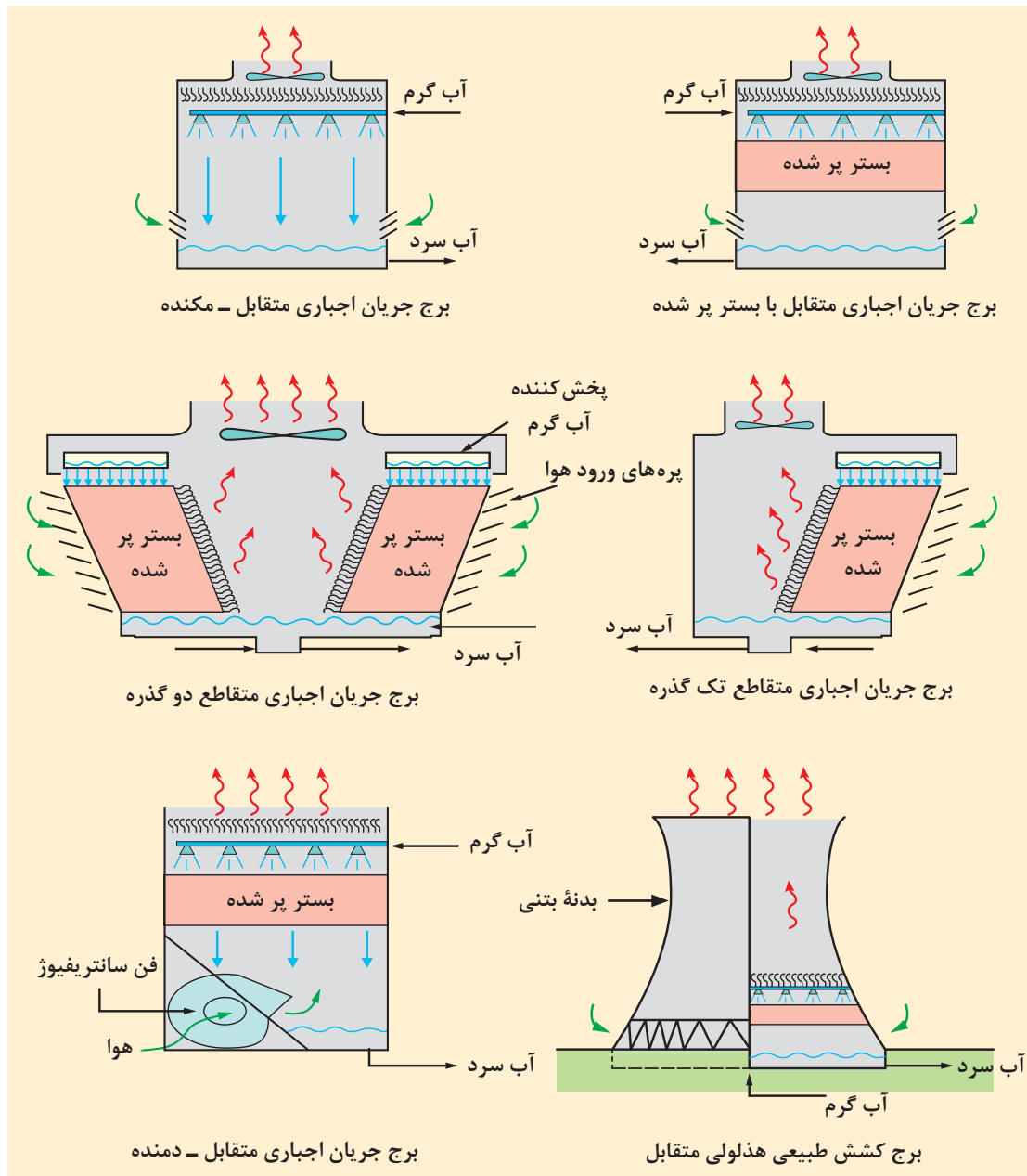


شکل ۹- طرح ساده‌ای از یک برج خنک‌کنندهٔ مرطوب



شکل ۱۰- نمایی برش خورده از برج خنک‌کنندهٔ مرطوب

شکل ۱۱ انواع آرایش‌های برج خنک‌کننده مرطوب را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱- انواع آرایش‌های برج‌های خنک‌کننده مرطوب

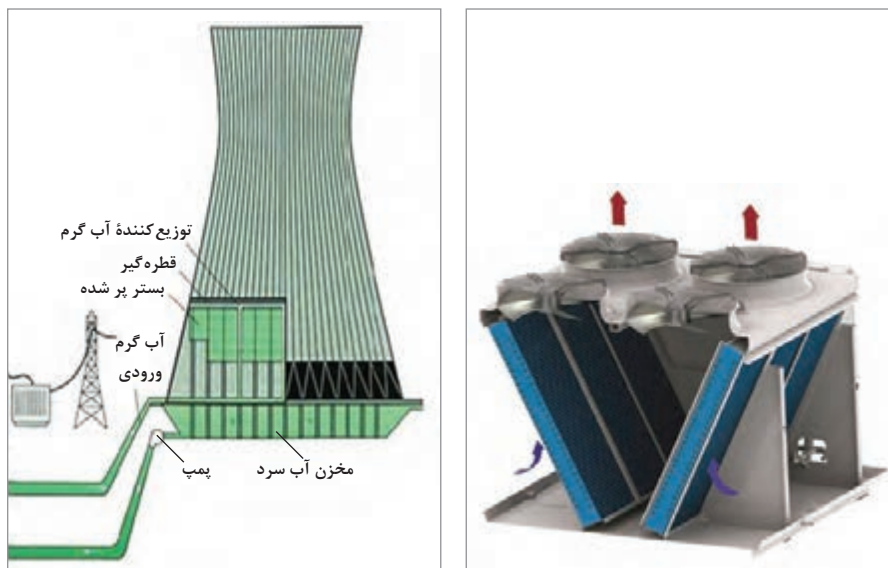
با جست‌وجو در منابع اینترنتی، فیلم‌های آموزشی مربوط به برج‌های خنک‌کننده مرطوب را تهیه و مشاهده و در کلاس ارائه کنید.

تحقیق کنید



ب) برج های خنک کننده خشک

در مکان هایی که آب کافی برای برج خنک کننده مرطوب وجود ندارد، باید از اتلاف میزان آب بر اثر تبخیر، جلوگیری به عمل آمده، بنابراین از این نوع برج ها استفاده می شود. در برج های خنک کننده خشک، آب در حال گردش از میان لوله های پره دار عبور کرده به طوری که هوای سرد از روی آنها عبور می کند. بنابراین، حرارت آب در حال گردش از طریق لوله ها خارج و جذب هوای سرد می گردد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- طرح ساده ای از یک برج خنک کننده خشک

برج های خنک کننده خشک نیز می توانند با کشش طبیعی و یا با کشش مکانیکی عمل نمایند. یک افشانک هوا که با بخار کار می کند، با خارج کردن هوا و سایر گازهای غیرقابل تراکم، به برقراری خلأ کمک می کند. برای جلوگیری از ورود هوا به داخل دستگاه، پمپ، اختلاف فشار در داخل برج را مثبت نگه می دارد. فشار و دماهایی که یک برج خنک کننده خشک به کار می برد، به طور قابل ملاحظه ای، بیشتر از برج مرطوب است. در یک برج خنک کننده خشک با کشش طبیعی، شناوری هوای گرم شده باعث جریان یافتن هوا در سرتاسر سطوح تبادل حرارتی می گردد که برای انتقال حرارت آب داغ به جریان هوا ضروری است. همچنین می توان جریان هوا را با ایجاد کشش القایی یک بادبزن (پنکه یا فن) افزایش داد. کشش مکانیکی استفاده شده از یک بادبزن، اندازه برج را کاهش می دهد، ولی باعث اتلاف انرژی بیشتری در دستگاه می گردد. در برج خنک کننده خشک برخلاف برج خنک کننده مرطوب، یخ زدگی که (در شرایط خاص جوی) پدید می آید، ایجاد نمی شود.

با جست و جو در منابع اینترنتی، فیلم های مربوط به برج های خنک کننده خشک را تهیه و مشاهده کنید و درباره شیوه عملکرد آن با هم گروهی های خود بحث کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

هنگام کار کردن در یک برج خنک کننده در حال کار و نمونه گیری، از ماسک های محافظ ذرات هوا استفاده کنید. در غیر این صورت فن های برج خنک کننده می بایست خاموش شوند. همچنین از دستکش ایمنی، عینک محافظ و لباس ایمنی استفاده کنید.

تحقیق کنید



نکته ایمنی

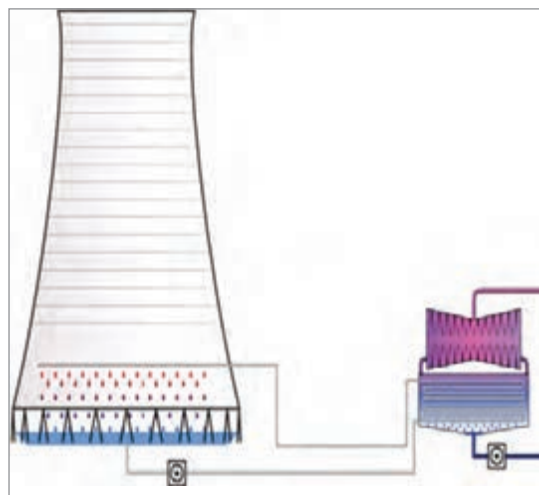


ج) برج‌های خنک‌کننده خشک - مرطوب

با توضیحاتی که در مورد دو نوع برج قبلی داده شد، مشخص می‌شود که برج‌های مرطوب همیشه مقداری آب به‌صورت تبخیر، مکش توسط هوا و نشستی مصرف می‌کنند. همچنین این برج، دچار مشکل پراکندن ذرات آب است. برج‌های خنک‌کننده خشک مشکلی بر کارکرد نیروگاه به‌خصوص در موقع گرم شدن هوای محیط تحمیل می‌کنند. در چنین مواردی برای کاهش عوارض حاصل از دو نوع برج ذکر شده، از برج‌های خنک‌کننده خشک-مرطوب استفاده می‌شود. همان‌طوری که از نام این نوع برج‌ها استنباط می‌شود، یک برج خنک‌کننده خشک-مرطوب، به‌وسیله ترکیبی از برج‌های خشک و مرطوب عمل می‌کند. در این گونه برج‌ها، قسمت بالای آن، بخش خشک می‌باشد که شامل لوله‌های پره‌دار است و قسمت پایین برج که دارای آکنه‌هایی است، قسمت مرطوب است. آب گرم فرایند، از قسمت فوقانی برج وارد لوله‌های پره‌دار شده و ضمن عبور مارپیچ از لوله‌ها، قسمت خشک را ترک کرده و تحت اثر نیروی جاذبه از میان آکنه‌ها در قسمت مرطوب، به حوضچه آب سرد می‌ریزد. هوای محیط از میان قسمت‌های خشک و مرطوب کشیده می‌شود و هوایی که برج را ترک می‌کند، زیر اشباع است (شکل ۱۳).

برج‌های خشک - مرطوب دو فایده مهم دارند:

- ۱) هوای خروجی، نسبت به برج مرطوب ذرات آب کمتری ایجاد می‌کند.
- ۲) چون آب قبلاً در قسمت خشک، خنک شده است، بنابراین، تبخیر کاهش یافته و در نتیجه از مصرف آب جبرانی برای جبران تبخیر آب، به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاسته خواهد شد.



شکل ۱۳- طرح ساده‌ای از یک برج خنک‌کننده خشک-مرطوب

با استفاده از نمودار و جدول‌های رطوبت‌سنجی، می‌توان مقدار گرمای خارج شده از برج خنک‌کننده و شرایط ترمودینامیکی هوا و آب را در هنگام ورود و خروج از برج به‌دست آورد. از آنجایی که در بسیاری از صنایع، آب متداول‌ترین سیال خنک‌کننده فرایندهای گوناگون است، در ادامه انواع برج‌های سردکننده آب معرفی می‌شوند.

برج‌های خنک‌کننده و اجزای آن

اختلاف فشار بخار آب بین سطح آب و هوا باعث تبخیر می‌شود. این اختلاف بستگی به دمای آب و میزان اشباع هوا از آب دارد. مقدار گرمایی که به وسیله مایعی جذب یا دفع می‌شود از معادله زیر به دست می‌آید:

$$E=W \times S \times TD$$

E: گرمای جذب شده بر حسب BTU/h

W: دبی مایع خنک‌شونده بر حسب lb/h

S: گرمای ویژه مایع خنک‌کننده بر حسب BTU/lb.°F

TD: کاهش دمای مایع خنک‌شونده بر حسب °F

تمرین



در یک برج خنک‌کننده، دبی مایع خنک‌کننده ۲۲۵ lb/h، دمای اولیه آب ۵۹°F و دمای نهایی ۱۴۰°F است. در صورتی که گرمای ویژه مایع خنک‌کننده ۱ BTU/lb.°F باشد، گرمای جذب شده را محاسبه کنید.

در حالی که عمل خنک شدن از طریق تبخیر انجام می‌گیرد، گرمای نهان تبخیر از دست داده شده باید به گرمای جذب شده اضافه گردد و آن برابر است با حاصل ضرب گرمای نهان تبخیر در دبی. مقدار تبخیر بستگی به سطح برخورد آب با هوا و همچنین شدت جریان هوا دارد. اجزای اصلی یک برج خنک‌کننده شامل لوله‌ها، آکنه‌ها، حوضچه، بادبزن‌ها و حذف‌کننده‌ها می‌باشد که در ادامه به توضیح آنها پرداخته می‌شود.

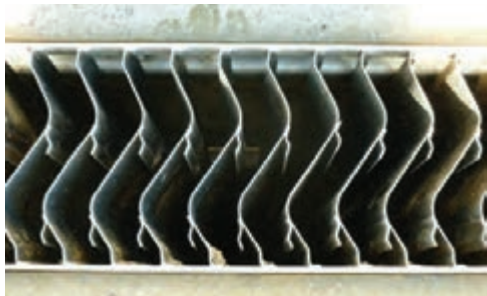
الف) لوله‌ها: شامل قسمت‌هایی هستند که در جریان انتقال حرارت دخالت داشته و باعث می‌شوند که مقدار آب گرد (ریز) شده که همراه باد خارج می‌شود، کم شده و از خروج آنها از برج جلوگیری شود. همچنین نگهدار خوبی برای قسمت‌های دیگر برج می‌باشند.

ب) حوضچه: حوضچه در پایین برج قرار دارد که آب خنک‌کننده در آن جمع می‌گردد. به حوضچه، یک جریان به نام آب تکمیلی یا آب جبرانی وارد می‌شود و یک جریان برای استفاده در دستگاه‌های تبادل حرارت از آن خارج می‌گردد. آب علاوه بر جمع‌آوری در حوضچه، قبل از اینکه به سمت کندانسور، پمپ شود، صاف نیز می‌گردد. حوضچه‌های برج‌های بزرگ و مفید از بتن ساخته شده‌اند. عموماً این حوضچه‌ها طوری طراحی می‌شوند که برج بدون اضافه کردن آب جبرانی می‌تواند برای چندین ساعت کار کند. از عمل «زهکشی» برای برطرف کردن لجن ته نشین شده و کنترل سطح آب استفاده می‌شود.

پ) بادبزن‌ها (فن‌ها): در برج‌های خنک‌کننده با کشش مکانیکی، بادبزن‌هایی نصب می‌شود تا جریان هوای لازم را جهت عبور از آکنه‌ها تولید نمایند. بر حسب موقعیت قرار گرفتن بادبزن‌ها در برج، انواع برج‌های دمنده^۱ و مکنده^۲ به شرح زیر طراحی می‌شوند:

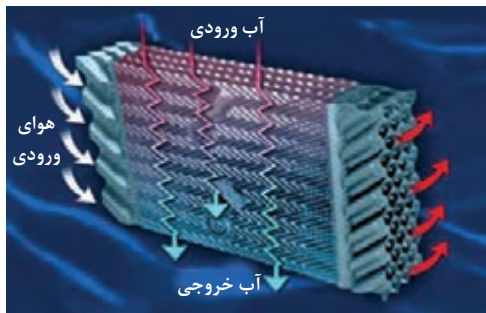
۱) برج‌های دمنده: محل بادبزن‌ها در قسمت ورودی هواست و هوا را به درون برج و سرتاسر بست و بندها می‌رانند. قسمت‌های مکانیکی بادبزن در نزدیکی سطح زمین و در روی سازه‌های بتنی محکم می‌شوند تا لرزش به کمترین مقدار ممکن برسد.

۲ برج‌های مکنده: در این نوع برج‌ها، بادبزن‌ها در محل خروجی هوا از برج قرار گرفته‌اند و محل آنها در بالای برج‌ها و در بعضی مواقع در دو طرف برج می‌باشد. از لحاظ تئوری، برج دمنده ترجیح داده می‌شود، زیرا فن‌ها با هوای خنک‌کننده ورودی کار می‌کنند و بدین جهت نیروی کمتری را تلف می‌کنند. به هر حال آزمایش و کار با این نوع فن‌ها دارای بعضی نقطه ضعف‌ها است که از آن جمله می‌توان به برگشت هوای خروجی مرطوب و داغ به برج و جمع شدن شبنم و سرماریزه^۱ در ضمن کار در زمستان اشاره کرد.



شکل ۱۴- یک نمونه حذف‌کننده

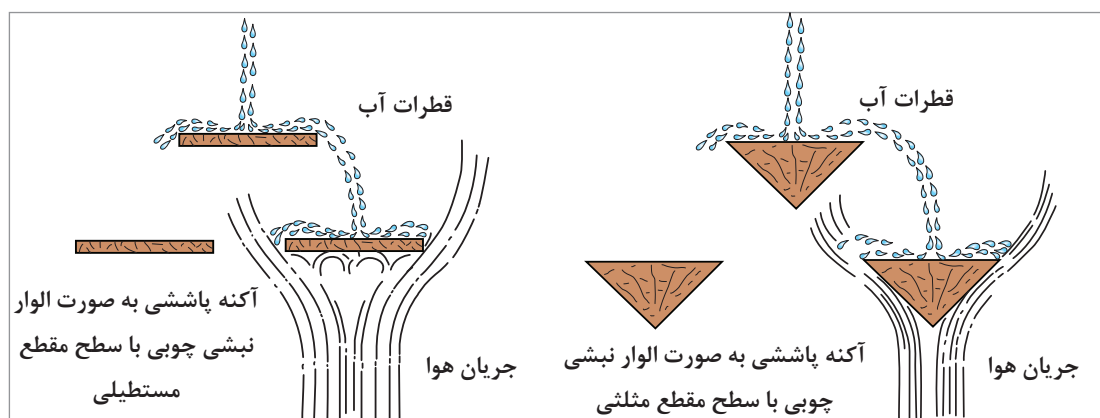
ت) حذف‌کننده‌ها: حذف‌کننده‌ها از خارج شدن قطرات آب به وسیله کشش هوا از برج جلوگیری به عمل می‌آورند. تیغه‌های حذف‌کننده‌ها، معمولاً طوری نصب می‌شوند که با سطح افقی زاویه‌ای در حدود ۴۵ درجه بسازند. جنس این تیغه‌ها ممکن است از چوب، فلز یا پلاستیک باشد (شکل ۱۴).



شکل ۱۵- نمایی برش خورده از برج خنک‌کننده آکنه‌دار

ث) آکنه‌ها: همان‌طور که در کتاب عملیات دستگاه‌های سال دهم اشاره شد، دو نوع آکنه پاششی^۲ و لایه‌ای^۳ در برج‌های خنک‌کننده آکنه‌دار ممکن است، مورد استفاده قرار گیرند (شکل ۱۵).

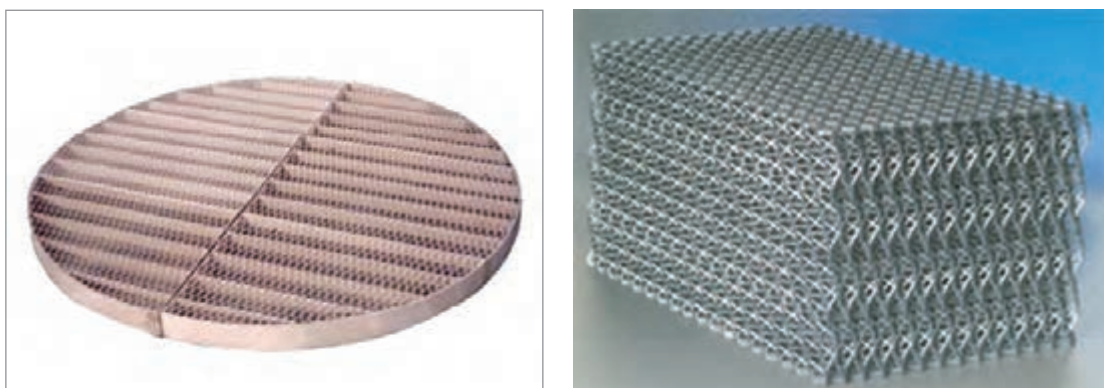
در آکنه‌های نوع پاششی، آب بر اثر برخورد با تیغه‌ها پخش شده و به صورت قطره قطره در می‌آید که در نتیجه یک سطح وسیع را به وجود می‌آورد (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- آکنه‌های پاششی

در آکنه‌های نوع لایه‌ای سطح وسیعی از آب در اثر جریان در روی تیغه‌ها به وجود می‌آید. این آکنه‌ها به روش‌های زیر می‌توانند سطوح وسیع را ایجاد کنند.

آکنه‌های شبکه‌ای^۱: این نوع آکنه‌ها از تعدادی شبکه چوبی که بر روی یکدیگر قرار گرفته‌اند، ساخته شده‌اند. این شبکه‌ها طوری نصب شده‌اند که هر شبکه با شبکه‌های اطراف خود زاویه ۹۰ درجه می‌سازد و به این صورت آب در سطوح شبکه‌ها پخش می‌گردد (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- نمونه‌ای از آکنه‌های شبکه‌ای

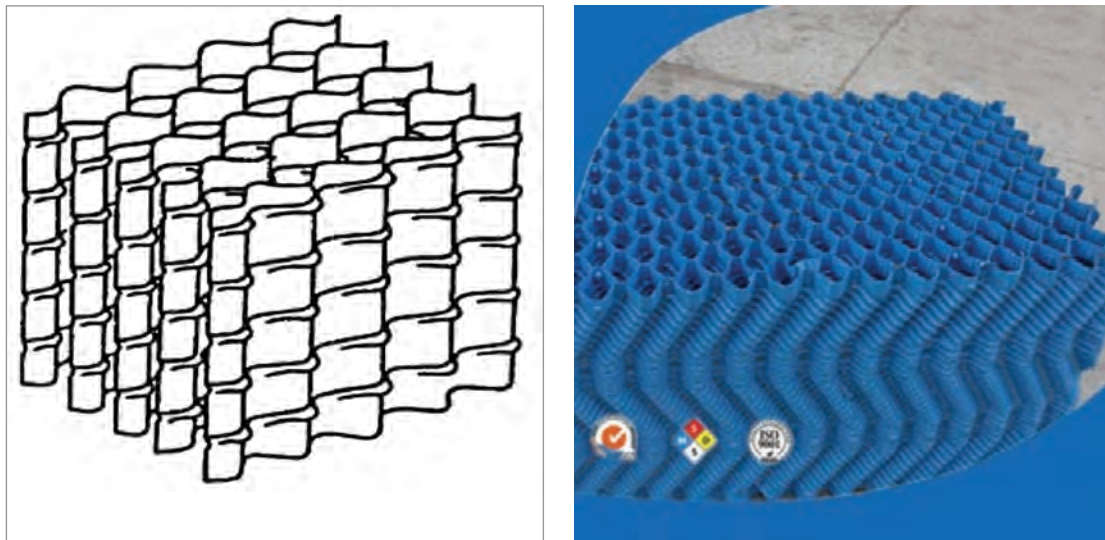
آکنه‌های نامنظم^۲: این نوع آکنه‌ها از موادی با سطح زیاد درست شده‌اند که به طور نامنظم در داخل برج قرار دارند. یکی از دلایل نامرغوب بودن این نوع آکنه‌ها، ایجاد مقاومت زیاد در مقابل جریان هوا می‌باشد. این نوع آکنه‌ها، دارای قسمت‌های حلقوی هستند که قطر هر حلقه با طول آن برابر است. این حلقه‌ها از جنس‌های مختلفی بوده و سطح تماس آب با هوا را زیاد می‌کنند (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- نمونه‌ای از آکنه‌های نامنظم

آکنه‌های منظم^۳: این نوع آکنه‌ها از صفحات نازک پلاستیکی چین‌دار ساخته شده‌اند که با زاویه کمی کمتر از ۹۰ درجه با سطح افق، نصب شده‌اند. چین‌های روی صفحات باعث به وجود آمدن سطح زیاد می‌گردند. آکنه‌ها طوری باید انتخاب شوند تا سطح تماس آب و هوا برای نسبت‌های بالای انتقال حرارت و انتقال جرم

مناسب باشد و در عین حال، خود آکنه‌ها مقاومت کمتری در مقابل جریان هوا داشته باشند. همچنین آکنه‌ها باید محکم، سبک و در برابر خوردگی و خراب شدن مقاوم باشند (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- آکنه‌های منظم

مشخصات و خصوصیات آکنه‌ها: مشخصات و خصوصیات آکنه یک برج خنک کننده واقعی را توسط یک برج خنک کننده آزمایشی، اندازه‌گیری می‌کنند. در این برج یک مقطع از آکنه با مربعی به ضلع ۴ ft و عمق ۸ ft را می‌توان تحت یک تغییر بار آب و هوا و اتلاف حرارتی آزمایش کرد. بزرگی این برج یک مسئله اساسی است در غیر این صورت مقدار آبی که به طرف پایین دیواره ریزش می‌کند، کافی است تا بر روی دقت آزمایش تأثیر بگذارد. هر دو جریان آب و هوا توسط اوریفیس متر اندازه‌گیری می‌شوند.

عوامل مؤثر در طراحی برج‌های خنک کننده: عوامل مؤثر در طراحی برج‌های خنک کننده به‌طور خلاصه عبارت‌اند از:

- ۱ میزان افت دما (اختلاف دمای آب ورودی و خروجی به برج خنک کننده)؛
- ۲ اختلاف بین دمای آب سرد خروجی و دمای حباب مرطوب هوا؛
- ۳ دمای مرطوب محیط؛
- ۴ شدت جریان آب و هوا؛
- ۵ نوع آکنه‌های برج؛
- ۶ روش پخش آب.

به تجربه ثابت شده است که برای هر ۱۰ درجه فارنهایت افت دما در برج خنک کننده، میزان تبخیر در حدود یک درصد کل آب در حال گردش می‌باشد.

چون نمک‌های کلرید حلالیت زیادی در آب دارند، غلظت یون کلر در آب ورودی به برج و آب در حال گردش، راهنمای بسیار خوبی برای تعیین غلظت آن بوده و بنابراین همیشه باید آن را بازدید و بررسی نمود. افزایش غلظت مواد محلول و معلق در آب در حال گردش، در برج خنک کننده ایجاد اشکال می‌نماید. برای جلوگیری از افزایش غلظت مواد محلول و معلق، مقداری از آب در حال گردش را تخلیه می‌کنند که این آب در صنعت

به زیرآب معروف است. همچنین مقدار آب برج ممکن است به‌طور تصادفی یا به وسیله باد کاهش یابد. در برج‌های خنک‌کننده مقداری آب به‌صورت گرد درآمده و توسط باد یا کشش از برج خارج می‌شود. مقدار آب لازم جهت آب کسری برج از معادله زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{gal/h Make Up} = E + B + W$$

که در رابطه فوق:

B: مقدار زیرآب برحسب gal/h

E: مقدار آب تبخیر شده برحسب gal/h

W: مقدار آبی که توسط باد خارج می‌شود برحسب gal/h

اطلاعاتی که از طرف خریداران در اختیار فروشندگان قرار می‌گیرد، در طراحی برج اهمیت فراوانی دارد. این اطلاعات شامل اختلاف دما، مقدار آب در حال گردش و... می‌باشند.

مشکلات برج‌های خنک‌کننده

خوردگی قطعات داخلی برج و تشکیل رسوب در بخش‌های مختلف آن از مهم‌ترین مشکلات این نوع سامانه‌ها است. علی‌رغم طراحی بسیار ساده برج‌های خنک‌کننده، به‌دلیل ارتفاع و حجم بزرگ آن‌ها، هزینه‌های ساخت و سرمایه‌گذاری اولیه بسیار بالا است. همچنین، با توجه به قرارگیری بیشتر این برج‌ها در معرض مستقیم هوا و نور خورشید، محیط مناسبی برای رشد باکتری‌ها و میکروارگانیسم‌ها ایجاد می‌شود (شکل ۲۰).

از سوی دیگر، ورود گرد و غبار به داخل برج گاهی اوقات مشکلات فنی و عملیاتی ایجاد می‌کند. در مجموع، این مشکلات باعث کاهش بهره‌وری تجهیزات خنک‌کننده می‌شوند و در نتیجه، هزینه‌های اقتصادی قابل توجهی را برای صنایع مختلف به همراه دارند.

برای درک بهتر اولویت‌های تعمیر و نگهداری، ضروری است که علل اصلی مشکلات و پیامدهای آن‌ها را از یکدیگر تمایز دهیم. عدم تفکیک صحیح می‌تواند منجر به نگرانی‌های نادرست درباره‌ی اقدامات اصلاحی شود و به فایده‌گرایی در تعمیرات ضربه بزند.

علل اصلی مشکل برج:

۱- میکروبی: رشد جلبک و باکتری‌ها، تشکیل بیوفیلم، که نقش مهمی در فرایندهای خوردگی و کاهش راندمان سامانه دارد.

۲- شیمیایی: غلظت بیش از حد مواد شیمیایی (TDS)، که منجر به رسوب‌گذاری و گرفتگی می‌شود، یا pH نامناسب که باعث خوردگی تجهیزات می‌گردد.

۳- فیزیکی: کاهش جریان هوا (مثلاً خرابی فن) یا کاهش دبی آب، که بر فرایند انتقال حرارت و کارایی سامانه تأثیر می‌گذارد.

پیامدهای اصلی مشکلات برج:

■ افت بهره‌وری: کاهش نرخ انتقال حرارت، که به معنای کاهش کارایی سامانه است.

■ خوردگی: آسیب دیدگی صفحات، لوله‌ها و قطعات فلزی، که به علت حضور بیوفیلم و عوامل لایه‌نشانی می‌تواند تشدید شود.

■ گرفتگی: انسداد و کاهش دبی آب و هوادهی، ناشی از رسوبات و تجمع بیوفیلم.



شکل ۲۰- خوردگی و رشد میکروارگانیسم‌ها در برج‌های خنک‌کننده



ساخت برج خنک‌کننده کارگاهی

- ۱ با امکانات موجود در هنرستان خود یک نمونه برج خنک‌کننده آبی چوبی (مکش طبیعی و کشش مکانیکی) تهیه نمایید. مسیرهای ورود و خروج آب و هوا را بررسی کنید.
- ۲ با استفاده از هوش مصنوعی فعالیت را تکرار کنید.

فعالیت
کارگاهی



بررسی چگونگی کارکرد برج خنک‌کننده ساخته شده

با استفاده از چهار دماسنج مختلف که در مسیرهای ورودی و خروجی آب و هوا در برج خنک‌کننده قرار داده‌اید، جدول زیر را تکمیل کنید.
دمای آب ورودی را به تدریج افزایش دهید و جدول زیر را کامل کنید.

فعالیت
کارگاهی



اختلاف دمای هوا (°C)	دمای هوای (°C)		اختلاف دمای آب (°C)	دمای آب (°C)		ردیف
	خروجی	ورودی		خروجی	ورودی	
					۲۰	۱
					۳۰	۲
					۴۰	۳
					۵۰	۴



هنگام کار کردن برج با آب بالای ۳۰ درجهٔ سلسیوس، مراقب خطرات ناشی از آب گرم باشید. میزان خنک‌کنندگی آب را در دو حالت مکش طبیعی و کشش مکانیکی برج‌های ساخته شده، با یکدیگر مقایسه کنید.



با هماهنگی مسئولین هنرستان خود، از یک مرکز مجهز به انواع سامانهٔ برج‌های خنک‌کننده بازدید کنید.



با رسم تصویر ساده‌ای از کولر آبی خانگی، طرز کار آن را توضیح دهید؟



خنک‌کاری هوای یک سالن توسط کولر گازی به چه صورتی انجام می‌شود؟



- ۱ دلایل استفاده از دستگاه‌های خنک‌کننده چیست؟
- ۲ به چه دلیل انواع و اقسام دستگاه‌های خنک‌کننده طراحی شده است؟
- ۳ گروه‌های اصلی سامانه‌های خنک‌کننده را نام ببرید.
- ۴ معمولاً محل و مکان برج‌های خنک‌کننده، در صنایع مختلف کجاست؟
- ۵ انواع برج‌های خنک‌کننده را از نظر میزان رطوبت نام ببرید.
- ۶ انواع برج‌های خنک‌کنندهٔ کشش طبیعی هوا را نام ببرید.
- ۷ انواع برج‌های خنک‌کننده را از نظر نوع سیال خنک‌کننده نام ببرید.
- ۸ عوامل مؤثر در طراحی یک برج خنک‌کننده کدام‌اند؟

ارزشیابی شایستگی تحلیل برج های خنک کننده

شرح کار: - آشنایی با انواع برج های خنک کاری - ساختار برج های خنک کننده را بلد باشد. - بررسی برج های خنک کننده را بداند.																											
استاندارد عملکرد: بررسی کارکرد سامانه های خنک کاری معمولی و صنعتی شاخص ها: - رعایت مسایل ایمنی در هنگام انجام دادن کار - انجام داد کار طبق دستور کار																											
شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: مکان: کارگاه و آزمایشگاه زمان: یک جلسه آموزشی ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی، ساختار برج های خنک کننده و مکانیسم کارکرد آنها																											
معیار شایستگی: <table> <tr> <th>ردیف</th><th>مرحله کار</th><th>حداقل نمره قبولی از ۳</th><th>نمره هنجار</th></tr> <tr> <td>۱</td><td>آشنایی با روش های خنک کاری</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td>۲</td><td>ساختار برج های خنک کننده</td><td>۲</td><td></td></tr> <tr> <td>۳</td><td>بررسی کارکرد برج های خنک کننده</td><td>۲</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2"> شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست محیطی و نگرش:* ایمنی: انجام دادن کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: صرفه جویی در مصرف مواد اولیه و دقت در انجام کار برج های خنک کننده و مکانیسم کارکرد آنها توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام دادن کار بدون ریخت و پاش. شایستگی های غیرفنی: اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، محاسبه و کاربست ریاضی، مستندسازی، گزارش نویسی </td><td>۲</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="4"> میانگین نمرات** </td></tr> </table> * شایستگی های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است. ** حداقل میانگین نمرات هنجار برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنجار	۱	آشنایی با روش های خنک کاری	۱		۲	ساختار برج های خنک کننده	۲		۳	بررسی کارکرد برج های خنک کننده	۲		شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست محیطی و نگرش:* ایمنی: انجام دادن کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: صرفه جویی در مصرف مواد اولیه و دقت در انجام کار برج های خنک کننده و مکانیسم کارکرد آنها توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام دادن کار بدون ریخت و پاش. شایستگی های غیرفنی: اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، محاسبه و کاربست ریاضی، مستندسازی، گزارش نویسی		۲		میانگین نمرات**			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنجار																								
۱	آشنایی با روش های خنک کاری	۱																									
۲	ساختار برج های خنک کننده	۲																									
۳	بررسی کارکرد برج های خنک کننده	۲																									
شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست محیطی و نگرش:* ایمنی: انجام دادن کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: صرفه جویی در مصرف مواد اولیه و دقت در انجام کار برج های خنک کننده و مکانیسم کارکرد آنها توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام دادن کار بدون ریخت و پاش. شایستگی های غیرفنی: اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، محاسبه و کاربست ریاضی، مستندسازی، گزارش نویسی		۲																									
میانگین نمرات**																											

واحد یادگیری ۲

انتخاب سامانه خنک کننده مناسب

مقدمه

انتخاب سامانه خنک کننده مناسب یکی از عوامل کلیدی در عملکرد ایمن و پایدار تجهیزات صنعتی به شمار می‌آید. سامانه های خنک کاری مانند چیلرها و خنک کننده های کمپرسورها نقش مهمی در کنترل دما و جلوگیری از آسیب های حرارتی دارند. در این مبحث، اصول و معیارهای انتخاب سامانه خنک کننده مناسب برای تجهیزات صنعتی بررسی می شود..

استاندارد عملکرد

انتخاب سامانه خنک کننده مناسب و انجام خنک کاری تجهیزات

شایستگی های غیر فنی

- ۱ اخلاق حرفه ای: حضور منظم و وقت شناسی، انجام دادن وظایف و کارهای محول، پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع، مدیریت مؤثر زمان، استفاده صحیح از مواد و تجهیزات
- ۳ کار تیمی: حضور فعال در فعالیت های گروهی، انجام دادن کارها و وظایف سپرده شده
- ۴ مستند سازی: گزارش نویسی فعالیت های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

شایستگی های فنی

- ۱ چیلر
- ۲ خنک کننده کمپرسور
- ۳ خنک کننده خودرو

چیلر

چیلر دستگاهی است که با گرفتن حرارت از یک سیال (معمولاً آب یا محلول آب - گلیکول)، آن را خنک کرده و برای کنترل دمای فرایندهای صنعتی به گردش درمی آورد. چیلرها زمانی استفاده می شوند که خنک کاری با آب یا هوا به تنهایی کافی نباشد یا نیاز به دمایی پایین تر از دمای محیط وجود داشته باشد.

کاربرد چیلرها در صنایع شیمیایی عبارتند از:

- کنترل دمای راکتورهای شیمیایی
- خنک کاری کندانسورها
- صنایع دارویی، پتروشیمی، پلیمر، رنگ و رزین
- جلوگیری از تخریب مواد شیمیایی در دمای بالا

انواع چیلرها در صنایع شیمیایی

۱- **چیلر تراکمی**^۱: این نوع چیلر با استفاده از کمپرسور و مبرد کار می کند. شکل ۲۱ تصویر واقعی و شماتیک یک چیلر تراکمی را نشان می دهد.

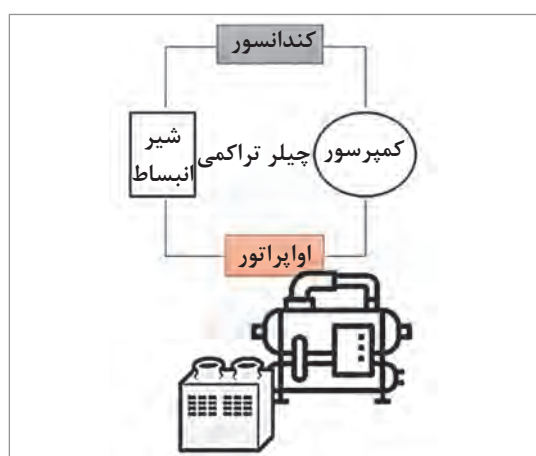


تصویر شماتیک چیلر تراکمی



تصویر واقعی چیلر تراکمی

شکل ۲۱- چیلر تراکمی



شکل ۲۲- چرخه چیلر تراکمی

اجزای اصلی چیلر تراکمی عبارت‌اند از:

کمپرسور

کندانسور

شیر انبساط

اوپراتور

شیوه عملکرد در چیلر تراکمی به صورت زیر است:

۱ مبرد در اوپراتور گرمای آب فرایند را جذب می‌کند.

۲ کمپرسور فشار و دمای مبرد را بالا می‌برد.

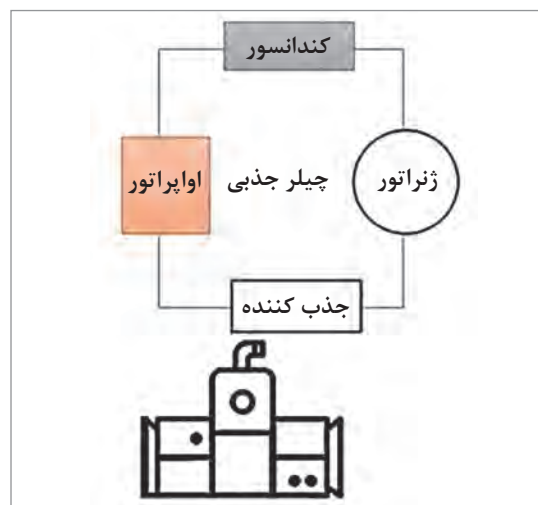
۳ در کندانسور، گرما به هوا یا آب منتقل می‌شود.

۲- چیلر جذبی^۱: در این نوع چیلر، به جای برق زیاد از انرژی حرارتی (بخار، آب داغ یا شعله) استفاده می‌شود (شکل ۲۳).



شکل ۲۳- تصویر واقعی چیلر جذبی

مطابق شکل ۲۴ اجزای اصلی چیلرهای جذبی شامل: کمپرسور، کندانسور، جذب‌کننده و اوپراتور است.



شکل ۲۴- چرخه چیلر جذبی

سیال خنک‌کننده مورد استفاده در چیلرها عبارت‌اند از:

- آب
- آب + اتیلن گلیکول (برای جلوگیری از یخ‌زدگی)
- روغن‌های خاص در فرایندهای ویژه

اهمیت چیلر در ایمنی فرایندهای صنایع شیمیایی

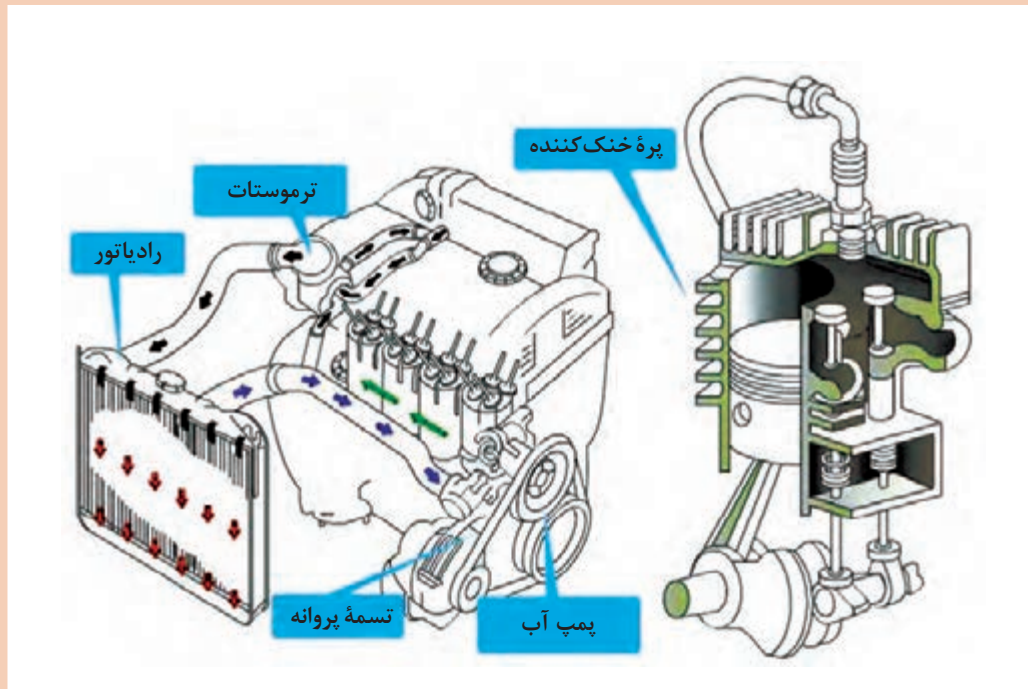
در واکنش‌های شیمیایی گرماده، چیلر نقش جلوگیری از افزایش ناگهانی دما را دارد. خرابی چیلر می‌تواند باعث خطر انفجار یا افت کیفیت محصول شود. چیلرها قلب سامانه‌های خنک‌کننده دقیق در صنایع شیمیایی هستند و انتخاب نوع مناسب آنها به نوع فرایند، دمای موردنیاز، هزینه انرژی و شرایط محیطی بستگی دارد. همان‌طور که گفته شد، چیلر دستگاهی برای تولید آب سرد با دمای کنترل‌شده (کمتر از دمای محیط) است. در حالی که برج خنک‌کننده، برای خنک‌کردن آب گرم با استفاده از تماس آب و هوا (تا نزدیک دمای محیط) است. جدول ۱ مقایسه چیلر و برج خنک‌کننده را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مقایسه‌ای چیلر و برج خنک‌کننده

ویژگی	چیلر	برج خنک‌کننده
نوع خنک‌کاری	فعال	غیرفعال / نیمه‌فعال
دمای آب خروجی	پایین‌تر از دمای محیط	نزدیک دمای محیط
مصرف انرژی	بالا (برق یا حرارت)	کم (فن و پمپ)
مصرف آب	کم	زیاد (تبخیر)
دقت کنترل دما	بسیار بالا	متوسط
هزینه اولیه	بالا	متوسط
هزینه بهره‌برداری	بالا	کم
کاربرد اصلی	فرایندهای حساس به دما	دفع گرمای عمومی
وابستگی به شرایط هوا	کم	زیاد
پیچیدگی نگهداری	بیشتر	کمتر
خطر رسوب و خوردگی	کمتر	بیشتر



با توجه به شکل زیر، چگونه از داغ شدن بیش از حد سامانه موتور خودرو جلوگیری می‌شود؟



روغن عامل حیاتی موتور خودرو بوده و همانند خون در سامانه موتور عمل می‌کند. پرسش اساسی این است که چگونه از جوش آمدن خون خودرو جلوگیری کنیم؟

گرچه موتورهای بنزینی تا حد زیادی بهبود یافته و اصلاح شده‌اند، اما هنوز بازده بالایی برای تبدیل انرژی شیمیایی به توان مکانیکی ندارند. بیشترین میزان انرژی موجود در بنزین به گرما تبدیل می‌شود و مهم‌ترین وظیفه سامانه خنک کاری خودرو، مراقبت و استفاده صحیح از گرمای ایجاد شده است. توان موتور بعد از ایجاد یک نسبت مناسب سوخت به هوا، طی فرایند احتراق در محفظه احتراق، با تبدیل انرژی شیمیایی سوخت به انرژی مکانیکی، توسط مجموعه سیلندر و پیستون تولید می‌شود. این احتراق موجب افزایش دمای بسیار زیاد سطوح محفظه احتراق می‌شود تا جایی که دمای شعله آن می‌تواند به حدود ۲۰۰۰ درجه سلسیوس برسد. به لحاظ تنش‌های حرارتی ایجاد شده و نوع آلیاژهای چدنی و آلومینیومی مورد استفاده در موتور خودرو، برای کاهش دما در نقاط داغ نیاز به سامانه خنک کاری مناسب می‌باشد.

در واقع خنک کاری در موتور خودرو به دو علت زیر صورت می‌گیرد:

- ۱ نگه داشتن دمای اجزای موتور در دمایی که روغنکاری مؤثر، در آن ممکن باشد.
- ۲ نگه داشتن دمای اجزای مختلف موتور در یک محدوده خاص، به طوری که به سلامت قطعات موتور صدمه نزنند.

انواع سامانه‌های خنک کاری خودرو

انواع سامانه‌های خنک کاری خودرو به دو دسته مستقیم و غیرمستقیم تقسیم‌بندی می‌شوند. در سامانه

خنک‌کننده مستقیم، کلیه دستگاه‌ها، با هوا خنک می‌شوند ولی در سامانه خنک‌کننده غیر مستقیم، کلیه دستگاه‌ها رادیاتور دارند و با استفاده از آب رادیاتور خنک می‌شوند. در ادامه به توضیح این دو نوع سامانه پرداخته می‌شود.

■ سامانه خنک‌کاری با مایع

در این سامانه، برای خنک کردن موتور، از لوله‌ها و مسیرهای مختلفی استفاده شده و مایع مورد نظر در این مسیرها گردش و جریان دارد. بر اثر جریان مایع در طول مسیر، گرمای موتور جذب شده و موتور خنک می‌شود. بعد از اینکه مایع، گرمای موتور را جذب کرد و از موتور خارج شد، به رادیاتور یا مبدل انتقال حرارت وارد شده و بر اثر دمیدن هوا توسط فن و انتقال گرما به هوای اطراف، خنک می‌شود.

■ سامانه خنک‌کاری با هوا

برخی خودروهای قدیمی و تعداد زیادی از خودروهای امروزی، مجهز به سامانه خنک‌کاری با هوا هستند. بدنه موتور با پره‌های آلومینیومی پوشیده شده است تا گرمای سیلندر را به هوای اطراف منتقل کند. فنی بسیار قوی نیز در نظر گرفته شده است که هوا را با سرعت و فشار زیاد به سطح پره‌ها می‌دمد و در نهایت گرما را به هوای اطراف منتقل می‌کند.

سامانه خنک‌کننده خودرو از اجزای رادیاتور، لوله ناقل سیال خنک‌کننده^۱، پمپ آب و فن یا پروانه تشکیل شده است. عامل‌های خنک‌کننده در خودروها به دو دسته اصلی^۲ و ثانویه^۳ تقسیم بندی می‌شوند. در سامانه خنک‌کننده اصلی، آب به عنوان مایع خنک‌کننده، سامانه موتور را از طریق هوا خنک می‌کند. ولی در سامانه خنک‌کننده ثانویه، روغن این نقش را برعهده دارد. گرچه بیشتر مردم فکر می‌کنند که نقش روغن موتور، روان‌کنندگی است، و کمتر به نقش خنک‌کنندگی روغن موتور توجه می‌نمایند.

مایعات خنک‌کننده موتور خودرو

با شروع فصل زمستان و در مناطق سردسیر، یکی از کالاهایی که مورد تقاضای دارندگان خودرو قرار می‌گیرد، مایعات خنک‌کننده موتور است که در بازار با عنوان «ضدیخ» شناخته می‌شوند. ضدیخ، یک ترکیب شیمیایی شامل اتیلن گلیکول، بازدارنده‌های خوردگی، مواد ضدکف، رنگ و آب است که مخلوطی از آن با آب به عنوان پایین آورنده نقطه انجماد مایعات خنک‌کننده موتور خودرو به کار می‌رود. ضدیخ همچنین به عنوان افزایش دهنده نقطه جوش آب در سامانه خنک‌کننده موتورهای درون سوز به کار می‌رود. مخلوط ۴۰ تا ۷۰ درصد آن در چهار فصل سال مناسب است. براساس استانداردهای بین المللی و ملی ایران انواع مایعات خنک‌کننده موتور را می‌توان به صورت زیر برشمرد:

۱ مایعات خالص بر پایه اتیلن گلیکول؛

۲ مایعات خالص بر پایه پروپیلن گلیکول؛

۳ مایعات از پیش رقیق شده، آماده برای مصرف بر پایه اتیلن گلیکول (۵۰ درصد حجمی)؛

۴ مایعات از پیش رقیق شده، آماده برای مصرف بر پایه پروپیلن گلیکول (۵۰ درصد حجمی).

نکته

خنک کردن بیش از اندازه موتور خودرو مطلوب نمی‌باشد، زیرا باعث کاهش بازدهی حرارتی و در نتیجه افزایش مصرف سوخت می‌شود.



تهیه مایع خنک کننده

مواد لازم

اتیلن گلیکول خالص و آب.

روش کار

- ۱ نقطه انجماد آب را در شرایط کارگاه اندازه گیری نمایید.
- ۲ نقطه انجماد اتیلن گلیکول را در شرایط کارگاه اندازه گیری نمایید.
- ۳ محلول هایی با نسبت های متفاوت از آب و اتیلن گلیکول، مطابق جدول زیر تهیه نمایید.
- ۴ نقطه انجماد محلول های حاصله را در شرایط کارگاه اندازه گیری نمایید.

نسبت آب به اتیلن گلیکول	۰ به ۱	۱ به ۱	۲ به ۱	۳ به ۱
درصد اتیلن گلیکول در آب	۱۰۰	۵۰	۳۳	۲۵
نقطه انجماد (°C)				

از مقایسه نقطه انجماد محلول های مختلف، چه نتیجه ای می گیرید؟



مقایسه مایع خنک کننده ساخته شده با مایع خنک کننده صنعتی

یک نمونه ضدیخ صنعتی خریداری کنید.

همانند روش کار فعالیت کارگاهی بالا، عمل نمایید ولی به جای اتیلن گلیکول، از ضدیخ خریداری شده استفاده کنید. جدول زیر را کامل کنید.

نسبت آب به ضدیخ	۰ به ۱	۱ به ۱	۲ به ۱	۳ به ۱
درصد ضدیخ در آب	۱۰۰	۵۰	۳۳	۲۵
نقطه انجماد (°C)				

نتایج جدول دو فعالیت بالا را با یکدیگر مقایسه کنید.

از نظر میزان خنک کنندگی، مایع خنک کننده تولید شما مناسب تر است یا ضدیخ خریداری شده؟

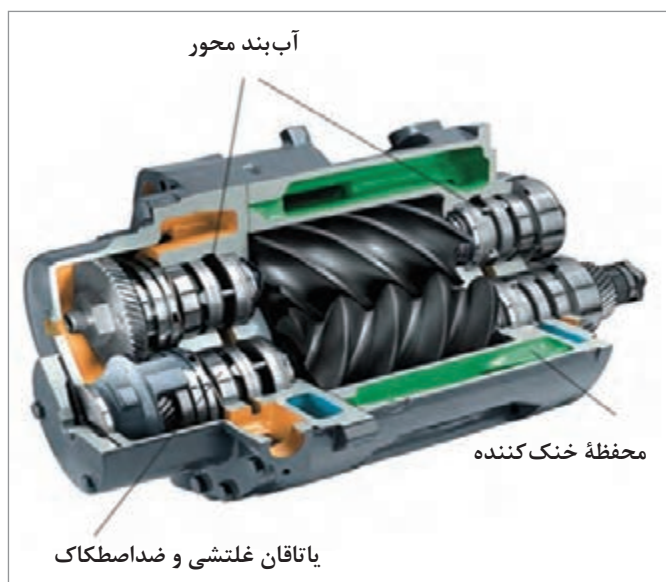
جدول زیر برای اطلاعات بیشتر شما آورده شده است.

نسبت آب به ضدیخ	صفر به ۱۰۰	۱ به ۱	۲ به ۱	۳ به ۱
درصد ضدیخ در آب	۱۰۰	۵۰	۳۳	۲۵
نقطه انجماد (°C)	-۱۸	-۳۴	-۱۴	-۱۰
نقطه جوش (°C)	۱۷۰	۱۰۸	۱۰۵	۱۰۳

در اغلب تجهیزات مانند پمپ‌ها و کمپرسورها، سامانه‌های روانکاری، نقش خنک کاری نیز دارند. از آنجایی که خنک کاری کمپرسورها دارای اهمیت بیشتری است، در ادامه توضیحات مربوط به خنک کاری کمپرسورها آورده شده است.

سامانه خنک کننده کمپرسور

کمپرسورها به دو دلیل اصطکاک بین قطعات متحرک (شکل ۲۵) و افزایش دمای ناشی از تراکم گاز باید خنک شوند. همچنین خنک کردن به منظور جلوگیری از کاهش کارایی کمپرسور و نگهداری کیفیت مطلوب روغن و روغن کاری است.



شکل ۲۵- برشی از کمپرسور

روغنی که برای روغن کاری به گردش در می‌آید، وسیله خوبی برای جذب و دفع گرما است؛ به همین جهت در بعضی از کمپرسورها، خنک کننده مخصوصی برای روغن به کار می‌رود و در بعضی از کمپرسورها سطح خارجی را پره دار می‌سازند تا سطح تبادل حرارتی آنها را با هوا زیاد کنند. در بعضی دیگر نیز از یک موتور و پنکه (فن) جهت عبور هوا بر روی کمپرسور و خنک کردن آن استفاده می‌شود. در بعضی دیگر نیز عملیات خنک کاری کمپرسور با استفاده از آب، انجام می‌شود.

نکته ایمنی



در عملیات خنک کاری، به خصوص در هنگام راه اندازی کمپرسور و در فصل سرد، هرگز نباید دمای سیلندر را پایین تر از نقطه میعان گاز خنک نمود. این عمل باعث مایع شدن قسمتی از گاز در داخل سیلندر می‌شود و حرکت گاز مایع شده در درون سیلندر، باعث خراب شدن شیرهای ورودی و خروجی و همچنین شسته شدن لایه روغنی می‌شود که برای روانکاری به داخل سیلندر تزریق شده است، و باعث افزایش اصطکاک و خرابی زودرس رینگ‌ها و گرم شدن گاز داخل کمپرسور می‌شود.

بازرسی سامانه خنک کننده کمپرسور

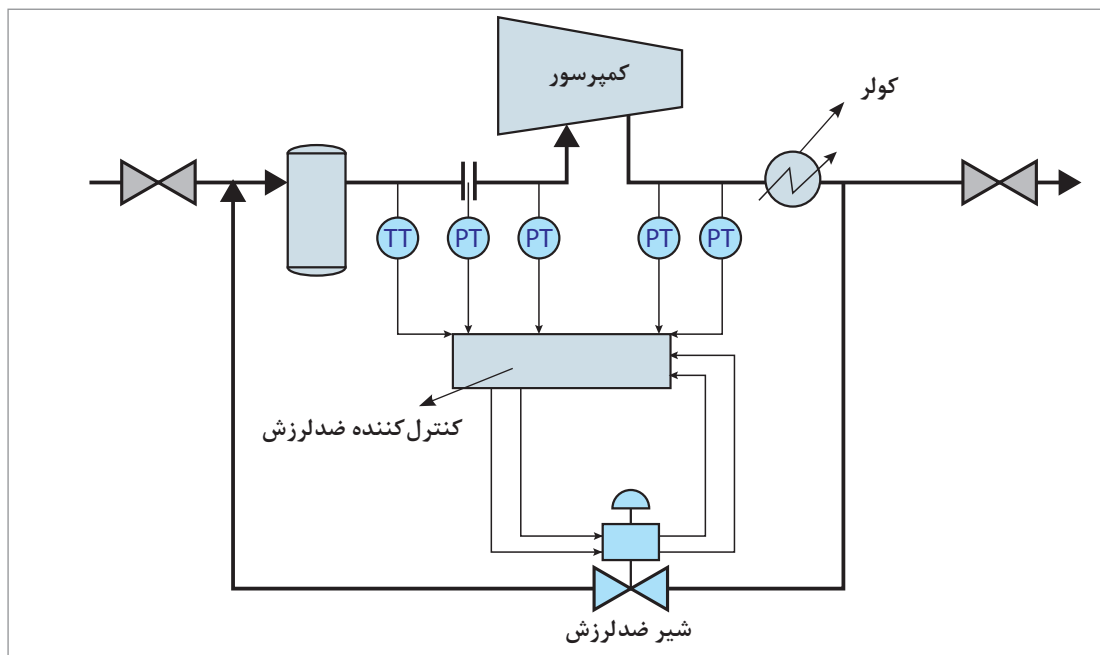
در بازرسی از سامانه خنک کننده کمپرسور نکات زیر باید مورد توجه قرار داده شوند:

- ۱ پس از هر بار تعمیرات اساسی و قبل از راه اندازی کمپرسور، کلیه سامانه های خنک کننده خوب شسته شوند و رسوبات و مواد زاید دفع گردند.
- ۲ کلیه مسیرها و قسمت های سامانه های خنک کننده هواگیری شوند.
- ۳ جریان مایع خنک کننده، باید به گونه ای باشد که بیشترین اختلاف دما بین مایع خنک کننده و جاهایی که خنک کاری می شوند، وجود داشته باشد (حدود ده تا بیست درجه فارنهایت).
- ۴ تمیزی و جریان داشتن آب ورودی باید به طور مرتب کنترل شود.

ایمنی سامانه خنک کننده

در مبدل های حرارتی، در صورتی که جریان از یک مقدار معین کمتر شود، میزان دما افزایش یافته و با توجه به ابزار دقیق موجود در فرایند، سامانه هشدار فعال شده و مسیر فرعی (بایپس) باز شده و مبدل از مدار خارج می شود. در مورد کمپرسورها نیز اگر جریان از یک مقدار مشخص کمتر شود، کمپرسور به حالت لرزش و ارتعاش درآمده (سرج^۱) و احتمال خرابی کمپرسور قوت می گیرد. در این شرایط، سامانه ضد لرزش (آنتی سرج^۲) فعال می شود و مسیر فرعی جریان باز می شود و ایمنی فرایند دوباره حاکم می گردد (شکل ۲۶).

همچنین در حالتی که رسوبات، موجب گرفتگی مسیرهای جریان سیالات خنک کننده شود، می توان مسیرها را معکوس نمود تا شدت جریان معکوس، باعث باز شدن آنها گردد. به این کار معکوس کردن جریان آب خنک کننده (بک فلش^۳) می گویند. برای سهولت ایجاد جریان معکوس، به ویژه در واحدهایی که تعداد خنک کننده های بیشتری دارند، از یک شیر چهارراه استفاده شده و جریان ها به راحتی معکوس می شوند.



شکل ۲۶- سامانه ضدلرزش در مدار کاری کمپرسورها



بازدید از یک مرکز مجهز به انواع سامانه های خنک کاری پمپ و کمپرسور با هماهنگی مسئولین هنرستان خود، از قسمت های مختلف مرکز (موتورخانه مرکزی، آبدارخانه، کارگاه و...) بازدید کنید. قسمت های مختلف خنک کاری پمپ و کمپرسورهای موجود را شناسایی کرده و با کمک اعضای گروه خود یک گزارش کامل تهیه کنید.



۱. خنک کاری کمپرسورها با چه دلایلی انجام می شود؟
۲. خنک کاری کمپرسورها با چه روش هایی انجام می شود؟
۳. انواع خنک کننده های روغن را نام ببرید.

ارزشیابی شایستگی انتخاب سامانه خنک کننده مناسب

شرح کار:

- روش کار چیلر ها را بداند.
- روش کار سیستم خنک کننده خودرو را بداند.
- روش کار خنک کننده کمپرسور را بداند.
- هنگام کار مراقب باشد که دستگاه صدمه نبیند.

استاندارد عملکرد:

انتخاب سامانه خنک کننده مناسب و انجام خنک کاری تجهیزات

شاخص ها:

- رعایت مسائل ایمنی در هنگام کار خنک کننده ها

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه و آزمایشگاه

زمان: یک جلسه آموزشی

ابزار و تجهیزات: خنک کننده های متفاوت

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	چیلر	۲	
۲	خنک کننده کمپرسور	۲	
۳	خنک کننده خودرو	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست محیطی و نگرش:* ایمنی: انجام دادن کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: صرفه جویی در مصرف مواد اولیه و کار با خنک کننده ها از جمله خنک کننده خودرو و چیلرها توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام دادن کار بدون ریخت و پاش. شایستگی های غیر فنی: اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، محاسبه و کار بست ریاضی، مستندسازی، گزارش نویسی		
	میانگین نمرات**		

* شایستگی های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

- ۱ سند راهنمای برنامه درسی، درس سرویس و نگهداری تجهیزات صنایع شیمیایی، ۱۴۰۳، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- ۲ ابراهیمی، قنبر، مهندسی برج‌های خنک‌کننده (تر)، ۱۳۷۹، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران
- ۳ الیوگنر، ال، ترکی، محمود، راهنمای عملی روانکاری ماشین آلات، ۱۳۸۴، انتشارات پژوهشگاه صنعت نفت
- ۴ تریبال، رابرت، جاودانی، کامبیز، عملیات انتقال جرم، ۱۳۶۲، چاپخانه دانشگاه صنعتی شریف
- ۵ چنگیزی، عالییه، شناسایی برخی زیست توده‌های موجود در برج خنک کن و راه مقابله با آنها، ۱۳۹۱، مقاله کنفرانس سومین همایش بین‌المللی چیلر و برج خنک‌کن.
- ۶ ساعتچی، احمد، مهندسی خوردگی، ۱۳۶۵، جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان
- ۷ صدراپی، ساسان، فرایندهای شیمیایی، ۱۳۹۵، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- ۸ صدراپی، ساسان، کارگاه فرایندهای شیمیایی، ۱۳۹۵، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- ۹ گشایشی، حمیدرضا، برج‌های خنک‌کننده، ۱۳۸۷، چاپخانه شاهین، سخن گستر ملک‌زاده، کرامت، شهبازی کرمی، جواد، اصول طراحی یاتاقان و تئوری روغن کاری، ۱۳۸۱، امید انقلاب
- ۱۰ نیک‌آذر، منوچهر، مبانی کنترل فرایند در مهندسی شیمی، ۱۳۹۵، دانشگاه صنعتی امیرکبیر مرکز نشر دی
- ۱۱ یاری، مرتضی، قنواتی، مهرداد، مرجع شیرهای کنترل، ۱۳۸۳، انتشارات شرکت ملی صنایع پتروشیمی
- ۱۲ طالقانی، محمد، کاروان، فاطمه؛ (۱۳۸۲). از نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه تا نگهداری و تعمیرات بهره‌ور. رشت: انتشارات عالی.
- ۱۳ لوتکنز، گونتر؛ ویلسون، نورمن، (۱۹۹۵). خطرات الکتریسیته ساکن. ترجمه: همایون لاهیجانیان (۱۳۸۴). تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران.
- 14 Bloch, Heinz P., John. J, Reciprocating Compressors, 1996, Gulf Publishing Company
- 15 Bloch, Heinz P., Geitner, F.K, Major Process Equipment Maintenance and Repairs, 1997, Gulf Publishing Company
- 16 Brennen, Christopher Earls, Hydrodynamics of Pumps, 1994, Cambridge University Press
- 17 Crowl, Daniel A., Louvar, Joseph F., Chemical Process Safety: Fundamentals with Application, 1990, Prentice Hall
- 18 Dean, Angela, Voss, Daniel, Draguljić, Danel, Design and Analysis of Experiments, 1999, Springer
- 19 Hensley, John C., Cooling Tower Fundamentals, 2009, SPX, Cooling Technologies
- 20 Holman, J.P., Heat transfer, 1998, McGraw-Hill; 6th edition
- 21 McCabe, Warren L., Smith, Julian C., Harriott, Peter, Unit Operation of Chemical Engineering, 1985, MC Graw.Hill
- 22 Walas, Standey M., Chemical Process Equipment, 2010, Butterworth-Heinemann Publications



«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز صنایع غذایی (۱) و (۲)

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز صنایع غذایی

خرید و دانلود



ایران استخدام

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن
و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir 

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۱۱۳ 

Www.IranEstekhdam.Ir