

شرح عدم انطباق	چک لیست تأسیسات مکانیکی ساختمان گرمایش با آب الکتروپمپ				شرح فعالیت	ردیف
	ندارد <input type="checkbox"/>		دارد <input type="checkbox"/>			
	کنترل نهایی		کنترل اولیه			
تاریخ:		تاریخ:				
خیر	بله	خیر	بله			
					آیا تعداد الکتروپمپ‌ها درست است؟	۱
					آیا ساخت پمپ مطابق استاندارد است؟	۲
					آیا دبی پمپ درست است؟	۳
					آیا هد پمپ درست است؟	۴
					قطر پروانه پمپ درست است؟	۵
					نوع کاسه نمد پمپ درست است؟	۶
					آیا ساخت الکتروموتور پمپ مطابق استاندارد است؟	۷
					آیا نوع الکتروپمپ درست است؟	۸
					قدرت الکتروموتور درست است؟	۹
					دو موتور درست است؟	۱۰
					ولتاژ/ فاز/ فرکانس الکتروموتور درست است؟	۱۱
					درجه حفاظتی الکتروموتور درست است؟	۱۲
					اتصالات برقی الکتروموتور انجام شده است؟	۱۳
					کاسه نمد پمپ نشستی قابل قبولی دارد؟	۱۴
					آیا لوله انتقال چکه پکینگ به کفشوی موتورخانه هدایت شده است؟	۱۵
					نوع بلبرینگ‌های پمپ مناسب است؟	۱۶
					وضعیت نصب پمپ‌های زمینی درست است؟	۱۷
					الکتروپمپ دارای شاسی مناسب است؟	۱۸
					الکتروپمپ روی فونداسیون تثبیت شده است؟	۱۹
					تراز نصب الکتروپمپ درست است؟	۲۰

بودمان پنجم: نصب و راه‌اندازی و سرویس دستگاه‌های گرمایی

شماره نقشه:	چک لیست تأسیسات مکانیکی ساختمان گرمایش با آب الکتروپمپ				شماره: ۱۱ تاریخ: پیوست:	
	ندارد <input type="checkbox"/>		دارد <input type="checkbox"/>		شرح فعالیت	ردیف
	کنترل نهایی		کنترل اولیه			
تاریخ:		تاریخ:				
شرح عدم انطباق	بله	خیر	بله	خیر		
					کوپلینگ درست نصب شده است؟	۲۱
					محورهای پمپ و الکتروموتور در یک راستا هستند؟	۲۲
					جنس و ابعاد فونداسیون پمپ درست است؟	۲۳
					لبه‌های فونداسیون با نبشی محافظت شده است؟	۲۴
					فونداسیون یا شاسی دستگاه، با لرزه‌گیر مناسب، از ساختمان مجزا شده است؟	۲۵
					روی فونداسیون جهت تثبیت الکتروپمپ، از صفحات مناسب استفاده شده است؟	۲۶
					اتصالات لوله آب به پمپ درست اجراء شده است؟	۲۷
					شیرهای خط مکش و رانش درست است؟	۲۸
					نوع شیرهای خط مکش و رانش درست است؟	۲۹
					شیرهای یک‌طرفه طبق نقشه نصب شده است؟	۳۰
					در خط مکش الکتروپمپ صافی گذاشته شده است؟	۳۱
					نوع صافی و مشخصات آن درست است؟	۳۲
					وضعیت نصب صافی درست است؟	۳۳
					صافی‌ها توری مناسب و تمیز دارد؟	۳۴
					وسایل اندازه‌گیری و فشارسنج‌ها نصب شده است؟	۳۵
					قطر صفحه فشارسنج درست است؟	۳۶
					درجه‌بندی فشارسنج مناسب است؟	۳۷
					آیا فشارسنج و لوله رابط آن شیر قطع و وصل دارد؟	۳۸

شرح عدم انطباق	چک لیست تأسیسات مکانیکی ساختمان گرمایش با آب الکتروپمپ				شرح فعالیت	ردیف
	کنترل اولیه		کنترل نهایی			
	بله	خیر	بله	خیر		
					لرزه گیر مناسب بر روی خطوط مکش و رانش پمپ نصب شده است؟	۳۹
					مشخصات لرزه گیرها درست است؟	۴۰
					محل نصب لرزه گیرها درست است؟	۴۱
					آیا از اتصالات مناسب در مکش و رانش پمپ استفاده شده است؟	۴۲
					آیا فاصله مرکز زانو خط مکش تا فلنج مکش پمپ مناسب است؟	۴۳
					فاصله الکتروپمپ از دیوار و از سایر دستگاه ها مناسب است؟	۴۴
					آیا در مکش پمپ از تبدیل غیر هم مرکز استفاده شده است؟ در این صورت قسمت صاف آن در بالا قرار گرفته است؟	۴۵
					آیا در سیستم گرمایشی موقعیت نصب پمپ (در خط رفت دیگ یا خط برگشت دیگ) درست است؟	۴۶
					آیا منحنی های مشخصه پمپ (هد، توان و NPSH) توسط سازنده ارائه شده است؟	۴۷
					آیا مشخصات پمپ (دبی، هد و دور) بر روی پمپ به صورت خوانا، پاک نشدنی و برجسته نصب شده است؟	۴۸
					آیا مشخصات موتور (توان، دور، فرکانس، ولتاژ و...) به صورت خوانا و پاک نشدنی و برجسته بر روی موتور نصب شده است؟	۴۹
						۵۰
						۵۱

در این فعالیت کارگاهی آنچه مهم است استخراج پارامترهای مهم دبی، هد، ابعاد، سه‌فاز و تک فاز بودن، توان و سرعت و قطر فلنج‌ها بوده و مقایسه آن با نقشه اجرایی در صورت موجود بودن برای رسیدن به این هدف می‌توانید یک نقشه اجرایی واقعی که مشخصات در آن ثبت شده را در اختیار هنرجو قرار دهید و از او بخواهید تا دستگاه موجود را با نقشه مطابقت داده و نتیجه نهایی را به کلاس ارائه نماید.

ارزشیابی تکوینی (فعالیت کارگاهی پلاک خوانی الکتروپمپ)

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	پلاک خوانی		۱- شماره‌گذاری اجزای پلاک		
			۲- ثبت مشخصات مکانیکی در چک‌لیست		
			۳- ثبت مشخصات الکتریکی در چک‌لیست		
			۴- تشخیص مناسب یا عدم مناسب بودن الکتروموتور پمپ		

ارزشیابی تکوینی (فعالیت کارگاهی کنترل پارامترهای راه اندازی)

کار کارگاهی ۵- مطابق چک لیست ارائه شده در قسمت توضیح پارامترهای کنترلی راه اندازی پمپ موارد را بررسی و در صورت اصلاح و یا اجرای موارد رعایت نشده به صورت گزارش مستند و تکمیل شده از موارد بیان شده به هنرآموز خود تحویل دهید.

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱			۱- شناخت و انتخاب ابزار مناسب		
			۲- نقشه استقرار و اندازه گذاری فواصل		
			۳- توانایی انجام کار		
۲	رعایت ایمنی شخصی و کارگاهی		رعایت ایمنی در کار با ابزار برنده و به کارگیری دستکش		
۳	دقت و سرعت در انجام کار		زمان بندی شروع و پایان کار		

ارزشیابی تکوینی (فعالیت کارگاهی راه‌اندازی الکتروپمپ)

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	آماده‌سازی لوازم و دستگاه		۱- شناخت و انتخاب ابزار مناسب		
			۲- نقشه الکتریکی		
			۳- کنترل تجهیزات الکتریکی		
۲	آب‌اندازی سیستم		۱- باز کردن شیرهای فلکه مدار دیگ، مصرفی		
			۲- کنترل مدار از نظر نشتی		
			۳- رفع نشتی در صورت موجود بودن		
۳	راه‌اندازی		۱- اتصال کابل دستگاه تک‌فاز		
			۲- اتصال کابل دستگاه سه‌فاز		
			۳- راه‌اندازی الکتروموتور پمپ‌ها		
			۴- ارائه گزارش کار		
۴	رعایت ایمنی شخصی و کارگاهی		رعایت ایمنی در کار با ابزار و به‌کارگیری دستکش، کفش کار		
۵	دقت و سرعت در انجام کار		زمان‌بندی شروع و پایان کار		
۶	رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار		۱- رعایت مسائل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار		
۷	پیاده‌سازی ۵S در محیط کار		سامان‌دهی - پاکیزه‌سازی - نظم و ترتیب - استانداردسازی - انضباط		
جمع نمره					

ارزشیابی تکوینی (فعالیت کارگاهی کنترل پس از راه‌اندازی الکتروپمپ)

در این بخش لازم است از هنرجویان بخواهید چک‌لیست‌ها را تهیه و پُر نمایند نظارت شما در تهیه صحیح این چک‌لیست‌ها اهمیت موضوع را برای هنرجویان روشن می‌نماید، نمونه چک‌لیست در کتاب همراه داده شده است.

همچنین پخش فیلم بازرسی حین کار پمپ که در دوره به شما عزیزان داده شده است می‌تواند کمک مؤثری به تأکید این مسئله و یادگیری داشته باشد.

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	کنترل بخش الکتریکی		۱- کنترل و تنظیم ترموستات‌ها		
			۲- کنترل لوازم حفاظت		
			۳- کنترل و تنظیم شدت جریان		
۲	کنترل بخش مکانیکی		۱- کنترل فشار رانش		
			۲- کنترل فشار مکش		
			۳- کنترل نشستی احتمالی		
			۴- کنترل مهارها و شاسی		
			۵- تهیه گزارش چک‌لیست		
۳	رعایت ایمنی شخصی و کارگاهی		رعایت ایمنی در کار با ابزار و به‌کارگیری دستکش، کفش کار		
۴	دقت و سرعت در انجام کار		زمان بندی شروع و پایان کار		

		زمان‌بندی شروع و پایان کار	دقت و سرعت در انجام کار	۵
		۱- شناخت و انتخاب ابزار مناسب	آماده‌سازی لوازم و دستگاه	۶
		۲- استفاده صحیح از وسایل و ابزار		
		۳- توانایی انجام کار		
		رعایت ایمنی در کار با ابزار برنده و گردنده و به‌کارگیری عینک ایمنی	رعایت ایمنی شخصی و کارگاهی	۷
		زمان‌بندی شروع و پایان کار	دقت و سرعت در انجام کار	۸
		۱- رعایت مسائل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار	رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار	۹
		سامان‌دهی - پاکیزه‌سازی - نظم و ترتیب - استانداردهای - انضباط	پیاپی‌سازی ۵S در محیط کار	۱۰
جمع نمره				

ارزشیابی شایستگی راه‌اندازی پمپ‌های سیرکولاتور

شرح کار: راه‌اندازی پمپ‌های سیرکولاتور به صورت موازی			
استاندارد عملکرد: راه‌اندازی پمپ‌های سیرکولاتور موتورخانه با به کارگیری ابزار لازم و رعایت اصول فنی و ایمنی و کنترل صحت عملکرد پمپ شاخص‌ها: - راه‌اندازی مدار مکانیکی برابر دستورالعمل - راه‌اندازی مدار الکتریکی برابر دستورالعمل - کنترل پارامترهای مؤثر پس از راه‌اندازی برابر دستورالعمل شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: شرایط: یک سیستم پمپ بسته شده در کارگاهی مجهز به لوازم ایمنی و سیستم سرمایشی و گرمایشی ایمن زمان: ۲ ساعت ابزار و تجهیزات: نقشه کار- پمپ زمینی - ابزار لوله‌کشی - ابزار برق‌کشی همچون فاز متر انبردست و آمپر متر و...			
معیار شایستگی			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	راه‌اندازی مدار مکانیکی	۲	
۲	راه‌اندازی مدار الکتریکی	۱	
۳	تنظیم کنترل‌ها و تست نهایی	۲	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- تجزیه و تحلیل مجموعه‌ای از رفتارها ۲- به کارگیری لباس کار، عینک، دستکش و کفش ایمنی و رعایت موارد ایمنی جوش ۳- رعایت اصول ایمنی ۴- رعایت دقت در تنظیم کنترل‌ها ۵- تنظیم کنترل‌ها با رعایت موارد محیط زیستی		۲
میانگین نمرات*			
*حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.			

واحد یادگیری ۷

نگهداری و تعمیرات

جدول بودجه‌بندی زمان - محتوای واحد یادگیری ۷

کار در منزل	کار کلاسی	روش تدریس	ابزار	مکان	موضوع	زمان دقیقه / ساعت	
پژوهش	بحث کلاسی، کار کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	توضیح مفهوم نگهداری و تعمیرات (نت)	۱/۳۰	روز اول
پژوهش	بحث کلاسی، کار کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	تشریح ضرورت و ماهیت نگهداری و تعمیرات	۱/۳۰	
پژوهش	بحث کلاسی، کار کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	توضیح انواع سیستم‌های نگهداری و تعمیرات	۰۲/۰۵	
پژوهش	بحث کلاسی، کار کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	تشریح برنامه‌های ادواری سرویس و نگهداری تأسیسات	۰۱/۳۰	
	بحث کلاسی، پرسش و پاسخ	سخنرانی، پرسش و پاسخ	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	تشریح برنامه‌های ادواری سرویس و نگهداری تأسیسات	۰۱/۳۰	
	کار عملی در کارگاه	انجام نمایش عملی توسط هنرآموز	لوازم یادداشت برداری و تجهیزات موجود در کارگاه	کارگاه	کار کارگاهی نگهداری جهت دار برای یک دیگ گرمایش مرکزی	۰۲/۳۰	روز دوم
	کار عملی در کارگاه	انجام نمایش عملی توسط هنرآموز	لوازم یادداشت برداری و تجهیزات موجود در کارگاه	کارگاه	کار کارگاهی تکمیل چک لیست‌های تعمیر و نگهداری برای تجهیزات کارگاه	۰۲/۳۰	
پژوهش	بحث کلاسی، کار کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	تشریح روانکاری	۰/۵	
پژوهش	بحث کلاسی، کار کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	تشریح دسته‌بندی روانکارها	۰/۵	
پژوهش	کار کلاسی، بحث کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	تشریح مشخصه‌های بارز روغن‌های مصنوعی و معدنی	۰۰/۱۵	
	کار کلاسی، بحث کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	تشریح سیستم‌های روغن کاری	۰۰/۱۵	
	کار عملی در کارگاه	انجام نمایش عملی توسط هنرآموز	پیچ‌گوشی دوسو - روغن دان	کارگاه	عملیات روغن کاری کولر آبی	۱/۵	

پژوهش	کار کلاسی، بحث کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	تشریح گریس و گریس کاری	۰۰/۳۰	روز سوم
پژوهش	کار کلاسی، بحث کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	تشریح روش های دوده زدایی	۰۱/۰۰	
	کار عملی در کارگاه	انجام نمایش عملی توسط هنرآموز	آچار مخصوص باز کردن درهای جلو و عقب دیگ، فرچه مخصوص برای تمیزکاری داخل دیگ و لوله ها، شیلنگ آب	کارگاه	دوده زدایی دیگ	۰۲/۰۰	
پژوهش	کار کلاسی، بحث کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	تشریح روش های رسوب زدایی	۰۰/۳۰	
پژوهش	کار کلاسی، بحث کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	شرح تجهیزات مورد نیاز رسوب زدایی	۱	
پژوهش	پرسش و پاسخ	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	تشریح رسوب زدا یا دیسکلر Descaler	۱	
	کار عملی در کارگاه	انجام نمایش عملی توسط هنرآموز	فرچه رسوب زدایی معادل قطر لوله	کارگاه	رسوب زدایی کویل به روش مکلیکی	۲/۰۰	
	کار عملی در کارگاه	انجام نمایش عملی توسط هنرآموز	رسوب زدا، پمپ اسیدشویی، شیلنگ های رابط، بشکه	کارگاه	رسوب زدایی دیگ آبگرم مرکزی به روش شیمیایی	۰۱/۳۰	روز چهارم
پژوهش	بحث کلاسی، کار کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب و پوستر یا ویدئو پروژکتور	کلاس	تشریح غلظت اسیدهای رسوب زدا	۰۰/۳۰	
	کار عملی در کارگاه	انجام نمایش عملی توسط هنرآموز	یک دستگاه مکنده هوا	کارگاه	غبارزدایی تابلو برق دیگ گرمایش مرکزی با دهنده هوا	۰۰/۳۰	
	کار عملی در کارگاه	سخنرانی، پرسش و پاسخ	یک دستگاه مکنده هوا	کارگاه	غبارزدایی تابلو برق دیگ گرمایش مرکزی با دهنده هوا	۰۰/۳۰	
ارزشیابی						۵	

نگهداری و تعمیرات

هدف از تألیف این فصل آشنایی هرچه بیشتر هنرجویان با مفاهیم نگهداری و تعمیرات سیستم‌های تأسیساتی و به‌طور کلی تمامی سیستم‌ها می‌باشد. لزوم نگهداری پیشگیرانه به منظور جلوگیری از وقوع خرابی‌ها در این فصل ذکر شده است. مدرس محترم با تکیه بر دانش و تجربه خود می‌تواند دامنه‌های این بحث را به بازار کار نگهداری و تعمیرات بسط داده و نسبت به تدریس مبحث به طوری که برای هنرجو ملموس و قابل درک باشد اقدام نماید.

بحث کلاسی



- ۱ به نظر شما آیا یک دستگاه گرمایشی یا سرمایشی در حال کار به طور مرتب نیاز به رسیدگی و سرکشی دارد؟
- ۲ آیا می‌توان به روش رسیدگی دائمی عملکرد دستگاه در حال کار را بهینه‌سازی نمود؟ چگونه؟
- ۳ چون برای رسیدگی به دستگاه‌های در حال کار لازم است نیروی انسانی، وقت و هزینه صرف شود، آیا از نظر اقتصادی به صرفه‌تر نیست که تجهیزات را تا زمان خرابی به حال خود رها کنیم؟ چرا؟

پاسخ:

- ۱ بدیهی است دستگاه‌های سرمایشی و گرمایشی و به‌طور کلی سیستم‌های دارای قطعات متحرک به‌طور دائمی باید تحت مراقبت و کنترل باشند.
 - ۲ بله با رسیدگی به موقع و تعمیرات دوره‌ای می‌توان عملکرد دستگاه را تا حدود زیادی بهینه نمود.
 - ۳ خیر هم از نظر اقتصادی و هم از نظر فنی منافع ما در انجام نگهداری و تعمیرات دوره‌ای بیشتر است.
- هنرآموز محترم به فراخور تجربه و دانش خود نسبت به بسط جواب‌های فوق و جانداختن مطلب برای هنرجویان تلاش نمایند.

ارزشیابی تکوینی نگهداری جهت‌دار برای یک دیگ گرمایش مرکزی

ردیف	طرح فعالیت	بالتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	ساختار و داده‌های دستگاه		۱- تهیه شناسنامه دستگاه		
			۲- تنظیم اطلاعات شناسنامه		
۲	تشخیص و تکمیل اطلاعات سازنده دستگاه		۱- بهترین شرایط کارکرد دستگاه		
			۲- نوشتن سناریوی عملکرد		
۳	شناخت کارکرد فعلی دستگاه و استخراج نتایج نهایی		۱- تنظیم فرم شرایط کارکرد واقعی		
			۲- توانایی مقایسه شرایط واقعی با ایده‌آل		
			۳- تشخیص عیب‌های احتمالی موجود		
			۴- تهیه لیست پیشنهادات برای رفع عیب		
جمع نمره					
۴	رعایت ایمنی شخصی و کارگاهی		رعایت ایمنی، استفاده از چهارپایه مناسب		
۵	دقت و سرعت در انجام کار		زمان بندی شروع و پایان کار		
۶	رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار		۱- رعایت مسائل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار		
۷	پیاده سازی ۵S در محیط کار		سامان دهی - پاکیزه سازی - نظم و ترتیب - استانداردسازی - انضباط		
جمع نمره					

روانکاری

بحث کلاسی



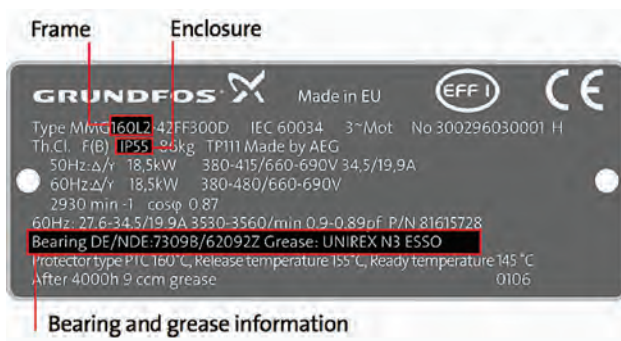
- ۱ لولای درها هنگام باز و بسته شدن گاهی سر و صدا می‌کند. به چه روشی می‌شود از ادامه سر و صدا جلوگیری کرد؟
- ۲ چرا زنجیر دوچرخه گاهی به سر و صدا می‌افتد و برای آنکه این صداها از بین برود باید چه کنیم؟
- ۳ آیا روغن چرخ خیاطی یا روغن ماشین ریش تراش را می‌توان برای زنجیر دوچرخه یا موتورسیکلت هم استفاده نمود؟

- ۱ با روغن کاری می‌شود از ادامه سر و صدا جلوگیری نمود.
 - ۲ به دلیل خشک شدن روان‌کننده در مجاورت هوای آزاد نیاز به روغن کاری مجدد دارد.
 - ۳ خیر نمی‌شود. هر روغن روان‌کننده دارای گرانروی مخصوص به خود بوده و برای وظایف مخصوصی بهینه شده است و باید در جای خود مورد استفاده قرار گیرد.
- لطفاً به فراخور تجربه و دانش نسبت به بسط جواب‌های فوق و جا انداختن مطلب برای هنرجویان تلاش شود.

ویژگی‌های ضروری روغن‌های روان‌کننده

- روغن‌های روان‌کننده باید:
- ۱ دارای گرانروی یا ویسکوزیته مناسبی باشند تا فیلم روغن با ضخامت مناسبی تشکیل و باعث کم شدن اصطکاک و ساییدگی گردیده و انتقال گرما و ضربه‌گیری و آب‌بندی و انتقال نیرو را به خوبی انجام دهند.
 - ۲ گرانروی خود را در محدوده دمای کاری در حد کافی حفظ کنند تا لطمه‌ای به انجام وظایف آنها وارد نشود. (در اصطلاح گفته می‌شود شاخص گرانروی **Viscosity Index** به اندازه کافی و بالایی داشته باشند).
 - ۳ در مقابل تجزیه گرمایی و اکسیداسیون (سوختن) به حد کافی مقاوم باشند.
 - ۴ باعث زنگ‌زدگی و خوردگی بیش از حد قطعات که توسط مواد اسیدی و ساینده به وجود می‌آید نشوند.
 - ۵ دارای مواد پاک‌کننده و معلق مناسب باشند تا از ته‌نشین شدن رسوبات در لابه‌لای قطعات جلوگیری نماید.
 - ۶ در سرما به اندازه کافی روان باشند تا شروع و ادامه حرکت قطعات آسان شود.

- ۷ اثر نامطلوبی روی قطعات غیر فلزی مثل کاسه نمدها و نظیر آن نداشته باشند.
- ۸ روی قطعاتی که با آنها در تماس است و همچنین روی اجزای درونی خودشان اثر نامطلوب نداشته باشند و بین آنها و اجزا سازگاری وجود داشته باشد.
- ۹ از نظر عواملی نظیر فراریت، آتش‌گیری و نظایر آن در شرایط مناسبی قرار داشته باشند.
- ۱۰ روغن‌ها باید بتوانند اثرات نامطلوب ناشی از کار دستگاه مثل احتراق و یا مخلوط شدن با آب در توربین‌های بخار و غیره را تا حد ممکن خنثی نمایند.
- ۱۱ مواد آلوده‌کننده خارجی مثل گرد و خاک و غیره به همراه نداشته باشند.
- ۱۲ درحین کار ایجاد کف نکنند.
- ۱۳ در شرایط عملیات و طول زمان سرویس خواص خود را محفوظ نگه دارند.
- ۱۴ خاصیت ضد زنگ‌زدگی داشته باشد (به خصوص در محیط‌های کاری مرطوب).
- ۱۵ خاصیت ضد فرسودگی داشته باشند.



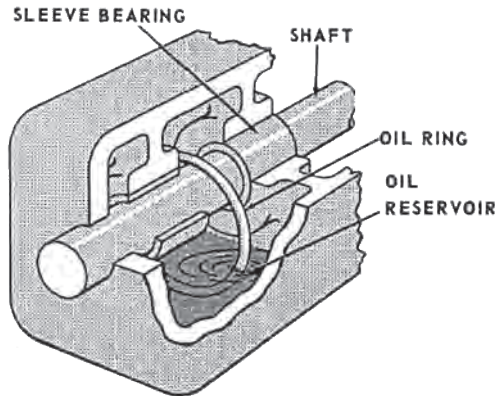
اطلاعات مربوط به روانکاری را از پلاک الکتروموتور فوق برداشت و در جدول زیر وارد نمایید.

نوع روغن یا گریس؟	روانکاری به واسطه روغن یا گریس؟
UNIREX N3 ESSO	گریس

روغن کاری به وسیله رینگ

در یاتاقان‌هایی که به این روش روغن کاری می‌شوند روغن توسط یک رینگ Oil Ring که روی محور آزاد است و با آن می‌چرخد و در اثر چرخش محور روغن را نیز با خود به طرف بالا می‌آورد و روی یاتاقان پخش می‌کند و پس از روغن کاری

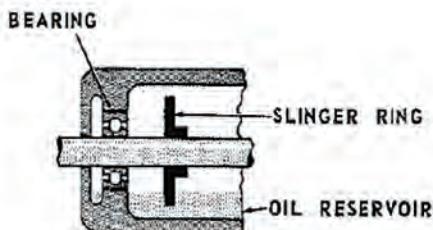
مجدداً به مخزن روغن برمی‌گردد. از این روش برای مواردی که محور دارای دور متوسطی است استفاده می‌شود. در سرعت‌های زیاد رینگ و محور یاتاقان به سرعت روی یکدیگر می‌غلتند و در نتیجه روغن به اندازه کافی به یاتاقان نمی‌رسد. همچنین در سرعت‌های بالا که یاتاقان بار زیادی را منتقل می‌کند مقدار روغن به اندازه‌ای نیست که بتواند کار خنک‌کاری را انجام دهد. قطر رینگ تقریباً $1/5$ تا 2 برابر قطر محور است و در مواقعی که طول یاتاقان زیاد باشد از دو عدد رینگ استفاده می‌شود. همچنین سطح روغن باید طوری باشد که کمتر از نصف قطر رینگ در داخل روغن فرو رود. در صورتی که سطح روغن خیلی پایین باشد، روغن به اندازه کافی به یاتاقان نمی‌رسد و در صورتی که سطح روغن بیش از حد بالا بیاید به علت سبک شدن رینگ (طبق قانون ارشمیدس) ممکن است باعث متوقف شدن رینگ (به دلیل کاهش اصطکاک بین رینگ و محور) و قطع روغن به یاتاقان شود. بعضی از مواقع که سرعت محور بسیار پایین است از زنجیر به جای رینگ استفاده می‌شود زیرا زنجیرها در سرعت‌های پایین ظرفیت بیشتری برای انتقال روغن دارند.



شکل ۱۷- سیستم روغن کاری با OIL RING

در بعضی از موارد که استفاده از روغن‌های با گرانروی زیاد برای یاتاقان‌های با سرعت کم و بار زیاد لازم باشد از طوقه یا Slinger Ring به جای Oil Ring استفاده می‌شود که شامل یک صفحه با قطر مشخص است که روی محور نصب می‌شود و با آن می‌چرخد. برای پاک کردن روغن و هدایت آن به شیرهای توزیع روغن (در یاتاقان‌های بوشی) به یاتاقان‌ها باید یک پاک‌کننده یا Scraper در قسمت بالای طوقه نصب شود. این سیستم دارای کارایی بهتری است ولی به

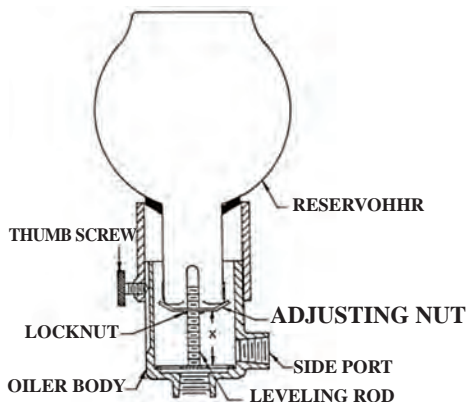
دلیل موارد ذکر شده فوق و پاشش روغن معمولاً در دوره‌های خیلی بالا کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.



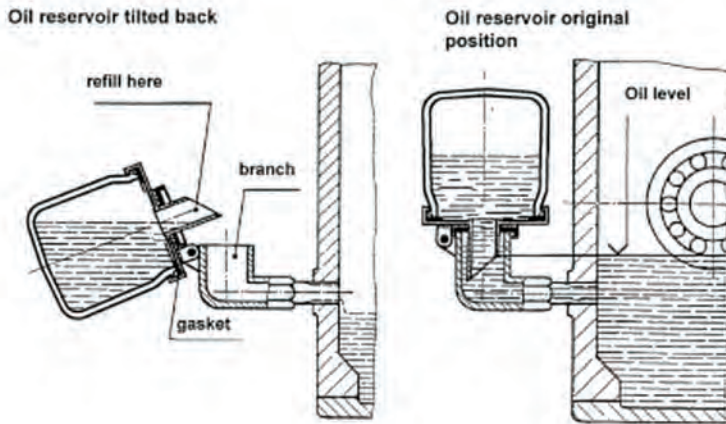
شکل ۱۸- سیستم روغن کاری با SLINGER RING

به دلیل نشتی‌های اجتناب‌ناپذیری که وجود دارد سطح روغن داخل محفظه یا تاقان تغییر می‌کند که این می‌تواند در این نوع سیستم روانکاری اختلال ایجاد کند. پس لازم است سیستمی وجود داشته باشد که بتواند به طور اتوماتیک سطح روغن را در حد مطلوبی نگه دارد. برای تنظیم اتوماتیک سطح روغن در داخل هوزینگ برینگ‌ها از سیستم‌هایی به نام Oil Pot که از یک محفظه شیشه‌ای که شامل یک میله تنظیم‌کننده Levling Rod و یک محفظه شیشه‌ای به عنوان مخزن ذخیره روغن است استفاده می‌شود. در صورتی که سطح روغن محفظه یا تاقان از حد تعیین شده پایین‌تر رود به طور اتوماتیک سطح روغن تنظیم و کمبود روغن را جبران می‌کند. هر چه مخزن شیشه‌ای بالاتر قرار گیرد سطح روغن بالاتر می‌آید و بالعکس هر چه پایین‌تر قرار گیرد سطح روغن پایین‌تر نگه داشته می‌شود. تنظیم سطح مخزن شیشه‌ای روغن توسط میله تنظیم‌کننده همراه با دو مهره بزرگی که روی آن پیچیده می‌شود و زیر مخزن شیشه‌ای قرار دارد تنظیم می‌شود. با

پیچاندن این مهره‌ها Adjusting Nut (برای جلوگیری از شل شدن آنها در حین کار از دو مهره استفاده می‌شود) به سمت بالا مخزن شیشه‌ای بالاتر قرار می‌گیرد (سطح روغن بالاتر می‌آید) و باعث تخلیه بیشتر روغن از مخزن شیشه‌ای به طرف هوزینگ برینگ می‌شود تا حالت تعادل برقرار شود. موقعیت قرارگیری مهره‌های زیر مخزن شیشه‌ای مبین سطح روغن داخل هوزینگ برینگ است و با بالا و پایین بردن مهره



امکان تغییر دادن ارتفاع روغن وجود دارد. در شکل ۱۹ یک نمونه Oil Pot با مخزن ذخیره روغن شیشه‌ای که در اکثر مراکز صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد نشان داده شده است. در شکل زیر یک نمونه دیگر Oil Pot که ارتفاع روغن را در یک حالت نگه می‌دارد (غیر قابل تنظیم) نشان داده شده است.



شکل ۱۹- نمونه‌ای از OIL POT

نکته



۱ اگر لوله اتصال Oil Pot به محفظه یا تاقان گرفتگی داشته باشد امکان تخلیه روغن وجود ندارد و با وجود روغن در محفظه شیشه‌ای امکان سوختن برینگ وجود دارد.

۲ گاهی مشاهده می‌شود که میله تنظیم‌کننده سطح داخل Oil Pot بنا به دلایلی مفقود یا برداشته شده است که این کار می‌تواند باعث از کار افتادن و عدم کنترل سطح روغن شود و در شرایطی Oil Pot سوختن برینگ‌ها و کاهش طول عمر آنها را در اثر فقدان روغن به وجود آورد.

اگر مخزن شیشه‌ای شکسته شده باشد یا ترک داشته باشد باعث می‌شود هوا داخل آن نفوذ کند و روغن داخل آن در مدت زمان کوتاهی تخلیه شود و عملاً این سیستم کاردهی خود را از دست بدهد پس علاوه بر اطمینان از پر بودن مخزن شیشه‌ای باید موارد فوق‌الذکر نیز در طی بازدیدهای روزانه چک شوند.



با توجه به جدول ویژگی‌های فوق به چه دلیل برای روغن‌های مورد استفاده در کاربردهای ذکر شده ضروری است که وجود داشته باشد؟

شکل	ویژگی‌های ضروری روغن	دلیل لزوم ویژگی
 <p>شکل تشکیل یک امولسیون پایدار روغن و آب برای روغن‌های حل شونده تراشکاری</p>	<p>تشکیل شدن یک امولسیون پایدار روغن و آب (روغن‌های حل شونده)</p>	<p>برای اینکه روغن با آب مخلول تشکیل دهد و سریعاً در آن حل شود و وظیفه خنک کاری را انجام دهد.</p>
 <p>شکل یک توربین بخار</p>	<p>جدا شدن آب از روغن در مدت زمان کوتاه</p>	<p>به خاطر سرعت بالای گردش توربین و لزوم روغن‌کاری به طوری که روغن با بخار توربین مخلوط و از آن خارج نشود.</p>
 <p>شکل یک ترانسفورماتور</p>	<p>عایق الکتریسیته قوی</p>	<p>به جهت اینکه ترانسفورماتورها دارای برق فشار قوی و جریان الکتریکی بالایی می‌باشند.</p>
 <p>شکل یک سیستم هیدرولیک</p>	<p>باید مقاومت مولکولی بالایی برای تحمل فشارهای بالا را داشته باشند.</p>	<p>چون این روغن‌ها باید فشارهای بسیار زیادی را تحمل کنند.</p>

روش ساخت گریس‌ها

ساخت گریس معمولاً طی یک فرایند ناپیوسته انجام می‌شود. در این فرایند ماده سفت کننده را در داخل مایع روان کننده پخش می‌کنند و آن را با مواد افزودنی یا بهبود دهنده ترکیب می‌کنند. ساخت گریس به چند روش انجام می‌شود. در بعضی از حالت‌ها ماده سفت کننده از کارخانه‌های سازنده گریس به صورت آماده خریداری می‌شود و سپس با مخلوط کردن آن با روغن گریس با ساختمان مورد نظر به دست می‌آید. ولی در بیشتر مواقع به جای خرید صابون آماده، مواد اولیه لازم برای ساخت آن خریداری می‌شود و با ترکیب آنها در مایع روان کننده گریس مورد نظر ساخته می‌شود. به عنوان مثال برای ساخت گریس با پایه لیتیوم ابتدا روغن کرچک هیدروژنه و اسید چرب و یا گلیسیرید را در یک قسمت از روغن حل می‌کنند و سپس آن را با یک محلول آبی از هیدرواکسید لیتیوم مخلوط می‌کنند تا عمل صابونی شدن صورت گیرد. سپس با گرما دادن محلول، آب موجود در صابون از آن جدا می‌شود. سپس این مخلوط را که شامل صابون خشک می‌باشد با روغن مخلوط می‌کنند تا گریس مطلوب نهایی به دست آید. در این حالت مخلوط روغن و صابون بدون آب یک توده پلاستیکی که ساختمان آن گریس الیافی است تشکیل می‌دهند. با ادامه عملیات، مراحلی مثل آسیاب شدن راجهت Cut Back بهبود ساختمان خود می‌گذارند. در پایان ممکن است عمل هواگیری جهت خارج کردن هوا از گریس انجام شده و همچنین برای جدا کردن ناخالصی‌هایی که احتمالاً همراه با مواد اولیه وارد شده است گریس فیلتر شود، تا اثری روی کیفیت گریس نداشته باشد.

مراحل فوق از مراحل اصلی ساخت گریس است و در بعضی از فرایندها برای ساخت گریس‌های ویژه ممکن است تعدادی از مراحل فوق به‌طور هم‌زمان و برای ساخت بعضی دیگر از گریس‌ها این مراحل به صورت مجزا صورت گیرد.

بحث کلاسی



- ۱ تاکنون درباره تعویض روغن هر نوع از تجهیزات چه تجربیات و اطلاعاتی داشته‌اید؟ درباره درستی تصورات قبلیتان با دوستان بحث نمایید.
- ۲ درباره شناختی که از تفاوت بین روغن و گریس دارید و محل استفاده هر کدام از آنها بحث نمایید.

پاسخ:

- ۱ هر هنرجو تجربیات شخصی خود را بیان می‌کند.
- ۲ روغن و گریس تفاوت در فاز دارند و موارد استفاده آنها در کتاب ذکر شده است.

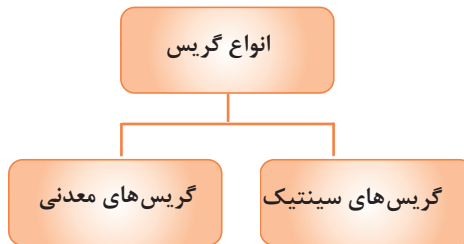
ترکیب شیمیایی گریس‌ها

ترکیب گریس‌ها شامل سه جزء است:

- ۱ مایع گریس: که ممکن است یک روغن معدنی یا هر مایع دیگری با خواص روان‌کنندگی مطلوب باشد.
 - ۲ سفت‌کننده: که باید ماده‌ای باشد که بتواند روغن انتخاب شده را به صورت جامد یا نیمه جامد درآورد.
 - ۳ مواد افزودنی بهبوددهنده: که خواص گریس را بهبود می‌بخشد یا قابلیت‌های به‌خصوصی را در آن ایجاد می‌کند.
- تنوع زیاد روغن و ماده سفت‌کننده باعث شده است که انواع مختلف گریس با کارایی‌های گوناگون ساخته و عرضه شود.

انواع گریس‌ها

گریس را می‌توان بر اساس نوع روغن به کار رفته در آنها به دو دسته تقسیم نمود.



سفت‌کننده‌های اصلی که در ساخت گریس به کار می‌روند در دو دسته زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- ۱ گروه ترکیبات صابونی فلزی نظیر سدیم، لیتیوم، کلسیم، آلومینیوم سرب و غیره و یا ترکیبی از این فلزات نظیر گریس‌های با پایه آلومینیوم لیتیوم باریم و غیره
 - ۲ گروه ترکیبات غیر صابونی نظیر خاک‌های فعال شده بنتونیت، یا پلیمرهای خاص که برای ساخت گریس‌های نسوز که در دماهای بالاستفاده می‌شوند.
- مواد افزودنی بهبوددهنده‌ای که در پروسه ساخت گریس‌های روان‌کننده استفاده می‌شوند شامل: مواد بازدارنده اکسیداسیون و زنگ زدگی، مواد افزودنی پایین‌آورنده نقطه ریزش، مواد افزودنی ضد سائیدگی با قابلیت فشارپذیری بالا، مواد کاهش‌دهنده اصطکاک، مواد رنگی و غیره که نقش این مواد در گریس مانند نقش مواد مشابه در روغن‌های روان‌کننده است و در بخش‌های قبلی راجع به آنها بحث شده است.

بحث کلاسی



- ۱ آیا می‌توان در داخل موتور خودرو به جای روغن از گریس استفاده کرد؟ چرا؟
 ۲ اگر داخل یک بلبرینگ گریس خور پمپ گردش آب گرم سیستم گرمایش مرکزی به جای روغن از روغن استفاده کنیم چه اتفاقی ممکن است رخ بدهد؟

پاسخ:

- ۱ خیر نمی‌توان. به این علت که ویسکوزیته این دو کاملاً با هم متفاوت است و در حقیقت روغن موتور باید سیلان داشته باشد و در داخل سیستم روانکاری به سهولت حرکت کند.
 ۲ روغن به خاطر ویسکوزیته متفاوتی که دارد به زودی از محفظه بلبرینگ خالی شده و بلبرینگ بدون روانکار عمل می‌کند و آسیب خواهد دید.

ارزشیابی تکوینی نگهداری روغن کاری کولر آبی

ردیف	طرح فعالیت	بالتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	ساختار و داده‌های دستگاه		۱- انتخاب ابزار آلات مناسب		
			۲- رعایت شیوه درست کار با ابزار		
۲	ایجاد دسترسی به قسمت‌های داخلی		۱- باز کردن پوشش های کناری کولر آبی		
			۲- برداشتن درپوش بالای محفظه روغن پاتاقان		
۳	انجام صحیح کار و بستن مجدد دستگاه		۱- انجام درست روغن کاری		
			۲- انجام درست گریس کاری موتور		
			۳- بستن مجدد پوشش های کناری کولر آبی		
۴	رعایت ایمنی شخصی و کارگاهی		رعایت ایمنی، استفاده از چهار پایه مناسب		
۵	دقت و سرعت در انجام کار		زمان بندی شروع و پایان کار		
۶	رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار		۱- رعایت مسائل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار		
۷	پیاده سازی ۵S در محیط کار		سامان دهی - پاکیزه سازی - نظم و ترتیب - استاندار دسازی - انضباط		
جمع نمره					



دوده‌ها و چربی‌های حاصل از پخت و پز در فضای آشپزخانه منزل را به چه روشی پاک می‌کنید؟

پاسخ:

می‌توان به وسیله آب یا با استفاده از دستمال مرطوب و یا پاک‌کننده‌های شیمیایی آن را پاک کرد.

ارزشیابی تکوینی دوده‌زدایی دیگ

ردیف	طرح فعالیت	بالا تر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	آماده‌سازی		۱- انتخاب ابزارآلات مناسب		
			۲- رعایت شیوه درست کار با ابزار		
۲	ایجاد دسترسی به مقاطع تمیز شونده		۱- بازکردن درچه‌های دسترسی		
			۲- شناخت درست از محل تمیزکاری		
۳	دوده‌زدایی و تکمیل مراحل نهایی		۱- انجام دوده‌زدایی		
			۲- فرچه‌زنی داخل مسیرهای تمیز شونده		
			۳- بستن مجدد دسترسی‌های ایجاد شده		
۴	رعایت ایمنی شخصی و کارگاهی		رعایت ایمنی، استفاده از چهارپایه مناسب		
۵	دقت و سرعت در انجام کار		زمان‌بندی شروع و پایان کار		
۶	رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار		۱- رعایت مسائل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار		
۷	پیاده‌سازی ۵S در محیط کار		سامان‌دهی - پاکیزه‌سازی - نظم و ترتیب - استانداردسازی - انضباط		
جمع نمره					

رسوب زدایی

بحث کلاسی



۱ درباره چگونگی تشکیل رسوب بحث نمایید.

۲ چه عواملی باعث افزایش شدت رسوب‌گذاری می‌شود؟

۳ درباره معایب و مضرات رسوب بحث نمایید.

شرح آن در کتاب هنرجو و در بخش دانش‌افزایی راهنما آمده است.

همان‌طور که درباره سختی آب و اثرات ناشی از آن اشاره کردیم، یکی از قدیمی‌ترین و اساسی‌ترین مشکلاتی که صنعت همواره با آن روبه‌رو بوده است همین موضوع است. در یک تعریف مختصر و مفید ته‌نشین شدن املاح را اصطلاحاً رسوب‌گیری می‌گویند.

آنالیز شیمیایی رسوب نشان داده است که عمده‌ترین مواد تشکیل دهنده آن به ترتیب: کربنات کلسیم، سولفات کلسیم، سیلیکا و آهن است. نقش کربنات کلسیم بسیار بارز است که معمولاً ظاهر فیزیکی رسوبات به رنگ کربنات کلسیم نمایان می‌شود.

زمانی که آب‌های سخت وارد سیستم‌های صنعتی یا مصارف خانگی می‌شود مشکلات متعددی نظیر رسوبات، خوردگی و نظایر آن را به‌همراه می‌آورد. میزان رسوب‌گیری تجهیزات در اثر آب سخت به سه عامل دمای آب، اسیدی و یا قلیایی بودن آب و فشار آب بستگی مستقیم دارد.

البته جنس سطح هم در کمیت و هم در کیفیت آن به‌ویژه از نظر چسبندگی و غیر چسبندگی بودن مؤثر است. در یک پژوهش علمی نشان داده شده است که آبی با PH برابر ۸/۴ و سختی و قلیاییت اولیه برابر ۲۰۵ppm معادل کربناتی در عرض ۱۰۰ ساعت بر روی سطح چدنی بیش از ۶۰ برابر سطح فولاد ضد زنگ رسوب ایجاد کرده است. اما این ادعا که برخی مطرح می‌کنند که اصلاً رسوبی ایجاد نمی‌شود درست نیست.

چون آب اشباع از املاح در تماس با هر سطحی در دراز مدت رسوب ایجاد خواهد کرد، هر چند که مقدار آن ممکن است خیلی کم باشد. در واقع می‌توان گفت که ناهمواری سطح باعث می‌شود که چسبندگی رسوب بیشتر شود. به‌طور کلی چسبندگی رسوب به نوع ماده رسوب و جنس سطح جامد نیز بستگی دارد.

از آنجایی که به جرئت می‌توان ادعا کرد که آب مهم‌ترین سیالی است که در سیستم‌های انتقال گرما چه در بویلرها و چه در چیلرها و سایر تجهیزات بیشترین کاربرد را دارد؛ (به عنوان مثال در اکثر مبدل‌های گرمایی، بویلرها، و چیلرها گردش آب باعث تبادل گرما می‌شود.) معمولاً آب استفاده شده در کاربردهای

گرمایی به‌طور پیش فرض دارای سختی می‌باشد که در صورت استفاده مستقیم از آن بدون انجام عملیات نرم کردن، و یا نرم نکردن آب تا حد لازم، باعث پدیدار شدن رسوب‌گذاری بر روی سطوح در تماس با آب می‌شود.

تشکیل رسوب در دیواره‌های تجهیزات تأسیساتی باعث آسیب‌های فراوانی به آنها می‌شود که مهم‌ترین آنها کاهش بازدهی سیستم‌ها و در نتیجه افزایش چشمگیر مصرف انرژی می‌باشد. ترکیب آنیون‌ها و کاتیون‌ها با توجه به بارهای مثبت و منفی آنها صورت گرفته و ترکیبات مختلفی را در آب به وجود می‌آورد. به طور مثال:

مثبت:	Ca^{++} , کلسیم	Mg^{++} , منیزیم	Na^+ , سدیم
منفی:	Cl^- , کلسیم	So_4^{--} , سولفات	HCO_3^- ، بی‌کربنات

همان‌طور که گفته شد PH و میزان قلیابیت آب یکی از عوامل مؤثر در تشکیل رسوبات است. با توجه به آنکه اولاً در PHهای مختلف جنس رسوب می‌تواند فرق کند و ثانیاً حلالیت برخی نمک‌ها به PH بستگی دارد می‌توان انتظار داشت که PH نقش کلیدی هم در کیفیت و هم در کمیت رسوب داشته باشد. قلیابیت آب در تشکیل رسوب جلوگیری کننده از خوردگی فولاد است و باعث کاهش نرخ خوردگی فولاد می‌شود. چنین رسوبی همانند یک بازدارنده طبیعی عمل می‌کند. کلرید و سولفات باعث افزایش میزان خوردگی آب می‌شوند، از این رو نسبت مجموع غلظت کلرید و سولفات به غلظت قلیابیت به عنوان شاخص خوردگی آب در نظر گرفته می‌شود.

هر چه سرعت رسوب‌گذاری کندتر باشد رسوب تولید شده غیر متخلخل تر و سفت‌تر خواهد بود. علاوه بر آن، گذشت زمان چسبندگی بین سطح و رسوب را افزایش خواهد داد. از این رو تجهیزاتی که مدت‌ها به حال خود رها شده و اسیدشویی نشده‌اند به مراتب در معرض خطرات بیشتری هستند.

همچنین تأثیر عوامل هیدرودینامیکی روی تشکیل رسوبات را نمی‌توان در نظر نگرفت؛ به عبارت دیگر: حرکت سیال روی کیفیت رسوبات اثر می‌گذارد. در سیستم‌هایی که آب در گردش است رسوب کربنات ایجاد شده سفت و سخت است، ولی در آب‌های ساکن کریستال‌های کربنات کلسیم نرم و غیر چسبنده می‌شوند. به علاوه اختشاش جریان باعث تسریع در ایجاد رسوب می‌گردد به طوری که در قسمت مستقیم یک خط لوله ممکن است رسوبی ایجاد نشود، ولی در زانوهای همان خط لوله رسوب‌گذاری شدید انجام شود.

پیش‌بینی رسوب سولفات‌ها مشکل است. اما پیش‌بینی رسوب کربنات کلسیم مهم‌تر از سولفات کلسیم است. چون اولاً شانس تشکیل رسوب کربنات کلسیم خیلی بیشتر از سولفات کلسیم است و ثانیاً رسوب کنترل شده کربنات کلسیم مفید هم هست. چون لایه نازکی از کربنات کلسیم به عنوان یک پوشش یا Coating می‌تواند محافظ لوله باشد. طبق محاسبات به‌عمل آمده در کشورهای صنعتی زیان ناشی از رسوب در مبدل‌های گرمایی ۲۵٪ درصد از رشد ناخالص ملی را شامل می‌شود.

وجود رسوب در مبدل‌های گرمایی و تجهیزات انتقال گرما همچنین با مشکلات اقتصادی عمده‌ای همراه است. تا همین دو دهه پیش معضل رسوب در مبدل‌ها تقریباً غیر قابل حل محسوب می‌شد. طبق یک بررسی ممیزی انرژی گزارش شده است: که در بخش انرژی سنگاپور، ائتلاف انرژی به علت رسوبات موجود در مبدل‌های گرمایی حدود ۸٪-۱٪ درصد از GDP (تولید ناخالص داخلی) سنگاپور را شامل می‌شود که سالانه مبلغی بین ۱۵۰-۱۲۰ میلیون دلار را بر بخش انرژی در صنعت آن کشور تحمیل می‌نماید.

طبق محاسبات انجام گرفته حداقل زیان‌های ناشی از رسوب در صنایع ایالات متحده آمریکا سالانه ۱۸ میلیارد دلار بر آورد شده است که به تنهایی ۶ میلیارد دلار خسارات ناشی از وجود رسوب در مبدل‌های گرمایی می‌باشد.

وجود رسوب در عملکرد گرمایی و هیدرولیکی اصلی‌ترین مشکل طراحی و بهره‌برداری مبدل‌های صنعتی می‌باشد. به علت تشکیل رسوب در مبدل‌های گرمایی و چگالنده‌ها، سطح انتقال گرما بین ۲۰٪ - ۲۰٪ در طراحی اولیه Over Design (بالتر از نیاز طرح) در نظر گرفته می‌شود.

بنابراین متوقف کردن منظم تجهیزات در دوره‌های زمانی مشخص و تمیزکاری آنها یکی از مهم‌ترین عملیات نگهداری و تعمیرات در صنایع می‌باشد. به عبارتی می‌توان گفت در صنعت کمترین مقدار رسوب هم زیاد است و قابل تحمل نمی‌باشد.

بحث کلاسی



۱ دربارہ فیلم نشان داده شده از عملیات رسوب‌زدایی بحث نمایید.

۲ فیلم نشان داده شده روشی از رسوب‌زدایی مکانیکی را نشان می‌دهد که در آن اپراتور تعمیرکار با استفاده از یک دستگاه رسوب‌زدای مکانیکی نسبت به تمیز کردن داخل تیوب‌ها اقدام می‌نماید.

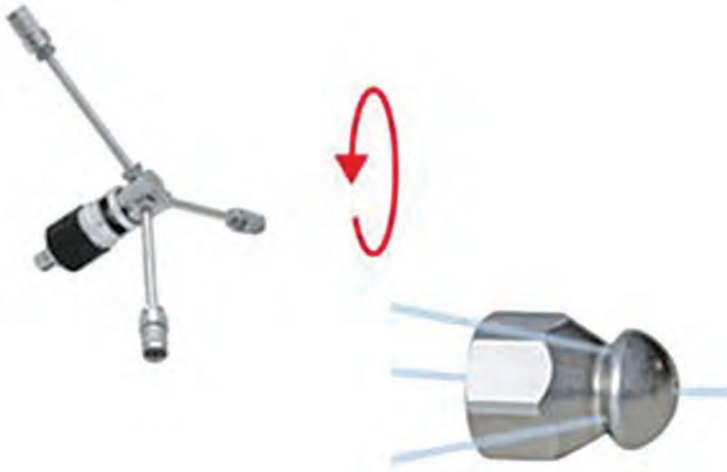
تجهیزات جانبی واتر جت در نظافت لوله‌ها

در عملیات نظافت صنعتی لوله‌ها با استفاده از واتر جت، انواع خاصی از تجهیزات جانبی با طراحی ویژه مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارت‌اند از:

نازل‌های مخصوص نظافت لوله

ساده‌ترین نوع این نازل‌ها که به نام نازل خود جلو رونده یا self - propelled شناخته می‌شود، علاوه بر پاشش جلو، دارای پاشش خروجی در قسمت پشت نیز می‌باشد. پاشش آب از پشت نازل به‌عنوان نیروی جلو برنده آن در طول لوله عمل می‌نماید و از سوی دیگر باعث شستن و خارج شدن مواد و پسماند باقی مانده از شست‌وشو از محیط می‌گردد.

انواع پیشرفته‌تر نازل‌های self - propelled شامل نازل‌هایی با بیش از یک انشعاب می‌باشد. این نازل‌ها همراه با دستگاه‌های واتر جت دارای دبی خروجی بالا (بیش از ۴۰ لیتر بر دقیقه) مورد استفاده قرار می‌گیرند و در عملیات نظافت و شستن کامل سطح داخلی لوله و تمامی زوایای آن عملکرد عالی نشان می‌دهند.



شکل ۲۰- انواع نازل خود جلورونده

تجهیزات جانبی مخصوص نازل

تجهیزات جانبی خاص واترجت برای تمیزکاری لوله‌ها و خطوط انتقال مورد استفاده در سیستم فاضلاب شهری، پالایشگاه‌ها، صنایع شیمیایی و نفت و بسیاری از صنایع دیگر، لوله‌های بلند با قطر بزرگ می‌باشند. عملیات نظافت این لوله‌ها غالباً پیچیده و دشوار می‌باشد، زیرا دستگاه‌های تمیزکننده لوله معمولاً قادر به عبور از انحنای بیش از ۹۰ درجه نمی‌باشند. طراحی و تولید نسل جدیدی از تجهیزات جانبی خاص برای واترجت‌ها این مشکل را کاملاً برطرف نموده است. این تجهیزات کاربردی که با نام pipe helper شناخته می‌شوند به نازل متصل شده و با برخورداری از شکل مدور به راحتی در لوله‌هایی عریض تا قطر ۱۰۰۰ میلی‌متر حرکت می‌کنند.



شکل ۲۱- pipe helper

روبات‌های واترجت

روبات واترجت قابل استفاده در رسوب‌زدایی لوله‌ها Jetting robot یا Jetting worker رده‌ای ویژه از تجهیزات جانبی مدرن و بسیار کارآمد می‌باشند که با برخورداری از طراحی دقیق و کاملاً مهندسی شده، امکان انجام عملیات نظافت لوله‌های صنعتی را در حداقل زمان و با بالاترین سطح کیفیت فراهم می‌نمایند. این روبات‌ها فاصله



شکل ۲۲- روبات واترجت

و زاویه بین لنس و سطح مورد پاشش را ثابت نگاه می‌دارند و در نتیجه در جدا نمودن رسوبات و آلودگی‌ها از دیواره داخلی لوله‌ها عملکرد بهتری نشان می‌دهند. استفاده از آنها باعث سهولت چشمگیر عملیات باز کردن لوله و نظافت آن می‌شود.



- ۱ اگر اسید مورد استفاده برای رسوب‌زدایی خیلی غلیظ باشد چه اتفاقی ممکن است رخ دهد؟
- ۲ در صورتی که غلظت اسید مورد استفاده در عملیات رسوب‌زدایی بسیار اندک باشد چه اشکالی خواهد داشت؟
- ۳ آیا مدت زمان رسوب‌زدایی شیمیایی با غلظت محلول رسوب‌زدا رابطه‌ای دارد؟ چه رابطه‌ای؟

پاسخ:

- ۱ باعث آسیب دیدگی و خوردگی فلز تمیز شونده می‌شود.
- ۲ باعث می‌شود لوله به خوبی تمیز نشود و عملیات شست‌وشو اثربخشی نداشته باشد.
- ۳ بله. هر چه غلظت بیشتر باشد زمان اسیدشویی کمتر و هر چه غلظت کمتر باشد زمان اسیدشویی بیشتر است.

معایب و مضرات رسوب

- کاهش و تغییر در ضریب انتقال گرما
- محدود نمودن دبی خروجی به خاطر افزایش ضریب اصطکاک سطح داخلی لوله‌ها
- افزایش زمان و تعداد تعمیرات اساسی مجموعه تجهیزات
- افزایش هزینه‌ها و قیمت محصول تمام شده در کارخانجات
- کاهش راندمان تولید و افزایش مصرف مواد اولیه
- افزایش استفاده از حلال‌های شیمیایی
- افزایش تعویض لوله‌ها و مخازن و تجهیزات و کاهش عمر مفید آنها
- اختلال در فرایند

روش شست‌وشو به واسطه مواد شیمیایی

مواد و محلول‌های مختلفی از قبیل قلیاها، اسیدها، باز دارنده‌های خوردگی، محلول‌های مرطوب کننده و حلال‌های آلی در شست‌وشوی شیمیایی صنعتی مورد استفاده واقع می‌شوند. انتخاب نوع حلال با توجه به جنس فلز و آلیاژ، میزان حلالیت رسوب و همچنین هزینه اقتصادی آن انجام می‌پذیرد. برخی حلال‌های شیمیایی و کاربردهای آنها در زیر ذکر می‌شود:

- محلول Boil - out: برای زدودن آلودگی‌های آلی از مبدل‌ها و برداشتن رسوبات سخت و در مواردی که رسوبات به دلایل مختلف حاوی روغن‌های روان‌کننده،

گریس و رنگ می‌باشد استفاده می‌شوند. از انواع این محلول‌ها می‌توان به محلول سود و بی‌کربنات سدیم، مخلوط تری سدیم فسفات و دی‌سدیم فسفات، و متاسیلیسیلات سدیم اشاره کرد.

■ پرمنگنات قلیایی: در شست‌وشوی رسوبات پلیمری و قیری استفاده می‌گردد. اما باید توجه داشت که این محلول بر روی فولاد اثر خوردگی دارد.

■ محلول‌های اسیدی: این‌گونه محلول‌ها مناسب‌ترین محلول‌ها برای حل کردن اکسیدهای معدنی و نمک‌های اسید ضعیف هستند. نکته بسیار مهم در کاربرد اسیدها اثر بالای خوردگی آنها بر فلزات است که این امر کاربرد آنها را در شست‌وشوی مبدل‌ها تا حدودی کاهش داده است. در برخی موارد توصیه شده است از اسیدهای ضعیف آلی استفاده شود که فعالیت یون هیدروژن آنها کمتر از اسیدهای معدنی است مانند اسید هیدروکسی استیک، اسید اگزالیک و اسید سیتریک.

■ محلول‌های قلیایی: برای خنثی‌سازی باقیمانده اسیدهای حاصل از شست‌وشوی شیمیایی و کمک به روپین‌سازی سطح فلز شست‌وشو شده استفاده می‌شود. این محلول‌ها در مواردی که فلزهای آلومینیوم، سرب و روی به کار رفته نباید استفاده شود.

■ آمونیوم بی‌فلوئورید (NH_4HF_6): با اضافه کردن این ماده مقدار کمی اسید هیدروکلریک، رسوبات سیلیکاتی ناشی از آب نظیر اکمیت، آنالیست و منیزیم ارتو سیلیکات هیدرات را می‌توان از تیوب‌های مبدل پاک کرد.

■ گلوکونات سدیم (Sodium Gluconate): توانایی روغن‌زدایی و زنگ‌زدایی را هم‌زمان دارد که به طور موفقیت‌آمیزی در چندین مورد آزمایش شده است. در اکثر موارد شست‌وشو با حلال‌های شیمیایی پسماندهای خطرناکی را به همراه می‌آورد که جابه‌جایی و دفع آنها را از محل شست‌وشو با خطرات زیادی همراه می‌سازد و اثرات زیست‌محیطی مخربی را نیز می‌تواند در برداشته باشد. همچنین در این روش، جداسازی رسوبات به‌طور کامل صورت نمی‌گیرد و به روش‌های مکمل مکانیکی جهت تکمیل تمیزسازی و خارج کردن باقیمانده آنها نیاز است.

بحث کلاسی



- 1 برای رسوب‌زدایی آب پخش‌کن سر دوشی حمام از چه نوع اسیدی استفاده می‌کنیم؟ به چه روشی می‌شود آن را تمیز و عاری از رسوبات کرد؟
- 2 برای رسوب‌زدایی شیمیایی رسوبات داخل کتری یا سماور از چه نوع اسیدی می‌توانیم استفاده نماییم؟
- 3 آیا با مواد شیمیایی مورد استفاده برای موارد فوق می‌توان کوپل‌های بزرگ را هم رسوب‌زدایی کرد یا نیاز به مواد دیگری می‌باشد؟

پاسخ:

- ۱ می توانیم از مقداری سرکه بهره ببریم. می شود به روش غرقابی عمل نمود.
- ۲ برای داخل کتری یا سماور هم می توان از سرکه استفاده کرد و هم از محلول ها یا پودرهای شیمیایی خفیف ارائه شده در فروشگاه ها بهره جست.
- ۳ خیر زیرا غلظت اسیدهای مورد نیاز متفاوت می باشد.

روش های نوین

روش هیدرو الکتروایمپالس

این فناوری بر اساس استفاده بهینه از تخلیه انرژی الکتریکی در یک محیط سیال عمل می کند که موجب تخریب رسوب در مجاورت محل تخلیه می گردد. این فرایند در محیط سیال مایع قابل اجرا می باشد. در انتهای کابل کواکسیال دستگاه، ولتاژ بالای الکتریکی تخلیه شده و شوک های ضربه ای به همراه جریان هیدرودینامیکی به وجود می آید. این شوک های ضربه ای قابلیت مناسبی برای جداسازی رسوبات مقاوم را فراهم می کند. این دستگاه به دلیل استفاده از یک کابل قابل انعطاف، امکان پاک سازی لوله های خمیده و مارپیچ را نیز فراهم می آورد. چنین سیستمی قابلیت جداسازی زنگار و رسوبات از جنس تفاله های شیمیایی را داراست که در زیر به برخی مشخصات آن اشاره شده است:

ویژگی های روش هیدرو الکتروایمپالس

- قابلیت جداسازی هر نوع رسوب سخت
- انجام تمیز کاری به طور صد درصد
- قابلیت پاک سازی رسوبات با ضخامت ۵۰۰ میکرون تا ۱۰ mm
- بدون عوارض تخریبی در جدار داخلی لوله
- قابل استفاده برای قطرهای مختلف لوله
- مصرف پایین انرژی
- اپراتوری ساده و پرتابل بودن دستگاه
- سازگاری کامل با محیط زیست
- مناسب جهت استفاده در لوله های دارای شیار داخلی (چیلرهای مدرن با بازده بالا)
- قابلیت تمیز کاری لوله های مارپیچ که قطر مارپیچ در حدود ۲ متر و بیشتر باشد.
- مصرف آب با فشار شهری

روش هیدرو مکانیک

در این روش محوری انعطاف‌پذیر همراه با یک سامانه انتقال آب به نوک یک ابزار برشی مورد استفاده قرار می‌گیرد که موجب تخریب رسوب‌های جدار داخلی لوله‌ها می‌گردد. این سیستم‌ها تقریباً همه نوع رسوب از جمله رسوب‌های سخت را تمیز می‌کنند. اپراتور به راحتی پروب را به داخل لوله می‌فرستد و عمل رسوب‌برداری و شست‌وشوی لوله در یک مرحله انجام می‌شود.

قطر داخلی این لوله‌ها از ۱۴ الی ۱۰۰ میلی‌متر قابل تغییر می‌باشد. این دستگاه رسوبات کربناتی را به راحتی از سطح لوله جدا نموده و فرایند رسوب‌زدایی بدون ایجاد خرابی در لوله به انجام می‌رسد. آب از طریق یک منبع خارجی وارد سیستم شده و عمل پاک‌سازی به صورت یکپارچه تکمیل می‌شود.

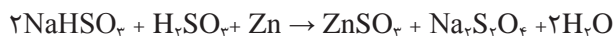
بحث کلاسی



- ۱ به چه روش‌هایی می‌توان یک کویل غبار گرفته (به عنوان مثال کندانسور هوایی یک سیستم تهویه اسپلیت دو تکه) را غبارزدایی نمود؟
- ۲ اگر یکی از روش‌های پیشنهادی شست‌وشو به وسیله آب است به نظر شما چگونه بهتر است انجام شود؟
- ۳ به نظر شما از چه روش‌ها و ابزارهایی می‌توان کمک گرفت تا این غبارزدایی در حالت خشک انجام شود؟
- ۴ درباره تجربیات مشابهی که از غبارزدایی هر نوع تجهیزات دیگر داشته‌اید با دوستان خود بحث نمایید.

پاسخ:

- ۱ با استفاده از جت آب، با استفاده از هوای فشرده و با استفاده از برس و نظایر آن
 - ۲ با فشار بالا و به صورت جت آب
 - ۳ با استفاده از هوای فشرده و برس و نظایر آن
 - ۴ هر هنرجو درباره تجربیات غبارزدایی خود گفت‌وگو نماید.
- سدیم سولفیت به سهولت اکسید شده و به همین خاطر است که زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که نیاز به یک کاهنده ملایم باشد، مانند رنگ‌بری پشم و ابریشم. از دو روش برای تولید این ماده استفاده می‌شود. در روش نخست: گرد روی، سدیم بی‌سولفیت را در دمای اتاق می‌کاهد:



محصول واکنش با شیر آهک عمل می‌شوند تا هر مقدار اسید آزاد خنثی شود، از این طریق انحلال‌پذیری ZnSO_4 کاهش یافته و با کاغذ صافی جدا می‌شود. برای جدا نمودن $2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ هم از سدیم کلرید استفاده می‌گردد. بعد از جدا

شدن با الکل، آبیگری و خشک می‌شود. بلورهای این ماده فقط در حالت خشک پایدارند.

در فرایند دوم، تعلیقی آبی از گرد روی در فرمالدهید با گوگرد دی‌اکسید در 80°C وارد عمل می‌شود. در مجاورت نمک قلیا دوبار واکنش تجزیه اتفاق می‌افتد و نمک سدیم به دست می‌آید. محصول خالص نیز از طریق تبخیر در خلأ حاصل می‌شود. راه دیگر کاهش محلول سدیم سولفیت با ملغمه سدیم است.

از سدیم فرمات که به عنوان محصول جانبی که در ساخت پنتا اریتریتول تشکیل می‌شود، می‌توان سدیم هیدروسولفیت تهیه نمود. برای این کار سدیم فرمات در یک محلول الکلی قلیایی با گوگرد دی‌اکسید وارد واکنش می‌شود:

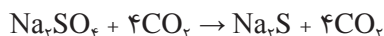
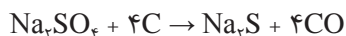


سدیم سولفید

سدیم سولفید ماده‌ای معدنی است که در صنایع شیمی آلی جایگاه مهمی را دارا می‌باشد. در تولید ترکیبات آمینو از سدیم سولفید به منظور ماده کاهنده استفاده می‌شود و در تولید بسیاری از رنگین‌ها هم کاربرد دارد؛ از این ترکیب به طور گسترده در صنایع چرم استفاده می‌شود. سدیم پلی‌سولفید یکی از واکنش‌دهنده‌های ضروری در تولید لاستیک مصنوعی تیوکل محسوب می‌شود.

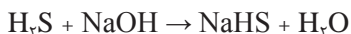
سدیم سولفید در صنایع ریون، متالورژی، عکاسی و گراورسازی کاربرد دارد. این ترکیب شیمیایی به صورت بلورهای 30% سدیم سولفید یا پرک 62% به دست می‌آید. محلول این ماده در ظروف فولادی حمل می‌شود. از خاصیت‌های منفی سدیم سولفید رطوبت‌پذیری آن می‌باشد و با 9 مولکول آب متبلور می‌شود که در واقع $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ قدیمی‌ترین روش تولید کاهش سدیم سولفات با گرد زغال سنگ در یک کوره تابشی است.

فرایند مشابه دیگر، کاهش باریت (به طریق مشابه) آبکشی و دو بار تجزیه با نمک قلیاست. در واکنش‌هایی که کاهش کیک نمک اتفاق می‌افتد، شرایط بسیار سختی لازم است. واکنش باید در دمایی بیشتر از 900°C انجام شود. واکنش‌ها به صورت‌های زیر هستند:



کوره‌های کوچک تابشی که به شکل خاصی طراحی شده باشند، مشکل کمتری دارند زیرا از مشکل داغ زدگی بار جلوگیری می‌شود. واکنش در فاز مایع انجام می‌شود و سرعت زیادی دارد. بهره‌گیری از کوره‌های دوار از نوعی که در تکلیس سنگ آهک مورد استفاده قرار می‌گیرد برای این واکنش تا حدی موفق بوده است. کاهش باریت سولفات خیلی مشابه است. واحدهای جدیدتر برای کاهش آلودگی

آهن، از تجهیزات نیکلی یا فولاد با پوشش نیکلی بهره می‌برند. ماده‌ای که از کوره به دست می‌آید به خاکسترسياه معروف می‌باشد. روش دیگر با سیر نمودن محلول سود سوزآور با هیدروژن سولفید و افزودن مولکول‌های دیگری از سدیم هیدروکسید مطابق واکنش‌های زیر می‌باشد:



سولفیدهای فلزی (فلزسنگین) با استفاد از صافی از محلول سدیم هیدروسولفید جدا می‌شوند. محلول بعد از تغلیظ با سدیم هیدروکسید واکنش داده می‌شود تا محصول بسیارخالص تولید شود. تجهیزات مصرفی باید از جنس فولاد ضد زنگ باشند.

در نهایت اسید دیسکلر با سه خلوص ۳۳٪ و ۳۷٪ و ۶۰٪ به بازار عرضه می‌گردد که معمولاً برای شست‌وشوی تجهیزات گرمایی و چیلرها از اسید دیسکلر با خلوص ۳۳٪ استفاده می‌گردد. البته باید باز آن را با آب مخلوط کنیم تا غلظتش کمتر شود.

در گذشته از اسیدسولفوریک به عنوان ماده اصلی اسیدشویی استفاده می‌شد. ولی امروزه بیشتر فرایندهای اسیدشویی از اسید کلریدریک استفاده می‌کنند. دلیل این امر مزایای مختلفی است که اسید کلریدریک نسبت به اسید سولفوریک از خود نشان داده است. اول و مهم‌تر از همه جنبه اقتصادی آن است. زیرا قیمت اسید کلریدریک بسیار کمتر از اسید سولفوریک است. دلایل دیگری که استفاده از اسید کلریدریک را توجیه می‌کنند عبارت‌اند از:

- در شرایط غلظت و دمای یکسان، نرخ اسیدشویی با اسید کلریدریک ۲/۵ تا ۳/۵ برابر بیشتر از نرخ اسیدشویی با اسیدسولفوریک است.
- اسید کلریدریک اکسید بیشتری را در خود حل می‌کند، در نتیجه سطح را تمیزتر می‌کند.
- استفاده از اسید کلریدریک سبب می‌شود که در تانک‌های اسیدشویی از اسید کمتری استفاده شود.
- حمله و کارایی اسید کلریدریک به خود فولاد به‌عنوان فلز پایه، کمتر خواهد بود و در نتیجه از آسیب دیدگی فلز تا حدی جلوگیری می‌شود.
- دمای کاری برای اسید کلریدریک کمتر از اسید سولفوریک است.

غلظت اسیدهای رسوب‌زدا

بیشتر اسیدها به عنوان تجزیه‌گرهای قوی می‌توانند ترکیبات و پیوندهای بین مولکولی رسوبات را جداسازی نموده و آنها را در خود حل نمایند. اما نکته قابل ملاحظه آن است که این اسیدهای قوی بعد از تجزیه رسوبات شروع به تجزیه فلزات نموده و معضل خوردگی فلزی را پدیدار می‌سازند. به این ترتیب انتخاب یک اسید به تنهایی جهت رسوب‌زدایی به هیچ‌وجه کار منطقی و درستی نمی‌باشد. بنابراین استفاده از ترکیبات و مواد نگه‌دارنده (INHIBITOR) در ترکیبات اسیدی لازم و ضروری می‌باشد. دیسکلر مورد استفاده در تأسیسات معمولاً از پایه اسید کلریدریک ساخته می‌شود و به دلیل قدرت اسیدی آن بعد از فرایند رسوب‌زدایی و جرم‌گیری در بسیاری از صنایع بعد گذشت چند فصل کاری خوردگی فلزی ایجاد می‌کند.

برآیند نهایی این خوردگی فلزی استهلاک و پرداخت هزینه‌های سنگین توسط پروژه‌ها به جهت تعویض قطعات می‌شود. چراکه به دلیل ساختار تجزیه‌گری قوی که اسید کلریدریک دارد هیچ بازدارنده‌ای تحمل‌پذیری در آن را ندارد و بلافاصله بعد از ترکیب این اسید با هر نوع بازدارنده و نگهدارنده‌ای آن را تجزیه و تبدیل به مواد دیگر می‌نماید و بدین صورت نمی‌توان این ترکیب دارای بازدارنده باشد. برای مثال مقداری از دیسکلر را در ظرفی فلزی قرار دهید بعد از گذشت مدت کوتاهی شاهد خوردگی و تأثیرات ناشی از تجزیه آن خواهید بود. نکات زیر در رابطه با این موضوع حائز اهمیت می‌باشد:

* اسیدهای قوی که به کار گرفته می‌شوند، هیچ یک بازدارنده‌ها و نگهدارنده‌های معدنی قوی را نگه نمی‌دارند. در نتیجه به هیچ‌وجه استفاده از اسیدهایی مثل کلریدریک و سولفوریک خالص جهت رسوب‌زدایی منطقی نمی‌باشند.

* تنها راه برای آن که نگهدارنده‌ها و بازدارنده‌های خوردگی کارآمد و ماندگاری داشته باشند استفاده از اسیدهای ضعیف شده می‌باشد. بنابراین باید غلظت اسیدها را تا حد زیادی پایین آورد.

* گازهای حاصل از فرایند رسوب‌زدایی (ترکیب اسید با رسوب) بسیار بد بو و زیان‌آور برای دستگاه تنفسی می‌باشند. بدین منظور در ترکیب ساخته شده می‌بایست افزودنی‌هایی باشند که گازهای حاصله را جذب و برای مجریان کار ایمنی بیشتری را حاصل نماید. به همین منظور برخی اسیدهای بی‌بو تولید و به بازار عرضه داشته‌اند.

* اگر رسوب‌زدهای مورد استفاده را به صورت جامد تهیه نمایید، حمل و نقل آن به سهولت انجام می‌پذیرد و از هزینه کردن ظروف جهت حمل و نگهداری مواد مایع جلوگیری به عمل می‌آید. (البته پودرهای جامد در فرایند اسیدشویی باید با

آب حل شود تا بتواند به خوبی مورد استفاده قرار گیرد.)
گاهی برخی از سرویس‌کاران از اسید کلریدریک گرم و رقیق استفاده می‌کنند. اگر چه همان‌طور که قبلاً اشاره کردیم به علت خطرات ناشی از خوردگی این روش توصیه نمی‌شود ولی باید توجه داشت که اگر قرار شد در شرایط خاص این کار انجام گیرد غلظت اسید نباید از ۸-۵ درصد بیشتر باشد و حتماً باید از اسیدی که دارای ماده ضد خوردگی است استفاده نمود.

ارزشیابی تکوینی رسوب‌زدایی کوئل به روش مکانیکی

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	ساختار و داده‌های دستگاه		۱- انتخاب ابزارآلات مناسب		
			۲- رعایت شیوه درست کار با ابزار		
۲	ایجاد دسترسی به قسمت‌های داخلی		۱- بازکردن واتر باکس سر و ته دیگ		
			۲- ایجاد دسترسی درست به محل رسوب‌گیری شونده		
۳	انجام صحیح کار و بستن مجدد دستگاه		۱- انجام درست رسوب‌زدایی به وسیله فرچه پاک‌کننده		
			۲- انجام درست و دقیق برای تمامی لوله‌ها		
			۳- بستن مجدد واتر باکس‌ها		
۴	رعایت ایمنی شخصی و کارگاهی		رعایت ایمنی، استفاده از چهار پایه مناسب به کارگیری دستکش و کفش ایمنی		
۵	دقت و سرعت در انجام کار		زمان‌بندی شروع و پایان کار		
۶	رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار		۱- رعایت مسائل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار		
۷	پیاده‌سازی SS در محیط کار		سامان‌دهی - پاکیزه‌سازی - نظم و ترتیب - استانداردسازی - انضباط		
جمع نمره					

ارزشیابی تکوینی رسوب‌زدایی دیگ آب گرم مرکزی به روش شیمیایی

ردیف	طرح فعالیت	بالتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	ساختار و داده‌های دستگاه		۱- انتخاب ابزارآلات مناسب		
			۲- رعایت شیوه درست کار با ابزار		
۲	انجام اقدامات لازم		۱- خارج نمودن تمام کنترل‌کننده‌ها از مدار		
			۲- تنظیم درجه اسید آب بالاتر از ۶ تا ۶/۵		
۳	انجام صحیح کار و بستن مجدد دستگاه		۱- انجام تست مجدد درجه سختی آب بعد از نیم ساعت		
			۲- انجام درست و دقیق اسیدشویی برای تمامی لوله‌ها		
			۳- شست‌وشوی نهایی با آب		
			۴- شست‌وشوی نهایی با مواد قلیایی		
۴	رعایت ایمنی شخصی و کارگاهی		رعایت ایمنی، استفاده از چهارپایه مناسب		
۵	دقت و سرعت در انجام کار		زمان‌بندی شروع و پایان کار		
۶	رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار		۱- رعایت مسائل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار		
۷	پایه‌سازی ۵S در محیط کار		سامان‌دهی - پاکیزه‌سازی - نظم و ترتیب - استانداردسازی - انضباط		
جمع نمره					

ارزشیابی تکوینی غبار زدایی یک تابلو برق دیگ گرمایش مرکزی به روش دمنده

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۴نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	ساختار و داده‌های دستگاه		۱- انتخاب ابزارآلات مناسب		
			۲- رعایت شیوه درست کار با ابزار		
۲	انجام اقدامات لازم		۱- بررسی محل غبار زدایی		
			۲- تست و آماده‌سازی درست دمنده هوا با طول سیم مناسب		
۳	انجام صحیح کار و بستن مجدد دستگاه		۱- انجام درست غبارزدایی با دمش هوا		
			۲- عاری نمودن تمامی قسمت‌ها از هر گونه غبار با دمنده هوا		
۴	رعایت ایمنی شخصی و کارگاهی		رعایت ایمنی، استفاده از چهارپایه مناسب به‌کارگیری دستکش کار و کفش ایمنی		
۵	دقت و سرعت در انجام کار		زمان‌بندی شروع و پایان کار		
۶	رعایت نکات زیست‌محیطی در محیط کار		۱- رعایت مسائل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار		
۷	پیاده‌سازی ۵S در محیط کار		سامان‌دهی - پاکیزه‌سازی - نظم و ترتیب - استانداردسازی - انضباط		
جمع نمره					

ارزشیابی تکوینی غبارزدایی یک تابلوی برق دیگ گرمایش مرکزی به روش مکنده

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	ساختار و داده‌های دستگاه		۱- انتخاب ابزار آلات مناسب		
			۲- رعایت شیوه درست کار با ابزار		
۲	انجام اقدامات لازم		۱- بررسی محل غبار زدایی		
			۲- تست و آماده سازی درست مکنده هوا با طول سیم مناسب		
۳	انجام صحیح کار و بستن مجدد دستگاه		۱- انجام درست غبار زدایی با مکش هوا		
			۲- عاری نمودن تمامی قسمت‌ها از هر گونه غبار با مکنده هوا		
۴	رعایت ایمنی شخصی و کارگاهی		رعایت ایمنی، استفاده از چهارپایه منسب		
۵	دقت و سرعت در انجام کار		زمان بندی شروع و پایان کار		
۶	رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار		۱- رعایت مسائل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار		
۷	پیاپی سازی ۵S در محیط کار		سامان دهی - پاکیزه سازی - نظم و ترتیب - استاندار سازی - انضباط		
جمع نمره					

ارزشیابی شایستگی انجام سرویس‌های دوره‌ای

<p>شرح کار: انجام سرویس‌های دوره‌ای دستگاه‌های مستقر در سیستم تأسیسات مکانیکی یک ساختمان همانند روغنکاری، غبارزدایی، دوده‌زدایی، رسوب‌زدایی و....</p>			
<p>استاندارد عملکرد: روان‌سازی، غبارزدایی، دوده‌زدایی و رسوب‌زدایی یک سیستم تهویه مطبوع برابر فرم‌ها و چک لیست‌ها شاخص‌ها: - گریس کاری و روغن کاری برابر دستورالعمل سازنده - دوده زدایی دیگ، مشعل و دودکش برابر دستورالعمل سرویس و نگهداری - رسوب زدایی مکانیکی و شیمیایی داخل و خارج کویل‌ها برابر دستورالعمل - غبارزدایی با آب و هوا برابر دستورالعمل سرویس و نگهداری شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: شرایط: یک کارگاه که تجهیزات تهویه مطبوع در آن نصب شده باشد و مجهز به لوازم ایمنی و سیستم سرمایشی و گرمایشی باشد. زمان: ۲ ساعت ابزار و تجهیزات: دستورالعمل سرویس و نگهداری - کمپرسور هوا - پمپ رسوب زدا - جاروی مکنده - وسایل گریس کاری و روغن کاری - براش - مواد تنظیف و....</p>			
معیار شایستگی			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	روان‌سازی	۲	
۲	دوده‌زدایی	۱	
۳	رسوب‌زدایی	۲	
۴	غبارزدایی	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- مسئولیت‌پذیری ۲- به‌کارگیری لباس کار، عینک، دستکش و کفش ایمنی و رعایت موارد ایمنی ۳- رعایت اصول ایمنی ۴- دقت در سرویس دستگاه‌ها ۵- دفع درست مواد اسیدی و دوده	۲	
میانگین نمرات*			
*حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.			

نمونه ارزشیابی پودمان ۵ با نرم افزار اکسل

نام و نام خانوادگی: رشته تحصیلی: تأسیسات		درس: نصب و راه اندازی سیستم انتقال آب گرم بهداشتی کد دانش آموزی:																																																																																		
پودمان ۵- راه اندازی و سرویس دستگاه های گرمایی		تعداد واحد یادگیری ۲																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">واحد یادگیری ۶- راه اندازی پمپ های سیرکولاتور تعداد مراحل: ۳</th> </tr> <tr> <th style="width: 33%;">مرحله کار</th> <th style="width: 33%;">حداقل نمره</th> <th style="width: 33%;">نمره</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱- راه اندازی مدار مکانیکی</td> <td>۲</td> <td>۳</td> </tr> <tr> <td>۲- راه اندازی مدار الکتریکی</td> <td>۱</td> <td>۲</td> </tr> <tr> <td>۳- تنظیم کنترل ها و تست نهایی</td> <td>۲</td> <td>۳</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>ایمنی، بهداشت/ شایستگی غیرفنی/ توجیهات محیطی</td> <td>۲</td> <td>۳</td> </tr> <tr> <td>میانگین مراحل</td> <td>۲</td> <td>۳</td> </tr> <tr> <td>نمره شایستگی از ۳</td> <td colspan="2">۳</td> </tr> <tr> <td>نمره مستمر (از ۵)</td> <td colspan="2">۴</td> </tr> <tr> <td>نمره واحد یادگیری از ۲۰</td> <td colspan="2">۱۹/۰</td> </tr> </tbody> </table>		واحد یادگیری ۶- راه اندازی پمپ های سیرکولاتور تعداد مراحل: ۳			مرحله کار	حداقل نمره	نمره	۱- راه اندازی مدار مکانیکی	۲	۳	۲- راه اندازی مدار الکتریکی	۱	۲	۳- تنظیم کنترل ها و تست نهایی	۲	۳										ایمنی، بهداشت/ شایستگی غیرفنی/ توجیهات محیطی	۲	۳	میانگین مراحل	۲	۳	نمره شایستگی از ۳	۳		نمره مستمر (از ۵)	۴		نمره واحد یادگیری از ۲۰	۱۹/۰		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">واحد یادگیری ۷- انجام سرویس های دوره ای تعداد مراحل: ۴</th> </tr> <tr> <th style="width: 33%;">مرحله کار</th> <th style="width: 33%;">حداقل نمره</th> <th style="width: 33%;">نمره</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱- روان سازی</td> <td>۲</td> <td>۳</td> </tr> <tr> <td>۲- دوده زدایی</td> <td>۱</td> <td>۲</td> </tr> <tr> <td>۳- رسوب زدایی</td> <td>۲</td> <td>۳</td> </tr> <tr> <td>۴- غبار زدایی</td> <td>۱</td> <td>۲</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>ایمنی، بهداشت/ شایستگی غیرفنی/ توجیهات محیطی</td> <td>۲</td> <td>۲</td> </tr> <tr> <td>میانگین مراحل</td> <td>۲</td> <td>۳</td> </tr> <tr> <td>نمره شایستگی از ۳</td> <td colspan="2">۳</td> </tr> <tr> <td>نمره مستمر (از ۵)</td> <td colspan="2">۴</td> </tr> <tr> <td>نمره واحد یادگیری از ۲۰</td> <td colspan="2">۱۹/۰</td> </tr> </tbody> </table>		واحد یادگیری ۷- انجام سرویس های دوره ای تعداد مراحل: ۴			مرحله کار	حداقل نمره	نمره	۱- روان سازی	۲	۳	۲- دوده زدایی	۱	۲	۳- رسوب زدایی	۲	۳	۴- غبار زدایی	۱	۲										ایمنی، بهداشت/ شایستگی غیرفنی/ توجیهات محیطی	۲	۲	میانگین مراحل	۲	۳	نمره شایستگی از ۳	۳		نمره مستمر (از ۵)	۴		نمره واحد یادگیری از ۲۰	۱۹/۰	
واحد یادگیری ۶- راه اندازی پمپ های سیرکولاتور تعداد مراحل: ۳																																																																																				
مرحله کار	حداقل نمره	نمره																																																																																		
۱- راه اندازی مدار مکانیکی	۲	۳																																																																																		
۲- راه اندازی مدار الکتریکی	۱	۲																																																																																		
۳- تنظیم کنترل ها و تست نهایی	۲	۳																																																																																		
ایمنی، بهداشت/ شایستگی غیرفنی/ توجیهات محیطی	۲	۳																																																																																		
میانگین مراحل	۲	۳																																																																																		
نمره شایستگی از ۳	۳																																																																																			
نمره مستمر (از ۵)	۴																																																																																			
نمره واحد یادگیری از ۲۰	۱۹/۰																																																																																			
واحد یادگیری ۷- انجام سرویس های دوره ای تعداد مراحل: ۴																																																																																				
مرحله کار	حداقل نمره	نمره																																																																																		
۱- روان سازی	۲	۳																																																																																		
۲- دوده زدایی	۱	۲																																																																																		
۳- رسوب زدایی	۲	۳																																																																																		
۴- غبار زدایی	۱	۲																																																																																		
ایمنی، بهداشت/ شایستگی غیرفنی/ توجیهات محیطی	۲	۲																																																																																		
میانگین مراحل	۲	۳																																																																																		
نمره شایستگی از ۳	۳																																																																																			
نمره مستمر (از ۵)	۴																																																																																			
نمره واحد یادگیری از ۲۰	۱۹/۰																																																																																			
۱۹/۰																																																																																				

زمانی هنرجو شایستگی را کسب می نماید که ۲ نمره از ۳ نمره واحد یادگیری را اخذ نماید. شرط قبولی هر پودمان حداقل ۱۲ است.
نمره کلی درس (میانگین نمرات پودمان ها) زمانی لحاظ می شود که هنرجو در کلیه کارها شایستگی را کسب نماید.

منابع و مآخذ فارسی

- ۱ برنامه درسی رشته تأسیسات مکانیکی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۳.
- ۲ استاندارد ارزشیابی رشته تأسیسات مکانیکی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۴.
- ۳ بیطرفان داود، سجادی سیدوحید، ایمانی مقدم محمدعلی و می‌بتی عباسعلی، ۱۳۹۶.
- ۴ شیوه‌نامه نحوه ارزشیابی دروس شایستگی‌های فنی شاخه‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش شماره ۴۰۰/۲۱۱۴۸۳ مورخ ۹۵/۱۱/۳۰.
- ۵ میرمنتظری، سید حسن، رئیسی، علی. آقازاده، احمد. ۱۳۹۴. تأسیسات بهداشتی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۶ بیطرفان، داود، افشاری نژاد، رضا، قربانی، محمد، ضیغمی، حسن و فرخزاد، محمد؛ نقشه‌کشی تأسیسات کد ۴۶۴/۴-۱۳۹۴- شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۷ قدیری مقدم، اصغر. میرمنتظری، سیدحسن. آقازاده، احمد. بیطرفان، داود. نصیری جلیبانی، علی، ۵- محمدی تبار، رضا. ۱۳۹۴. تأسیسات حرارتی. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۸ خدادادی شهرام، اسلامی، محمد حسن. قربانی، محمد، آقازاده هریس، احمد، ۱۳۹۵. برق تأسیسات. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۹ حذرخانی، حسن، عابدین، علیرضا. زمانی سیفی کار، حسین. شاه محمدی اردبیلی شاه محمدی. شیمی (۱) شیمی در مسیر پایدار، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۱۰ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی نشریه ۱-۱۲۸: مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان (جلد اول).
- ۱۱ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی نشریه ۲-۱۲۸: مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان (جلد دوم).
- ۱۲ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی نشریه ۶-۱۲۸: مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان (جلد ششم) نقشه‌های جزئیات قسمت اول.
- ۱۳ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی نشریه ۶-۱۲۸: مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان (جلد ششم) نقشه‌های جزئیات قسمت دوم.
- ۱۴ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی نشریه ۲۵۶: استانداردهای نقشه‌کشی ساختمانی.
- ۱۵ دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان مبحث چهاردهم، تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع.

- ۱۶ دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان مبحث شانزدهم، تأسیسات بهداشتی.
- ۱۷ دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان مبحث نوزدهم، صرفه‌جویی در مصرف انرژی.
- ۱۸ نوربخش، سید احمد، ۱۳۷۹، پمپ و پمپاژ. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۹ مکی، راس سی. ۱۳۸۸. راهنمای علمی و کاربردی پمپ و پمپاژ. ترجمه اکبر حسن پور. تهران: انتشارات ادبستان.
- ۲۰ ارلز برنن، کریستوفر. ۱۳۸۸. هیدرودینامیک پمپ‌ها. ترجمه محمد شهرخ‌خانی. تهران: انتشارات یزدا.
- ۲۱ رحیمزاده، حسن. ۱۳۸۹. کاپیتاسیون در پمپ و شیر تهران: انتشارات فدک ایساتیس.
- ۲۲ ابراهیمی ناغانی، پیمان، و علی فاضل. ۱۳۹۳. پمپ و پمپاژ کاربردی. تهران: نشر نوآور.
- ۲۳ سجادی سیدوحید؛ مطالعه عددی اثر هندسه زبانه بر روی عملکرد پمپ گریزمرکز پوسته حلزونی تک مرحله‌ای، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مکانیک، دانشگاه شهید رجایی، ۱۳۹۴.
- ۲۴ تارنما و کاتالوگ‌های شرکت‌ها و مؤسسات داخلی.

منابع و مآخذ لاتین

- ۱ ASHREA Hand book of fundamental ASHREA (American society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers).
- ۲ Carrier Corporation Hand book of air Conditioning System Design.
- ۳ ۲۰۱۶ HVAC Systems and Equipment Handbook.
- ۴ ASHRAE ۲۰۱۶ HVAC Applications Handbook.
- ۵ CAPITOLINE TRANS_A_PLATE. Design manual for Heating, Ventilation and Air Conditioning with Coordinated Standard Details.
- ۶ PLUMBING_WATER_SUPPLY_SPRINKLER_AND_WASTEWATER_SYSTEMS_Gregory P. Gladfelter. McGraw_Hill
- ۷ Refrigeration and Air Conditioning Technology_Bill Whitman _Cengage Learning (۲۰۱۲).

