جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
معاونت روابط کار

مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

ایمنی کار در بهره برداری از ظروف تحت فشار ویژه کارگران و کارفرمایان

تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

بسم الله
الرحمن
الرحيم

جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
معاونت روابط کار

ایمنی کار در بهره برداری از ظروف تحت فشار ویژه کارگران و کارفرمایان

تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با همکاری دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مولفان و گردآورندگان: جیران نفردستگردی
و ملیحه خواجه زاده

مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار
چاپ اول
۱۴۰۰

سرشناسه : نفردستگردی، جبران، - ۱۳۶۲
عنوان و نام پدیدآور : ایمنی کار در بهره‌برداری از ظروف تحت فشار ویژه کارگران و کارفرمایان / مولفان و گردآورندگان جبران نفردستگردی، ملیحه خواجه‌زاده ؛ تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی بهداشت وکار با همکاری دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
مشخصات نشر : تهران: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری : ۱۶۱ص.
شابک: ۰-۱۴-۶۲۰۳-۶۰۰-۹۷۸ وضعیت فهرست نویسی : فیپا
موضوع: مخزن‌های تحت فشار -- پیشبینی‌های ایمنی
موضوع: Pressure vessels -- Safety measures
موضوع : ایمنی صنعتی موضوع :Industrial safety
شناسه افزوده : خواجه زاده، ملیحه، - ۱۳۶۱
شناسه افزوده : مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار
شناسه افزوده : دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران)
شناسه افزوده : Amir Kabir university of technology (Tehran polytechnic)
رده بندی کنگره : TS۲۸۳ رده بندی دیویی : ۶۸۱/۷۶۰۴۱
شماره کتابشناسی ملی : ۸۵۲۰۳۲۲ اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

ایمنی کار در بهره‌برداری از ظروف تحت فشار ویژه کارگران و کارفرمایان

پدیدآورندگان: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با همکاری دانشگاه صنعتی امیرکبیر
ناشر: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار
نوبت چاپ: اول / پاییز ۱۴۰۰
قیمت: رایگان
شمارگان: ۱۰۰ نسخه

ISBN:978-600-6203-14-0
شابک:۹۷۸-۶۰۰-۶۲۰۳-۱۴-۰

مرکز پخش: تهران، بزرگراه آیت الله سعیدی، چهارراه یافت آباد بلوار معلم، نرسیده به میدان معلم کد پستی: ۱۳۷۱۶۱۳۵۱

کلیه حقوق مادی و معنوی برای این مرکز محفوظ است و هرگونه سوء استفاده و فروش به غیر پیگرد قانونی دارد.

مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

سخنی از معاون محترم روابط کار

در رویکردهای نوین جهانی حق داشتن محیط کار ایمن و سالم یک انتخاب نیست، بلکه یکی از مهم‌ترین حقوق پایه هر انسان محسوب می‌گردد؛ تحقق کار شایسته زمانی میسر است که بنگاه‌های اقتصادی اصول ایمنی و بهداشت کار را به‌عنوان یکی از اولویت‌های مهم خود در نظر گرفته و بر آن اهتمام جدی ورزند. در این بین نقش بی‌بدیل آموزش ایمنی کار به صورت نظام‌مند و فراگیر در پیشگیری از بروز حوادث شغلی با اجرای آموزش‌های هدفمند و موثر بیش از پیش آشکار می‌گردد. بر همین اساس معاونت روابط کار پس از سالیان متمادی، با اتخاذ سیاست‌های نوین و بروز آموزشی؛ از طریق مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار و به واسطه کارشناسان و اساتید مجرب آن مرکز و با بهره‌مندی از دانش تخصصی وکارشناسی مراکز دانشگاهی و علمی و پژوهشی کشور و با حمایت‌های جناب آقای دکتر عبد الملکی وزیر محترم تعاون، کار و رفاه اجتماعی، جناب آقای دکتر شریعتمداری، وزیر محترم وقت و جناب آقای دکتر پناه، معاون محترم توسعه مدیریت و منابع؛ اقدام به تهیه و تدوین محتواهای آموزشی یکپارچه و استاندارد منطبق با نیازسنجی‌های آموزشی و همچنین دستورالعمل‌های فنی با موضوعات مختلف در زمینه ایمنی و حفاظت فنی نموده‌است. امید است با تکیه بر آموزش‌های اثربخش و بهینه بتوانیم در جهت تحقق شعار «انسان سالم محور توسعه پایدار» و اعتلای فرهنگ ایمنی و تقلیل حوادث و کاهش بیماری‌های ناشی از کار در بنگاه‌های اقتصادی کشور گام‌های بزرگ و موثری در جهت صیانت از سلامت نیروی کار برداریم. ان شاء الله.

حاتم شاکرمی

معاون وزیر تعاون، کار و رفاه اجتماعی

مقدمه ناشر

بی‌شک یکی از نشانه‌های بارز توسعه پایدار در هر کشور، ایجاد و ارتقای فرهنگ ایمنی است که به صیانت از نیروی انسانی و حفظ منابع مادی و معنوی منجر خواهد شد. به طور یقین دستیابی به چنین هدفی نیازمند رشد همه جانبه علمی و فرهنگی در زمینه ایمنی و بهداشت کار است، که از این مجمل تهیه و انتشار کتب و استانداردهای ایمنی یکی از راهکارهای موثر در بسترسازی مناسب در این خصوص به شمار می‌رود که در نتیجه نیازسنجی‌های علمی تهیه و تدوین شده باشد.

مرکز تحقیقات وتعلیمات حفاظت فنی وبهداشت کاروزارت تعاون کارورفاه اجتماعی، در سال ۱۳۴۸ با هدف تامین ایمنی وسلامت نیروی انسانی شاغل در واحدهای صنعتی، تولیدی، خدماتی، کشاورزی و معدنی کشور تاسیس ومستند به قانون کار جمهوری اسلامی ایران، بعنوان مرکز تخصصی ایمنی وبهداشت کاراقدام به خدمت رسانی به جامعه کار وتلاش کشور می‌نماید. این مرکز از سال ۱۳۸۸ ودر راستای توسعه و رسالت خطیر و وظایف قانونی آموزشی و پژوهشی خودورفع خلاء ناشی از کمبود کتب فنی وتخصصی در زمینه ایمنی وبهداشت کار، اقدام به تاسیس واحد انتشارات با هدف، هدایت، راهبری وانتشار این کتب در سطح کشور نمود. در همین راستا این مرکز اقدام به استانداردسازی منابع آموزشی ایمنی وحفاظت فنی و تقویت میزان اثربخشی آموزش‌های مرتبط و به تبع آن ایجاد نظام یکپارچه در فرآیندهای آموزشی و همچنین تدوین دستورالعمل‌های حفاظت فنی و ایمنی، به عنوان یک حرکت پویا و نوین و با تکیه بر آخرین دستاوردهای حوزه ایمنی و حفاظت فنی از طریق بهره‌گیری از دانش اساتید و متخصصان مراکز دانشگاهی، علمی و تحقیقاتی کشور نموده است. امید است بهره‌مندی از محتواهای آموزشی و دستورالعمل‌ها و منابع علمی جدید بتواند در ترویج و ارتقای فرهنگ ایمنی کار، افزایش بهره وری، کاهش حوادث و بیماری‌های ناشی از کار نقش موثری ایفا نماید. در این میان برخود لازم می‌دانم ضمن تشکر از گردآورندگان محترم این دستورالعمل دکتر جیران نفردستگردی و سرکار خانم مهندس ملیحه خواجه زاده، از تلاش‌های عموم همکاران ارزشمند خود در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار از جمله آقایان مهندس آرش گودرزی، مهندس علی قنادان ، مهندس غلام‌حسین حسینی و دکتر مهدی حسین آبادی و نیز همه عزیزانی که در تولید و تدوین این دستورالعمل ما را یاری نموده‌اند تشکر و سپاسگزاری نمایم.

درپایان؛ مرکز تحقیقات وتعلیمات حفاظت فنی وبهداشت کاربا چاپ اثر مزبوربه عنوان نسخه اولیه منتشر شده؛ آمادگی بهره‌مندی مستمر از بازخوردها و نظرات و پیشنهادات اصلاحی و سازنده کلیه اساتید، متخصصان و فعالین این عرصه؛ به‌منظور بروزرسانی ورفع نواقص احتمالی، وهرچه پربارترشدن محتوای آن را خواهد داشت.

امیرعباس پرکنی

رئیس مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

فهرست

عنوان | شماره صفحه

فصل ۱- تعاریف، مفاهیم و اهمیت موضوع..... ۱۱

۱-۱ اهمیت موضوع..... ۱۳

۱-۱-۱ آموزش نیروی انسانی..... ۱۴

۱-۱-۲ مسایل ناشناخته..... ۱۴

۱-۱-۳ توسعه فرهنگ سلامت و ایمنی کار..... ۱۴

۱-۱-۴ ارزیابی وضعیت ایمنی و سلامت کار..... ۱۶

۱-۲ تعاریف، مفاهیم و کلیدواژه‌ها..... ۱۷

فصل ۲ -آشنایی با انواع ظروف تحت فشار..... ۱۹

۲-۱ انواع ظروف تحت فشار و کاربری آن‌ها..... ۲۱

۲-۱-۱ تعریف مخازن تحت فشار..... ۲۱

۲-۱-۲ مولد بخار..... ۲۴

۲-۲ تجهیزات اصلی..... ۳۱

۲-۲-۱ لوازم حفاظتی دیگ‌های بخار..... ۳۲

۲-۳ متعلقات جانبی..... ۴۰

۲-۳-۱ سختی گیری..... ۴۰

۲-۳-۲ دی اریتور (واحد هوازدا) ۴۰

۲-۳-۳ منبع کندانس..... ۴۱

۲-۳-۴ سوپرهیتر..... ۴۱

۲-۳-۵ اکونومایزر..... ۴۱

فصل ۳ -راه اندازی تجهیز، سرویس، نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه..... ۴۳

۳-۱ اصول اولیه راه اندازی مخازن..... ۴۵

۳-۱-۱ مکان و شرایط نصب دیگ و تجهیزات آن..... ۴۶

۳-۱-۲ سیستم هدایت سوخت و ایمنی آن..... ۵۲

۳-۱-۳ دستورالعمل راه اندازی..... ۵۴
۳-۲ برنامه سرویس و نگهداری..... ۵۶
۳-۲-۱ برنامه روزانه و هر نوبت کاری..... ۵۶
۳-۲-۲ برنامه هفتگی..... ۵۹
۳-۲-۳ چک لیست ماهانه، سه ماهه، شش ماهه و سالیانه..... ۶۲
۳-۲-۴ نگهداری غیرفعال درکوتاه مدت و بلند مدت..... ۷۰
۳-۳ شناخت و تهیه آب صنعتی..... ۷۱
۳-۳-۱ آزمون‌های پیشنهادی..... ۷۳
۳-۳-۲ معرفی تجهیزات آب موردنیاز..... ۷۶
۳-۳-۳ شرایط منبع آب تغذیه (دی اریتور)..... ۸۰
۳-۴ رفع عیوب و مشکلات احتمالی در ظروف و تجهیزات..... ۸۳
۳-۴-۱ عملکرد کنترلرها و علائم هشدار دهنده..... ۸۵
۳-۴-۲ علل ایجاد عیوب در دیگ..... ۸۶
۳-۴-۳ تشکیل رسوب و تاثیرات مضر آن..... ۸۶
۳-۴-۴ تشخیص و رفع مشکلات دیگ بخار..... ۸۹
۳-۵ دیگ‌های روغن داغ..... ۹۳
۳-۵-۱ سرویس و نگهداری از دیگ روغن داغ..... ۹۶
۳-۵-۲ تعویض کردن روغن حرارتی..... ۹۷
۳-۵-۳ علائم بیانگر نیاز سیستم به تمیز کاری..... ۹۷
فصل ۴- اصول ایمنی و بازرسی‌های دوره ای..... ۹۹
۴-۱ حفاظت ظروف تحت فشار..... ۱۰۱
۴-۱-۱ حفاظت آشکار..... ۱۰۲
۴-۱-۲ حفاظت نهان (شیمیایی)..... ۱۰۴
۴-۱-۳ حفاظت فردی..... ۱۰۶
۴-۱-۴ آرایش، تمیزی، سطح کار و هم سطحی..... ۱۰۸
۴-۲ انواع تست و آزمون‌های ادواری..... ۱۰۹
۴-۲-۱ تست هیدرولیک..... ۱۱۱
۴-۲-۲ تست هیدرواستاتیک..... ۱۱۱
۴-۲-۳ تست ضخامت سنجی..... ۱۱۳

۴-۲-۴ آزمون‌های مخرب و غیر مخرب..... ۱۱۵
۴-۲-۵ پلاک مخازن..... ۱۱۸
۴-۳ کنترل انرژی، تاثیرات محیط زیستی و نیاز به آموزش..... ۱۱۹
فصل ۵- معرفی آیین‌نامه‌ها و استانداردها..... ۱۲۱
۵-۱ تعریف استاندارد..... ۱۲۳
۵-۲ آشنایی با انواع استانداردها..... ۱۲۴
۵-۳ نهادهای قانون‌گذار..... ۱۲۶
۵-۳-۱ شورای عالی حفاظت فنی کشور..... ۱۲۷
۵-۳-۲- مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار ۱۲۷
فصل ۶ -بررسی و تحلیل حوادث و عوامل خطر آفرین (انفجار)..... ۱۲۹
۶-۱ وضعیت اضطراری چیست؟..... ۱۳۱
۶-۱-۱ اعلام وضعیت اضطراری..... ۱۳۲
۶-۱-۲ لزوم آشنایی، محیا کردن تجهیزات و کاربری کمک‌های اولیه در صنایع..... ۱۳۲
۶-۲ دلایل رخداد حوادث در مخازن تحت فشار..... ۱۳۳
۶-۲-۱ کم آبی..... ۱۳۴
۶-۲-۲ پدیده ضربه قوچ..... ۱۳۸
۶-۲-۳ رخداد حادثه به دلیل افزایش فشار دیگ و غیرفعال بودن کنترل‌کننده ها..... ۱۴۱
۶-۲-۴ خرید غیر استاندارد..... ۱۴۲
۶-۳ شناسایی و بررسی نشانه‌های خطر..... ۱۴۵
۶-۴ نمونه‌ای از حوادث انفجار ظروف تحت فشار در صنایع..... ۱۴۷
فصل۷-منابع..... ۱۵۱

۱

فصل اول

تعاریف، مفاهیم و اهمیت موضوع

تعاریف، مفاهیم و اهمیت موضوع

۱-۱ اهمیت موضوع

ضرورت و اهمیت موضوع سلامت و ایمنی به دنبال تجربه‌ها و حوادث ناگوار گذشته در صنعت باعث شده که نهادهای قانون گذار مختلف بین المللی، ملی و داخلی شکل بگیرند و هر یک مجموعه مقررات مختلفی را منتشر و الزام نمایند. مدیران ارشد ملزم هستند هم زمان شماری از مقررات و دستورالعمل‌های مختلف را دنبال کنند و به طور پیوسته با نمایندگان مختلف از نهادها و موسسات قانون گذار در ارتباط باشند و نیز جلسات بسیاری با کارشناسان، مشاوران و متخصصان داشته باشند. چالشی که برای مدیران وجود دارد این است که با شبکه پیچیده‌ای از قوانین، مقررات، مسایل، افراد و فرآیندها سروکار دارند که در تمام سطوح و در تمام زمان‌ها و مکان‌ها گسترده و در هم تنیده می‌شود. این شبکه پیچیده ممکن است تبدیل به یک فرآیند زمان بر و پر هزینه گردد، اهداف اصلی موضوع فراموش شده و به هدف‌های کوتاه مدت اخذ گواهینامه و مجوزها محدود گردد. لازم است مدیران و کارفرمایان به این مساله توجه داشته باشند که هدف اصلی قوانین و مقررات صرفاً ایجاد یک فرآیند زمان بر، نظارت بر انجام امور جاری و دریافت گواهینامه‌ها نیست. بلکه که هدف ایجاد فرهنگ سلامت و ایمنی در محیط کار و ایجاد مسئولیت پذیری در افراد است. مدیران مسئول به خوبی می‌دانند که رویکرد سیستمی و مستند به مساله سلامت و ایمنی با رویکرد دستوری تفاوت دارد؛ بنابراین ضروری است به افزایش آگاهی و آموزش افراد و تفهیم مسئولیت‌ها در راستای توسعه فرهنگ سلامت و ایمنی محیط کار و زیست بوم توجه ویژه داشته باشند.

■ ۱-۱-۱ آموزش نیروی انسانی

کیفیت سلامت و ایمنی محیط کار و زیست بوم، به طور مستقیم به مسئولیت پذیری افراد چه در سطح کارفرما و چه در سطح متصدیان و اپراتورها وابسته است. این مهم مدیران را به آموزش نیروی انسانی در محیط کار ملزم می‌کند. اما آموزش، انگیزش و ایجاد مسئولیت در افراد به سادگی تولید یک کالا یا محصول با کیفیت یا انتقال اطلاعات و دانش فنی نیست. مدیریت نیروی انسانی همواره موضوع پیچیده‌تری بوده و نیازمند توجه به اصول و روش‌ها و ارزش‌های متفاوت است. همچنین پارامترهای مختلفی بر این موضوع اثرگذار هستند. فرصت‌ها و تهدیدهای بیرونی مانند فرهنگ جامعه، شرایط اقتصادی، کیفیت آموزش و سطح بهداشت و درمان در جامعه به طور مستقیم و ناشناخته کیفیت کار نیروی انسانی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از آن گذشته خطاهای انسانی گریزناپذیر هستند. به همین دلیل کیفیت سلامت و ایمنی کار و زیست بوم با آموزش و مدیریت نیروی انسانی گره خورده است. در این خصوص لازم است به جای تکیه بر روش‌های سنتی مانند جریمه و پاداش به راهنماها و رویکردها و سامانه‌های نوین آموزش و مدیریت نیروی انسانی توجه شود.

■ ۱-۱-۲ مسایل ناشناخته

مساله دیگری که برای مدیران و کارفرمایان چالش برانگیز است، تضمین سلامت و ایمنی محیط کار است. اگرچه مجموعه قوانین، مقررات و استانداردها به جنبه‌های گوناگونی از مسائل پرداخته‌اند و موضوعات متنوعی را پوشش می‌دهند، اما هنوز مساله‌ها و حوادث مربوط به سلامت و ایمنی، هزینه‌های سنگین، آسیب‌ها و تلفات جبران ناپذیر تحمیل می‌کنند. هنوز مخاطرات تجهیزات نوین به خوبی شناخته نشده‌اند و هنوز خطاهای انسانی و متصدیان تازه کار وجود دارند. علاوه بر آن محدودیت زمان و هزینه مطرح است و سرعت تغییرات نیز بیشتر می‌شود. وجود مقررات و پیشینه کیفیت ایمنی و سلامت در محیط کار به معنی تضمین آن در آینده نیست. به همین خاطر این نکته مهم است که در سامانه مدیریت سلامت و ایمنی، به طور پی‌درپی اصلاحیه‌ها و مکمل‌های لازم برای سامانه شناسایی و افزوده شوند و سامانه به طور پیوسته توسعه یابد.

■ ۱-۱-۳ توسعه فرهنگ سلامت و ایمنی کار

فرهنگ سلامت و ایمنی کار به شدت با فرهنگ عمومی جاری در کارخانه و در سازمان شغلی در هم تنیده است. مسایل سلامت و ایمنی را نمی‌توان به طور مجزا و جداگانه مدیریت کرد. ویژگی‌های یک فرهنگ کاری مناسب که به مدیریت ایمنی و سلامت کمک می‌کنند را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

- کارکنان کارخانه به هدف‌های سازمانی و روش مدیریت آن متعهد هستند. آنها همکاری و مشاکت موثر در کار دارند.

- هیات رئیسه و مدیران ارشد کارخانه و سازمان در مسایل ایمنی و سلامت، حتی در مورد شخص خود، شفاف عمل کرده و دیگران را رهبری می‌کنند. آنها به همان اندازه که خبرهای خوشایند را می‌شوند آمادگی شنیدن خبرهای ناخوشایند را نیز دارند. آنها در برابر اطلاعاتی که به دستشان می‌رسد اقدام می‌کنند.
- مدیران ارشد و سرپرستان، برای ترویج و گفتگو در موارد ایمنی و سلامت وقت می‌گذارند. رفتارهای ایمن در کار را ارج می‌نهند و اگر رویه‌های ایمنی و سلامت کار پیروی نشوند نگرانی و واکنش نشان می‌دهند. نمایندگان ایمنی و سلامت، فعالیت‌شان را با پشتیبانی مدیریت کارخانه دنبال می‌کنند. مشاوران ایمنی و سلامت، از نظر ارتباط با مدیران رده بالای سازمان، شأن و جایگاه بالایی درون کارخانه دارند.
- کمیته ایمنی و سلامت کار، دارای شأن بالایی است؛ بر اوضاع مسلط است، مدیران رده بالا به طور منظم در جلسات آن شرکت می‌کنند و فعالیت‌های کمیته درون کارخانه ترویج می‌شود. موضوع سلامت و ایمنی کار، با همان توجه و اهمیت که اهداف اصلی کسب و کار پیگیری و مدیریت می‌شود. سازمان/کارخانه برای کارکرد افراد در امور ایمنی و سلامت بازخورد می‌دهد.
- کارکنان کارخانه در هر موقعیتی که باشند، به عنوان مهمترین منابع کارخانه شناخته می‌شوند، به خصوص برای پیشنهاداتی که برای توسعه کارخانه دارند. آنها حمایت و آموزش لازم را به ویژه در هنگام جابجایی نیروهای انسانی دریافت می‌کنند.
- راه‌های ارتباطی چندگانه وجود دارد؛ هم به طور رسمی و هم غیررسمی؛ هم شفاهی و هم کتبی. موضوعات ایمنی و سلامت جزو موضوعات گفتگوی روزانه در محل کار است.
- آموزش بسیار حیاتی شمرده می‌شود، تمام شایستگی‌های لازم برای افراد را پوشش می‌دهد، همچنین شامل یاددهی در محل کار و آموزش‌های انگیزشی برای ترویج سازگاری با مقررات است.

■ ۴-۱-۱ ارزیابی وضعیت ایمنی و سلامت کار

برای ارزیابی وضعیت ایمنی و سلامت کار می‌توان از دیدگاه و نگرش کارکنان، که در هر موقعیتی مهمترین منابع سازمان هستند، بهره جست. استاندارد راهنمای ایمنی و سلامت کار BS 8800 پیوست C پرسش نامه مفیدی برای این منظور پیشنهاد می‌کند که در جدول ۱-۱ آمده است.

جدول ۱-۱ پرسش نامه ارزیابی وضعیت و دیدگاه افراد در مورد ایمنی و سلامت محیط کار

پرسش	کاملاً مخالف	مخالف	ممتنع	موافق	کاملاً موافق
۱. مدیران ارشد کاملاً متعهد به ایمنی و سلامت هستند.	۱	۲	۳	۴	۵
۲. وقتی کارکنان اشتباه می‌کنند، سرزنش می‌شوند (برای ایمنی و سلامت).	۱	۲	۳	۴	۵
۳. شرکت، به نظر من در مورد ایمنی و سلامت اهمیت می‌دهد.	۱	۲	۳	۴	۵
۴. مدیریت، آموزش ایمنی و سلامت را در اولویت گذاشته است.	۱	۲	۳	۴	۵
۵. سرپرستان، در برابر رفتارهای ناایمن چشم پوشی می‌کنند.	۱	۲	۳	۴	۵
۶. دستوالعمل‌های ایمنی و سلامت، بسیار سخت گیرانه‌تر از مخاطرات موجود هستند.	۱	۲	۳	۴	۵
۷. اگر به مقررات ایمنی و سلامت عمل نکنم، همکارم به من انتقاد خواهد کرد.	۱	۲	۳	۴	۵
۸. آموزش‌های کافی برای ایمنی و سلامت به من داده شده است.	۱	۲	۳	۴	۵
۹. کار زیادی برای پیشگیری از حوادث نمی‌شود، مگر آنکه یک نفر مجروح شود.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۰. همه افراد در مواقع لازم از لباس و وسایل حفاظت فردی استفاده می‌کنند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۱. وقتی فردی از مقررات تخطی می‌کند، کم پیش‌می‌آید که اقدامی صورت گیرد.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۲. من دستورالعمل‌های ایمنی و سلامت را در کار خودم کاملاً می‌فهمم.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۳. محدودیت‌های زمانی موجود برای کامل کردن کارها پذیرفتنی است.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۴. برای تحلیل ریسک خطراتی که به کارم مربوط است، من را نیز شرکت داده‌اند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۵. کارکنان، برای انجام کار ایمن پاداش می‌گیرند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۶. اقدام‌های انجام شده، بر اساس یافته‌های تحلیل ریسک گزینش شده‌اند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۷. اقدام‌های کنترل خطر، سد راه من برای انجام کارم نمی‌شوند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۸. هر چقدر هم که در کار محتاط باشی، ضربه‌ها و کوفتگی‌ها اتفاق می‌افتند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۹. راهنماها و آگهی‌های ایمنی و سلامت کاملاً سودمند هستند.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۰. همکارم در کارش ریسک‌هایی می‌کند که من حاضر به انجام آن نیستم.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۱. تمام حوادثی که اینجا اتفاق می‌افتد را خبر می‌دهند و گزارش می‌کنند.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۲. برخی از مقررات ایمنی و سلامت فقط برای حفظ جایگاه مدیریت است.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۳. سیستم مجوز کار باعث تاخیر در انجام کارها می‌شود.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۴. من می‌دانم که اگر دستوالعمل‌های ایمنی را دنبال کنم، صدمه‌ای نخواهم دید.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۵. کاملاً مجبورم که از وسایل حفاظت فردی استفاده کنم.	۱	۲	۳	۴	۵

۲-۱ تعاریف، مفاهیم و کلیدواژه‌ها

این کتاب در مورد بهره برداری ایمن از ظروف تحت فشار بیش از نیم بار مطابق با دستورالعمل‌های مورد تایید استاندارد ملی می‌باشد. تعاریف، مفاهیم و کلید واژه‌های مرتبط در این حوزه به شرح زیر آمده است.

دیگ: مجموعه‌ای که برای تولید بخار، آب داغ و آب گرم با فشار بالاتر از فشار یک اتمسفر استفاده می‌شود.

مخزن تحت فشار: کلیه مخازنی است که فشار کاری آن بالاتر از فشار جو می‌باشد و به منظور نگهداری از گازها یا مایعات تحت فشار طراحی و ساخته می‌شوند.

ظروف تحت فشار به شکل استوانه‌ای باکلگی، تخت، مخروطی، بیضوی، نیمکره و یا به شکل کروی طراحی شده و انواع استوانه‌ای به دو صورت عمودی و یا افقی نصب می‌گردند. برج‌های فرآیندی، راکتورها، مبدل‌های حرارتی و ... از انواع مخازن تحت فشار می‌باشند.

گواهی کردن: رویه‌ای که طی آن یک سازمان بازرسی شخص سوم تایید صلاحیت شده، به صورت مکتوب اطمینان می‌دهد محصول، فرآیند، یا خدمت انجام شده با الزامات مشخص شده مطابقت می‌نمایند.

انطباق: به برآورده شدن الزامات مشخص اطلاق می‌گردد.

تولید: فرآیندهایی شامل طراحی، ویژگی‌های مواد، ساخت، بازرسی، آزمایش، آزمون و ارزیابی انطباق دیگ‌ها و مخازن تحت فشار می‌باشد.

طرف قرارداد: سازمان تولید کننده‌ای که ظروف تحت فشار را برای یک مصرف کننده یا برای فروش تولید می‌نماید.

آزمون: فعالیتی به منظور اینکه یک یا چند ویژگی یک محصول، فرآیند یا خدمت، یک یا چند الزام مشخص با روش‌های مشخص را برآورده می‌نماید.

آزمایش: فعالیتی که مطابق با روش اجرایی تائید شده توسط پرسنل تائید صلاحیت شده، به منظور ارزیابی انطباق محصولات، فرآیندها یا خدمات ارائه شده با معیار پذیرش مشخص انجام می‌شود.

بازرسی: به بررسی انطباق نتایج آزمون‌ها با آزمایش‌های لازم، با الزامات تعیین شده، می‌گویند.

تولیدکننده: شخص حقوقی که مسئول تولید ظروف تحت فشار مطابق با مشخصات زیر می‌باشد:

- مشخصات فراهم شده توسط طرف قرارداد
- الزامات استاندارد مربوط به دیگ‌ها و مخازن تحت فشار مورد نظر

مالک یا کارفرما: شخص یا سازمانی که دارای حق مالکیت قانونی برای ظروف تحت فشار می‌باشد.

صلاحیت: اثبات شایستگی شخص، فرآیند، روش اجرایی یا خدمت برای برآورده نمودن الزامات مشخص می‌باشد.

مقررات: قوانینی که از سوی یک مرجع دولتی در مطابقت با مقررات با احکام قانونی ترویج می‌شوند.

لوازم ایمنی: به وسایل طراحی شده برای محافظت ظروف تحت فشار به منظور جلوگیری خروج آنها از محدوده‌های مجاز اطلاق می‌گردد. چنین وسایلی شامل موارد زیر می‌شود:

- وسایلی برای محدودسازی فشار مستقیم مانند شیرهای اطمینان
- وسایل محدود کننده‌ای که یا به عنوان وسایلی برای تصحیح عمل می‌کنند یا عمل قطع شدن یا قفل شدن را انجام می‌دهند، مانند کنترل‌کننده‌های فشار یا کنترل‌کننده‌های دما یا کنترل‌کننده‌های سطح سیال
- وسایل اندازه‌گیری مربوط به ایمنی، کنترل و تنظیم مانند گیج فشار، نمایشگر سطح سیال

استاندارد: سند منتشر و تائید شده توسط سازمان ملی استاندارد ایران است که برای استفاده مکرر صنایع با ذکر الزامات اجباری و راهنماها می‌باشد. (در صورت نبود استاندارد ملی، استانداردهای بین المللی، منطقه‌ای و استانداردهای ملی کشورهای دیگر که مورد تائید سازمان ملی استاندارد ایران می‌باشند نیز می‌توانند استفاده شوند)

سازمان بازرسی شخص سوم: سازمانی که بازرسی، ظروف تحت فشار را مطابق با آنچه از طریق استانداردها تهیه شده است انجام می‌دهد. این سازمان یا شرکت، مستقل از تولیدکننده، طرف قرارداد، مالک و کاربر می‌باشد؛ هم‌چنین مسئولیت نظارت، بازرسی و تهیه گزارش کیفیت از فعالیت‌های اجرائی پیمانکار مطابق با قرارداد را به عهده دارد.

فشار کاری: فشار کاری ظروف در حین کار کردن را گویند.

برنامه کنترل کیفیت QCP و بازرسی ITP: سندی است که در آن برای کلیه فعالیت‌های تست و بازرسی برنامه‌ریزی شده است و در آن نقش کلیه سازمان‌های بازرسی، نوع تست و فعالیت‌ها، معیار و استاندارد مرجع آن‌ها، مدارک لازم و گاهی مسئولیت‌ها و چارت سازمانی پروژه مشخص شده است.

خوردگی مجاز: بیشترین حد مجاز خوردگی در طول مدت عمر کاری ظرف طراحی شده که مقدار کمینه ضخامت طراحی شده را تحت کنترل خواهد داشت.

هم ترازی: هم تراز بودن لبه‌های آماده‌سازی شده برای جوشکاری را تعیین می‌نماید.

هیدرو تست: آزمایش استحکام و نشتی با فشار آب می‌باشد.

۲

فصل دوم

آشنایی با انواع ظروف تحت فشار

آشنایی با انواع ظروف تحت فشار

۱-۲ انواع ظروف تحت فشار و کاربری آنها

▪ ۱-۱-۲ تعریف مخازن تحت فشار

مخازن تحت فشار عبارتند از محفظه‌های بسته که جهت نگهداری سیال در فشاری بیشتر از فشار ۱۵ psi یا ۱ atm، طراحی شده‌اند. این فشار می‌تواند فشار داخلی ناشی از سیال باشد و یا فشار خارجی ناشی از گرم شدن مستقیم یا غیرمستقیم مخازن باشد.

اختلاف فشار یک عامل خطرناک است و بر اثر تغییرات فشار در مخازن تحت فشار، امکان انفجار و تخریب وجود دارد. در نتیجه طراحی، ساخت و بهره برداری از این مخازن، توسط سازمان‌های مهندسی، تحت نظارت قانونی قرار می‌گیرد. پارامترهای مهم در تعریف مخازن تحت فشار، حداکثر فشار و دمای مناسب مخازن می‌باشد.

۱-۱-۱-۲ تقسیم بندی مخازن تحت فشار

مخازن تحت فشار از دیدگاه‌های مختلف به شرح زیر تقسیم بندی می‌شوند:

۱. **چیدمان:** افقی یا عمودی
۲. **نوع سیال نگهداری شونده:** گاز یا مایع
۳. **ضخامت جداره:** جداره نازک یا جداره ضخیم
۴. **هندسه مخزن:** کروی، استوانه‌ای و یا مخروطی

۲-۱-۱-۲ کاربرد مخازن تحت فشار

این مخازن در صنعت به عنوان مخازن هوای فشرده، مخازن ذخیره آب، دیگ بخار (مولد بخار)، مخازن ذخیره انواع گاز، اتاقک تحت فشار، برج تقطیر، اتوکلاوها، مخازن راکتورهای هسته‌ای، مخازن هوای فضاپیما، مخازن هوای زیردریایی، مخازن پنوماتیک، مخازن هیدرولیک تحت فشار، مخازن ذخیره‌سازی برای گازهای مایع مانند آمونیاک، کلر، پروپان، بوتان و... مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مصارف غیر صنعتی به عنوان مخازن ذخیره آبگرم خانگی، مخازن اکسیژن و... استفاده می‌شوند. بیشترین کاربرد مخازن تحت فشار در صنعت نفت، گاز و پتروشیمی می‌باشد. برج آیزوماکس در پالایشگاه‌های نفت، برج دی‌متانایزر و دی‌اتانایزر در پالایشگاه‌های گاز از نمونه‌های مخازن تحت فشار می‌باشند. حداقل فشار در این مخازن ۱بار و حداکثر ۶۸۰بار می‌باشد.

یک کاربرد منحصر به فرد از یک مخزن تحت فشار، کابین هواپیمای مسافربری است: پوسته بیرونی وظیفه حمل بارهای مانور هواپیما و همچنین تحمل فشار کابین را برعهده دارد. یکی دیگر از کاربردهای مخازن تحت فشار، استفاده به عنوان مخزن تحت فشار هوا جهت ثابت نگهداشتن فشار پشت پمپ‌های آب ساختمان است. استفاده از مخزن تحت فشار باعث می‌شود تا نیاز نباشد پمپ آب پیوسته با هر بار باز و بسته شدن شیر آب واحدها روشن شود.

۲-۱-۱-۳ طراحی و ساخت مخازن تحت فشار

مخازن تحت فشار را می‌توان به هر صورتی ساخت ولی بیشترین شکل‌های متداول، مخازن کروی، مخروطی و استوانه‌ای می‌باشند. در این بین مخزن تحت فشار استوانه‌ای در صنعت بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. از نظر تئوری، شکل کروی بهترین حالت برای ساخت یک مخزن تحت فشار است اما ساخت مخازن کروی مشکل است و هزینه بالایی را به همراه دارد بنابراین بیشتر مخازن تحت فشار استوانه‌ای هستند. مخازن کروی نیز خود به روش‌های مختلفی ساخته می‌شود. مخازن گلبرگی و انفجاری از انواع مخازن تحت فشار کروی می‌باشند.

اینگونه مخازن را می‌توان بر اساس استانداردهای مختلفی طراحی و تولید نمود اما استانداردی که بیشتر در کشور ما متداول است استاندارد ASME می‌باشد، ASME Boiler and Pressure Vessel Code و یا به اختصار BPVC می‌باشد و جهت مخازن تحت فشار از استاندارد ASME BPVC Section Vlll استفاده می‌گردد. قسمت‌های عمده در هر استاندارد جهت طراحی و ساخت، شامل انتخاب مواد، طراحی مخزن، نحوه ساخت، بازرسی و تست می‌باشند.

در شکل‌های زیر نمونه‌ای از مخازن تحت فشار نشان داده شده‌اند.

شکل ۱-۲ مخزن کروی

شکل ۲-۲ تصویری از اتوکلاو

شکل ۳-۲ مخزن تحت فشار استوانه‌ای عمودی

■ ۲-۱-۲ مولد بخار

مولد بخار یا دیگ بخار به دستگاه یا محفظه‌ای بسته اطلاق می‌شود که در آن بخار آب با فشار بیش از فشار هوای خارج تولید می‌گردد. این گرما توسط احتراق سوخت مایع، جامد یا گاز (یا توسط انرژی هسته‌ای یا برق) تولید می‌شود. مقدار آبی که مولد بخاردر مدت زمان یک ساعت به بخار تبدیل می‌کند، ظرفیت مولد بخاررا مشخص می‌کند.

معیارهای زیادی برای تقسیم بندی مولدهای بخار وجود دارد. مهمترین معیار تقسیم بندی مولدهای بخار براساس محتویات داخلی لوله‌ها می‌باشد:

- دیگ‌های بخار لوله آبی (واترتیوپ)
- دیگ‌های بخار لوله دودی (فایرتیوپ)

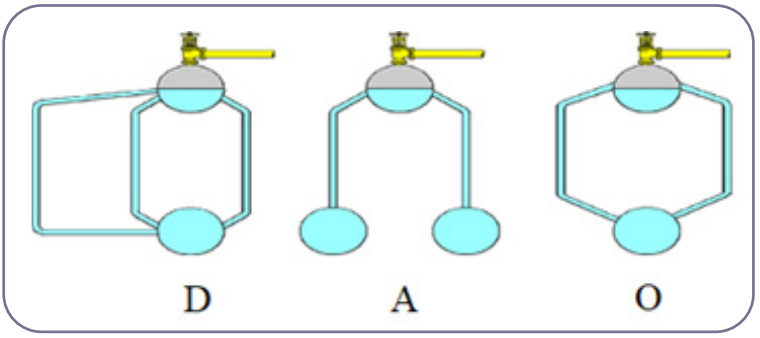
مولدهای بخار را گاهی نیز بر اساس فشار عملیاتی تقسیم‌بندی می‌نمایند. مولدهای بخار با فشار زیر، psi ۲۰۰ فشار پایین محسوب می‌گردند و مولدهای بخار با فشار بین psi ۲۰۰ تا psi ۵۰۰ جزء مولدهای بخار فشار متوسط هستند. مولدهای بخار psi ۵۰۰ تا psi ۲۰۰۰ در دسته مولدهای بخار با فشار بالا محسوب می‌شوند.

۱-۲-۱-۲ دیگ‌های بخار لوله آبی (واترتیوپ)

در این نوع از دیگ‌های بخار، آب درون لوله‌های رابط بین درام‌های بالا و پایین درجریان است و با جذب انرژی حرارتی ناشی از احتراق سوخت از طریق تشعشع در کوره و جابجایی در سایر قسمت‌ها به بخار تبدیل می‌شود. درام، محفظه‌ای برای جدا کردن آب و بخار است. به طور معمول در فشارهای کاری و ظرفیت های بالای بخار و همچنین در مواردی که به بخار فوق اشباع نیاز است از این دیگ‌ها استفاده می‌شود.

موارد کاربرد: نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها و زمانی که نیاز به بخار با تناژ بالا و فشار بالا باشد.

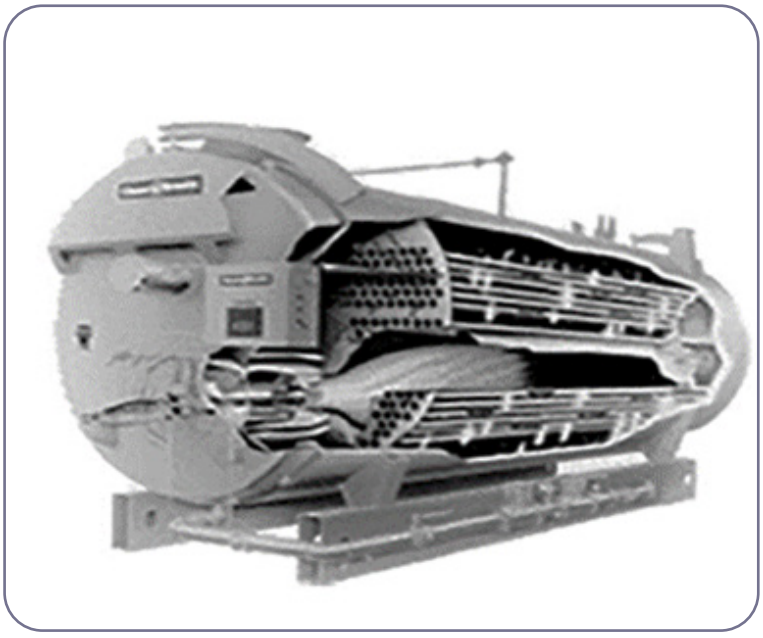
دیگ‌های بخار لوله آبی از نظر ساختار، طبق اشکال شماتیک زیر به سه دسته تقسیم بندی می‌شوند.



شکل ۴-۲ شماتیک انواع دیگ‌های لوله آبی

شکل ۵-۲ ساختار فلزی دیگ لوله آبی

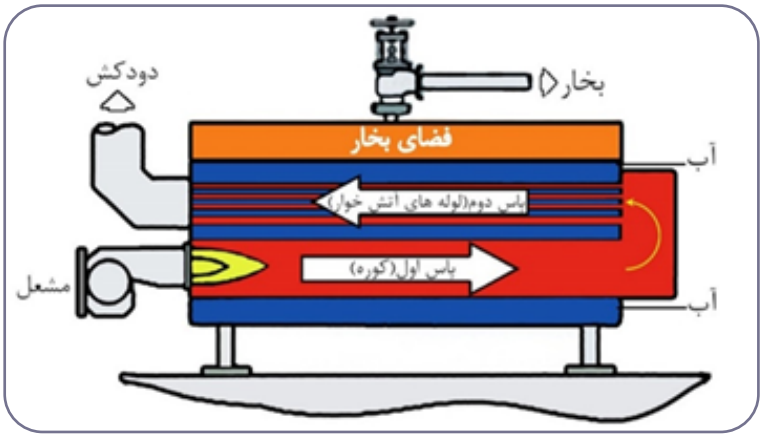
شکل ۶-۲ تصویری از مولد بخار لوله آبی



شکل ۷-۲ تصویری از مولد بخار لوله دودی

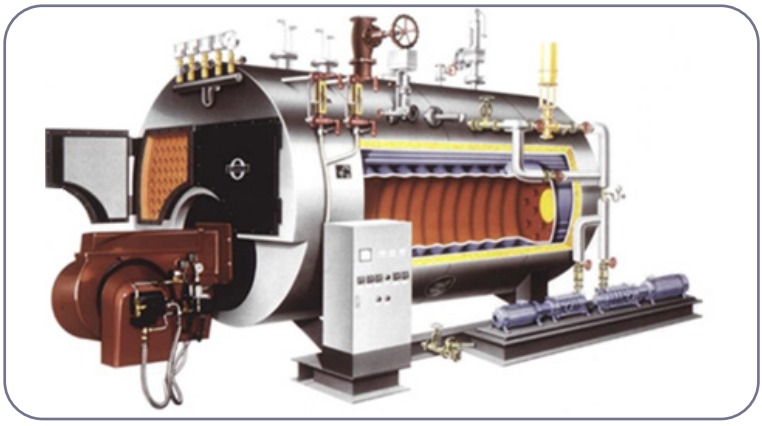
۲-۲-۱-۲ دیگ‌های بخار لوله دودی (فایرتیوپ)

در این نوع از دیگ‌های بخار، احتراق درون کوره صورت می‌گیرد و آتش یا همان گازهای حاصل از احتراق با عبور از درون لوله‌های پاس دوم و سوم، گرمای خود را از طریق بدنه لوله‌ها و کوره به آب منتقل کرده آن را به بخار تبدیل می‌کنند. در مواردی که به بخار اشباع نیاز باشد، بطور معمول از این نوع دیگ‌ها استفاده می‌گردد. موارد کاربرد این دیگ‌ها در صنایع غذایی، بیمارستان‌ها، صنایع قند، صنایع لاستیک و.... می‌باشند. دیگ‌های لوله دودی برحسب نیاز به صورت افقی یا عمودی طراحی می‌گردند. اگر چه استفاده از دیگ‌های لوله دودی افقی رایج‌تر است. برطبق مراحل عبور دود در دیگ‌های افقی لوله دودی این دیگ‌ها به دیگ‌های دو، سه و چهار پاسه تقسیم بندی می‌شوند (شکل ۸-۲).



شکل ۸-۲ شماتیک مراحل عبور دود در دیگ‌های افقی لوله دودی دو پاس

تصویری از یک دیگ سه پاس لوله دودی در شکل ۹-۲ نشان داده شده است.



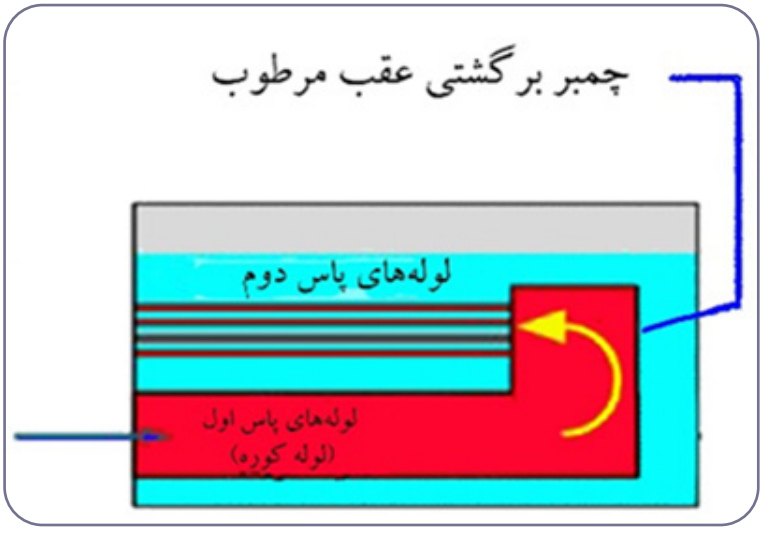
شکل ۹-۲ دیگ سه پاس لوله دودی

انواع دیگر دیگ‌های افقی لوله دودی به شرح زیر است:

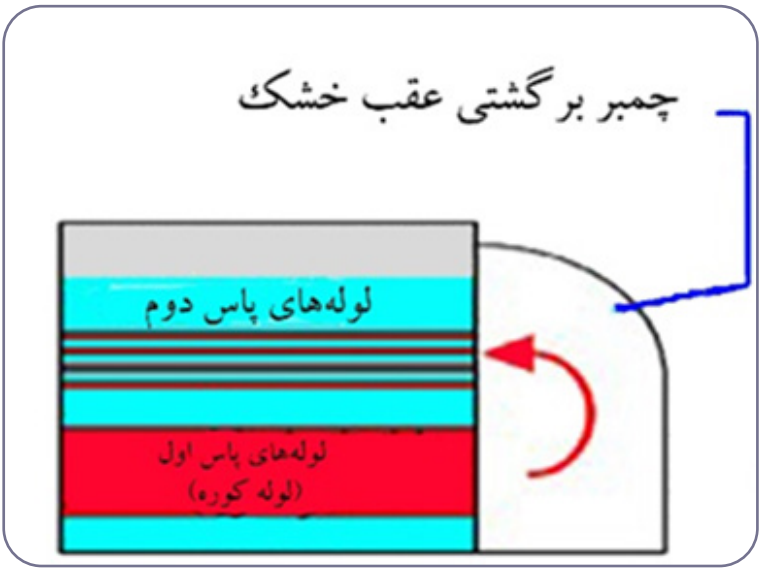
۱. عقب مرطوب و نیمه مرطوب (شکل۱۰-۲)
۲. عقب خشک (شکل۱۱-۲)
۳. شعله برگشتی (شکل۱۲-۲)

۱. دیگ‌های عقب مرطوب (Wet Back Boiler): در این دیگ‌ها با ظرفیت ۳تن در ساعت و بالاتر، گازهای داغ خروجی از کوره وارد محفظه برگشت شده و سپس به سمت لوله‌های دود در پاس ۲ هدایت می‌شوند. محفظه برگشت در این نوع دیگ کاملاً در داخل آب قرار دارد. گازهای داغ بعد از عبور از پاس ۲ مجددا ۱۸۰درجه چرخیده و وارد پاس ۳ شده و در انتها از دودکش خارج می‌شود. انتقال حرارت مناسب و راندمان حرارتی بسیار بالا از مزایای این نوع دیگ‌ها می‌باشد. این نوع از دیگ‌های بخار، به دلیل بالا بودن سطح حرارتی آن‌ها و همچنین احاطه کامل محفظه برگشت توسط آب، دارای راندمان حرارتی بالایی می‌باشند و بیشترین میزان تولیدات را به خود اختصاص داده‌اند.

۲. دیگ‌های عقب خشک (Dry Back Boiler): در این دیگ‌ها محفظه برگشت که به صورت بتونی ساخته می‌شود، خارج از قسمت تحت فشار دیگ قرار دارد. بازده این نوع دیگ پایین‌تر بوده و تعمیرات آنها آسان‌تر است ولی هزینه نگهداری بخش نسوز کاری شده، بالاست.

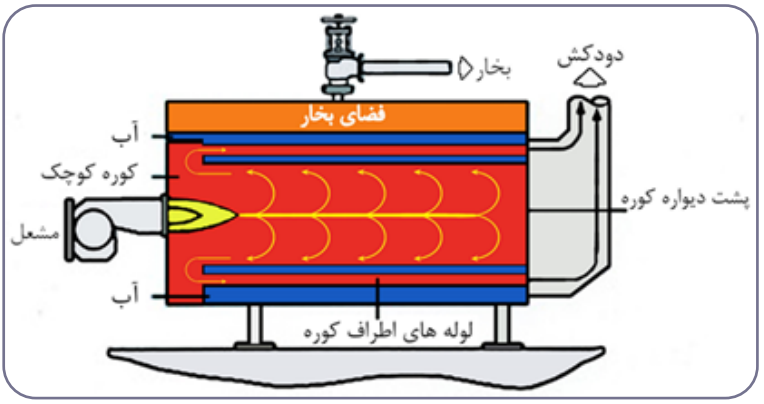


شکل ۱۰-۲ دیگ بخار دو پاس عقب مرطوب



شکل ۱۱-۲ دیگ بخار دو پاس عقب خشک

۳. دیگ‌های شعله برگشتی (Reverse Fired Boiler): در این دیگ‌ها مشعل در کوره بزرگتری کار می‌کند و شعله پس از برخورد به صفحه انتهایی کوره ۱۸۰ درجه چرخیده و از اطراف مشعل وارد لوله‌های دود می‌شود.



شکل ۱۲-۲ دیگ شعله برگشتی

سایر دسته بندی‌های مولدهای بخار:

۱. تقسیم بندی براساس تیپ و شکل

۱. دیگ‌های بخار دو پاسه (Two Pass Boiler)
۲. دیگ بخار برجی (Tower Type Boiler)
۳. دیگ‌های بخار جعبه‌ای (Box Type Boiler)

۲. تقسیم بندی بر اساس ظرفیت

۱. دیگ‌های بخار لوله‌ای (Water Tube Boiler)
۲. دیگ‌های بخار پوسته‌ای (Shell Boiler)
۳. دیگ‌های بخار قطاعی (Sectional Boiler)

۳. تقسیم بندی از نظر چرخش (سیرکولاسیون) سیال عامل

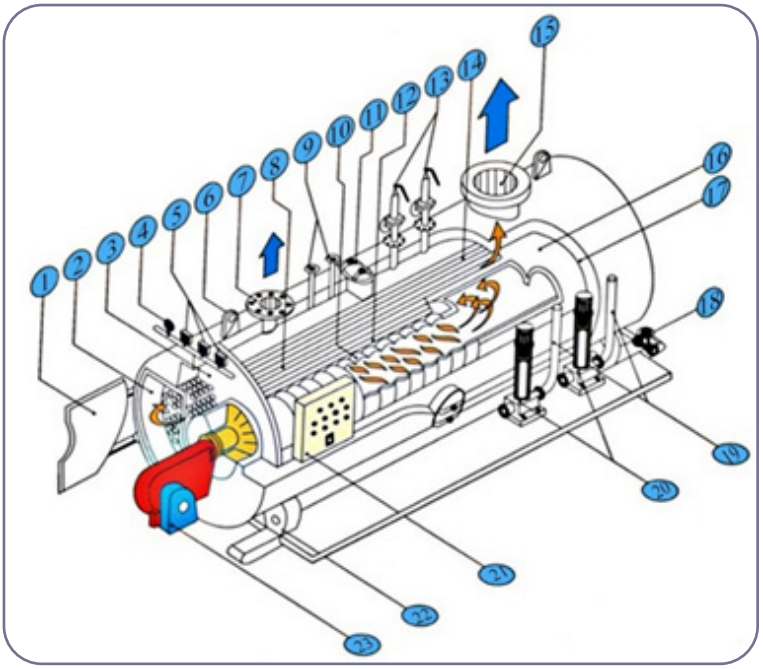
۱. دیگ‌های بخار با سیکل طبیعی
۲. دیگ‌های بخار با سیکل اجباری
۳. دیگ‌های بخار با سیکل مختلط

۴. تقسیم بندی از نظر محتوای لوله

۱. دیگ بخار لوله آتشی (Fire Tube Boiler)
۲. دیگ بخار لوله آبی (Water Tube Boiler)
۳. لوله مستقیم (Straight Tube Boiler)
۴. لوله خم (Bent Tube Boiler)

۲-۲ تجهیزات اصلی:

مولدهای بخار شامل تجهیزات و ادوات تولیدکننده بخار، ابزار دقیق و تجهیزات کنترلی برای سیستم‌های تحت فشار می‌باشند که در شکل زیر شماتیکی ازتجهیزات و ادوات مورد استفاده در مولدهای بخار لوله دودی به صورت یک شکل برش خورده نشان داده شده است (شکل ۱۳-۲). در ادامه به معرفی و توضیح این تجهیزات اصلی پرداخته شده است.



۱- درب جلویی
۲- محفظه برگشت
۳- بدنه مولد بخار
۴- فشارسنج
۵- سوئیچ‌های فشار
۶- قلابهای حمل و نقل
۷- خروجی اصلی مولد بخار
۸- لوله‌های آب
۹- کنترل کننده سطح آب
۱۰- کوره
۱۱- دریچه بازرسی
۱۲- پاس دوم لوله‌های آتش خوار
۱۳- شیرهای اطمینان
۱۴ - پاس سوم لوله ها
۱۵- دودکش
۱۶- محفظه برگشت
۱۷- عایق
۱۸- شیر تخلیه (بلودان)
۱۹- خطوط آب تغذیه
۲۰- پمپ‌های آب تغذیه
۲۱- تابلو برق
۲۲- شاسی مولد بخار
۲۳- مشعل

شکل ۱۳-۲ شماتیکی برش خورده از مولد بخار لوله دودی و تجهیزات آن

بخش‌های تحت فشار دیگ‌های بخار به شرح زیر است:

۱. بدنه
۲. کوره
۳. صفحه لوله‌ها (شبکه ها)
۴. لوله دود
۵. محفظه برگشت (چمبر)

■ ۱-۲-۲ لوازم حفاظتی دیگ‌های بخار

۱. سوپاپ اطمینان
۲. شیر اصلی بخار
۳. فشارسنج و سوئیچ فشار
۴. نمایشگر آب (آبنما)
۵. کنترل سطح آب
۶. ترموستات دودکش

۱-۱-۲-۲ سوپاپ اطمینان

یکی از مهمترین قطعات هر دیگ، سوپاپ اطمینان می‌باشد. این قطعه در بالای دیگ و طبق استاندارد باید بدون هرگونه واسطه‌ای به فلنج مربوطه بر روی بدنه دیگ بخار یا دیگ آب گرم نصب گردد. نمونه‌هایی از انواع سوپاپ اطمینان در شکل ۱۴-۲ نشان داده شده است. سوپاپ اطمینان زمانی که سایر ابزار کنترلی دیگ نتوانند مشعل را خاموش نمایند و فشار همچنان افزایش می‌یابد، به منظور جلوگیری از انفجار دیگ در فشاری که طبق استاندارد چند درصد بالاتر از فشار کاری دیگ می‌باشد عمل می‌نماید و بخار یا آب داغ درون دیگ را به فضای بیرون از دیگ خانه منتقل می‌کند. در ارتباط با سوپاپ‌های اطمینان موارد زیر باید در نظر گرفته شود.

شکل ۱۴-۲ انواع سوپاپ اطمینان

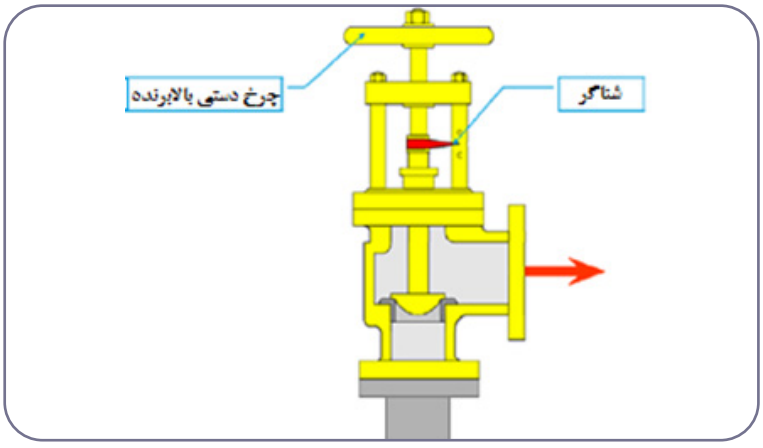
نکته‌ای که باید در زمان تعویض شیرهای اطمینان بدان توجه کرد این است که شیرهای اطمینان ساخت کارخانجات مختلف در سایزهای مساوی دارای ظرفیت تخلیه یکسانی نیستند، بنابراین در زمان تعویض شیر اطمینان باید دقت کرد که شیر جایگزین دارای ظرفیت تخلیه مساوی یا بیشتر از شیر اول باشد.

سوپاپ یا سوپاپ‌های اطمینان باید جمعاً بتوانند مقدار بخار اضافی را در حداکثر بار به راحتی تخلیه نمایند.

جنس نشیمن و صفحه سوپاپ‌های اطمینان باید از مواد مناسبی که در مقابل خوردگی و زنگ زدگی مقامت دارند ساخته شده و نشیمن مزبور طوری به بدنه سوپاپ محکم شده باشدکه کنده شدن آن ممکن نباشد.

۲-۱-۲-۲ شیر اصلی

از شیر اصلی جهت قطع جریان بخار خروجی از دیگ استفاده می‌شود و در مسیر هر لوله انشعاب از دیگ بخار باید یک شیر قطع جریان بخار وجود داشته باشد که تا حد امکان در دسترس باشد. نشانه بکار رفته در روی محور این شیر به دلیل آن است که کاربر از فاصله دور بتواند وضعیت شیر را از نظر باز یا بسته بودن تشخص دهد.



شکل ۱۵-۲ شماتیک شیر بخار اصلی مولد بخار

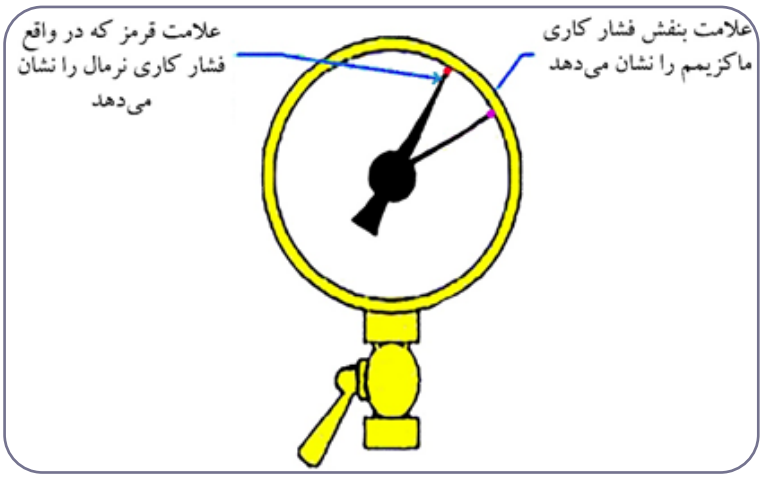
۲-۱-۲-۳ فشارسنج

هر مولد بخار باید مجهز به یک فشارسنج بخار بوده و در محلی نصب شود که دارای شرایط زیر باشد:

۱. محفوظ از لرزش باشد.
۲. وضعیت آن به راحتی قابل تنظیم باشد.
۳. اپراتور دستگاه بتواند به راحتی از مقابل یا پهلوی مولد بخار، آسان و بدون مانع آن را قرائت کند و تقسیمات ارقام و عقربه به راحتی حداقل از فاصله چهارمتری برای شخصی که دید طبیعی دارد قابل تشخیص باشد.

در فشار سنج‌ها باید حداکثر فشار کاری و فشار کاری نرمال با رنگ‌های مشخصی از قبیل قرمز و زرشکی بر روی صفحه مدرج تعیین گردند و باید برای فشار ۵. ۱برابر فشار کاری و حتی ۲ برابر فشار کاری گیج مدرج شده باشد (شکل ۱۶-۲). همچنین مدرج بودن گیج باید به گونه‌ای باشد که در حالت کارکرد عادی دیگ، عقربه در وسط گیج باشد.

هر مولد بخار باید دارای محل انشعاب مخصوص برای یک فشار سنج آزمایشی با شیر قطع‌کننده باشد. بدین منظور روی مولد بخار یک شیر سه راه گذاشته می‌شود که روی یک انشعاب آن فشار سنج اصلی و روی انشعاب دیگر شیر قطع‌کننده برای نصب فشار سنج آزمایشی قرار داده می‌شود.



شکل ۱۶-۲ شماتیک گیج فشار و موقعیت عقربه‌ها

۴-۱-۲-۲ سوئیچ کنترل فشار

هر مولد بخار باید مجهز به سوئیچ کنترل فشار باشد. سوئیچ‌های کنترل فشار در صورت افزایش فشار، شعله مشعل را تنظیم یا مشعل را خاموش می‌کند. این سوئیچ‌ها برای ایمنی بالاتر و فرمان دادن به مشعل، به صورت دوبل بر روی تابلو برق نصب می‌شوند. نمونه‌ای از سوئیچ کنترل فشار در شکل ۱۷-۲ نشان داده شده است.

شکل ۱۷-۲ تصویر سوئیچ کنترل فشار

۵-۱-۲-۲ نمایشگرهای آب (آب نما)

برای تسهیل کار اپراتور دیگ، دو عدد آب نما در دیگ بخار به کار می‌رود تا اپراتور بتواند سطح آب را در تمامی اوقات مشاهده و کنترل نمایند. برای ایمنی بیشتر از دو آب نما استفاده می‌شود تا در صورت عمل نکردن یکی دیگری قادر به انجام کار باشد. لازم است حد مجاز سطوح پایین و بالای آب توسط علامت‌هایی روی لوله آب‌نما مشخص گردد.

آب نماها باید به گونه‌ای نصب و مستقر گردند که چنانچه سطح آب در پایین‌ترین نقطه قابل رویت قرار گیرد، هنوز آب به میزان کافی در دیگ برای جلوگیری از خطرات احتمالی وجود داشته باشد. در شکل ۱۸-۲ تصویری از یک نمایشگر آب که به طور مغناطیسی عمل می کند نشان داده شده است.

شکل ۱۸-۲ آب نما مغناطیسی

۶-۱-۲-۲ انواع کنترل‌کننده‌های سطح

۱. کنترل سطح مغناطیسی
۲. کنترل سطح الکترودی
۳. کنترل سطح بر اساس اختلاف فشار

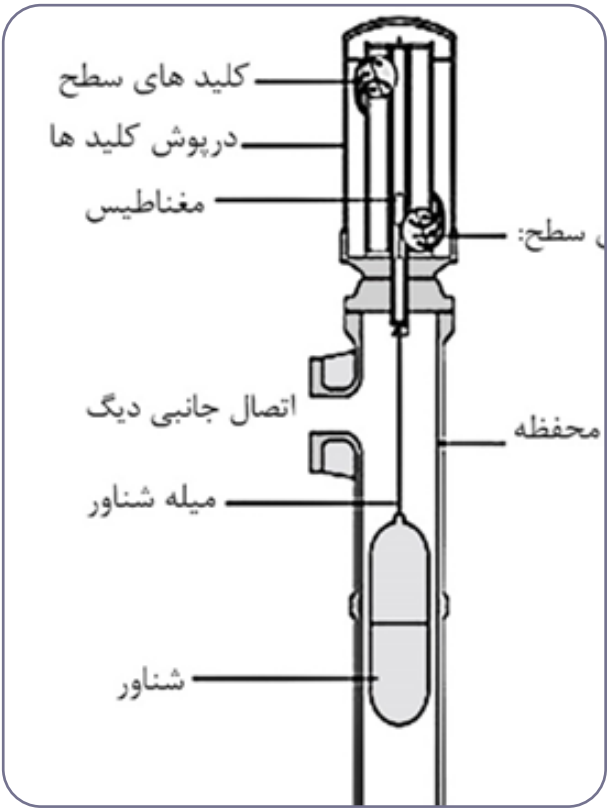
وظیفه کنترل‌کننده‌های سطح همان‌گونه که از اسم آنها بر می‌آید، کنترل سطح آب دیگ‌های بخار در یک سطح تعریف شده است تا همواره سطح آب درون دیگ‌ها در مقدار مشخص شده حفظ گردد. شکل ۱۹-۲ نمونه‌هایی از انواع کنترل‌کننده‌های سطح را نشان می‌دهد. در ادامه به تفصیل در مورد هر یک از این کنترل‌کننده‌های سطح و نحوه عملکرد آنها توضیح داده شده است.

شکل ۱۹-۲ تصاویر انواع کنترل‌کننده سطح آب و برخی ملزومات آن

۱. کنترل سطح مغناطیسی

طبق استاندارد، هر دیگ بخار باید دارای دو عدد کنترل‌کننده سطح مغناطیسی مستقل از هم باشد که به‌طور مستقل به بدنه دیگ متصل شده باشند. یکی ازآن‌ها دارای دو عدد سوئیچ مغناطیسی می‌باشد که یکی از این سوئیچ‌ها سطح آب کم را کنترل می‌کند و دیگری جهت فرمان به پمپ آب تغذیه استفاده می‌شود. کنترل سطح دوم دارای یک عدد سوئیچ می‌باشد که جهت کنترل سطح آب خیلی کم استفاده می‌شود و به مشعل فرمان می‌دهد (در برخی مواقع یک سوئیچ دیگر برای کنترل سطح آب خیلی زیاد در کنترل سطح دوم نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد).

یک نمونه از کنترل‌کننده‌های سطح مغناطیسی در شکل ۲۰-۲ نشان داده شده است. با بالا و پائین رفتن شناور درون پوسته این کنترل‌کننده‌ها به واسط بالا و پائین شدن سطح آب درون دیگ، آهن ربای نصب شده در انتهای میله شناور نیز حرکت کرده و باعث فعال شدن سوئیچ‌های مغناطیسی می‌گردد.

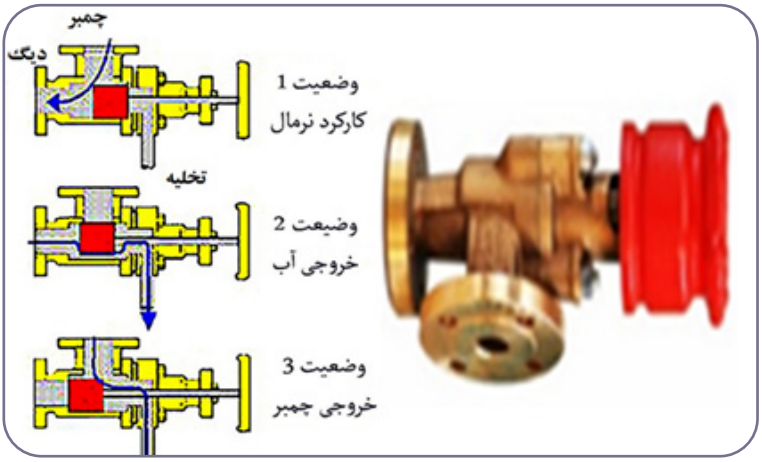


شکل ۲۰-۲ شماتیک کنترل سطح مغناطیسی

برای تنظیم موقعیت سوئیچ‌ها که به شکل نارنجک هستند کافی است پیچ مربوطه را شل کرده و با بالا و پائین بردن سوئیچ آن را در موقعیت مورد نظر ثابت کرده، سپس پیچ مربوطه را سفت نموده. با بالا بردن سوئیچ سطح آب در دیگ بالا می‌رود و بالعکس.

۲. شیر تخلیه مرحله ای

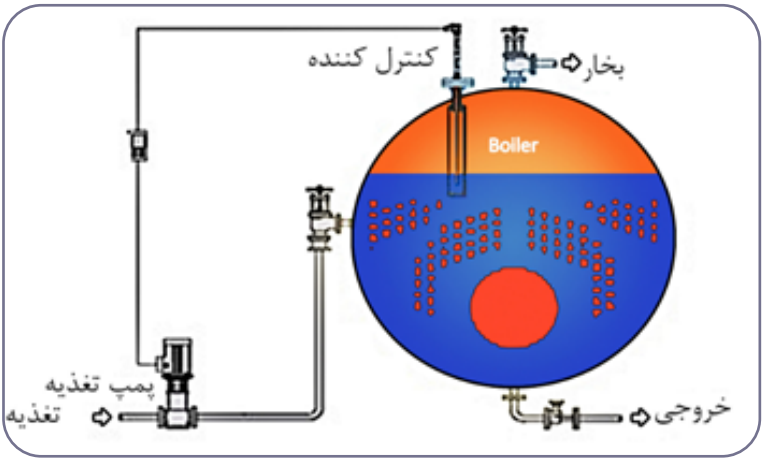
در زیر هر یک از کنترل سطح‌ها یک شیر تخلیه مرحله‌ای وجود دارد که برای اطمینان از عملکرد صحیح کنترل سطح‌ها در هر شیفت کاری باید یک بار باز گردد. درون دسته این شیرها زبان‌های تعبیه شده است که اگر چند درجه شیر باز گردد اجازه بسته شدن مجدد را نخواهد داد مگر اینکه کاربر تا آخر شیر را باز نماید تا کلیه مراحل کاری انجام شود آنگاه مجدداً شیر را ببندد. نحوه‌ی عملکرد شیر تخلیه مرحله‌ای به صورت شماتیک در شکل۲۱-۲ نشان داده شده است.



شکل ۲۱-۲ نحوه عملکرد شیر تخلیه‌ای مرحله ای

۳. کنترل سطح الکترودی

در این نوع از کنترل کننده‌های سطح، از آب به عنوان عامل اتصال بین الکترود و پوسته کنترل سطح وایجاد فرمان استفاده می‌شود. با توجه به هدایت الکتریکی آب زمانی که سطح آب بالا باشد و الکترود در آب فرو رفته باشد جریان برقرار می‌باشد و فرمان به پمپ یا مشعل ارسال می‌گردد و بالعکس. در شکل زیر نحوه اتصال کنترل سطح الکترودی در یک دیگ بخار دیده می‌شود در این حالت از چهار الکترود جهت ایجادفرمان‌های مورد نظر استفاده شده است. دوعدد از الکترودها جهت خاموش و روشن کردن پمپ استفاده می‌شوند و دو عدد دیگر یکی جهت کنترل سطح آب کم و دیگری جهت کنترل سطح آب خیلی کم به کار گرفته می‌شوند.



شکل ۲۲-۲ جانمایی کنترل سطح‌ها در بدنه مولد بخار

۲-۱-۲-۷ ترموستات دودکش

به منظور جلوگیری از سوختن کوره و لوله دودها در اثر کم شدن سطح آب در دیگ‌های بخار، از ترموستات در دودکش استفاده می‌شود. ترموستات دارای یک حسگر (سنسور) دما می‌باشد که در دودکش نصب می‌گردد. زمانی که لوله‌ها بی‌آب می‌شوند دیگر انتقال حرارت از طریق لوله‌ها انجام نمی‌شود و دمای گازهای خروجی در اگزوز بالا می‌رود و در نتیجه سنسور حرارتی ترموستات فعال می‌گردد. از طریق این سنسورکلید بسته‌ای که در مسیر مشعل قرار داده شده است، فرمان می‌گیرد و مشعل را خاموش می‌کند. معمولاً دمای گازهای خروجی از دودکش ۴۰ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد بالاتر از دمای بخار اشباع متناظر با فشارکاری دیگ بخار است.

۲-۳ متعلقات جانبی

در دیگ‌های بخار علاوه بر تجهیزات اصلی و کنترلی، متعلقات جانبی نیز برای بهبود شرایط آب تغذیه دیگ و بهینه‌سازی انرژی مصرفی آن مورد استفاده قرار می‌گیرند.

■ ۲-۳-۱ سختی‌گیری

سختی‌گیری برای جدا کردن دو عنصر کلسیم و منیزیم به کار می‌رود. اگر این دو عنصر از آب جدا نشوند، اتفاقی مشابه آنچه در کتری‌ها رخ می‌دهد در دیگ بخار روی می‌دهد. در واقع رسوبات، سطح بین لوله‌های دودی با آب را کاهش می‌دهد و انرژی بیشتری برای تولید میزان معینی فشار مصرف می‌شود. همچنین پاکسازی این لوله‌ها علاوه بر هزینه بر بودن، خط تولید را نیز متوقف می‌کند.

دستگاه‌های تصفیه آب (سختی گیر ها) مورد استفاده اکثراً از نوع رزین کاتیونی در سیکل سدیم می‌باشد که با آب نمک احیاء می‌شوند. از دیگر سیستم‌ها، سیستم اسمز معکوس است که تمامی فاکتورهای سختی آب (TDS) را حذف می‌نماید.

■ ۲-۳-۲ دی اریتور (واحد هوازدا)

علت اصلی خوردگی قطعات تحت فشار دیگ، گازهای محلول موجود در آب تغذیه است. برای جلوگیری از خوردگی، آب دیگ باید در حالت قلیایی و احیا کنندگی باشد. برای اطمینان از حصول چنین شرایطی باید تمام اکسیژن موجود در آب دیگ خارج شود. بدین منظور هواگیری فیزیکی خارج از دیگ (دی اریتور) و تزریق مواد شیمیایی به آب دیگ از جمله کارهایی است که انجام می‌شوند.

▪ ۲-۳-۳ منبع کندانس

مخزن کندانس علاوه بر ایجاد صرفه جویی مناسب، در واقع به صورت منبع ذخیره‌ای برای دیگ بخار در زمان قطع شدن احتمالی آب تغذیه عمل می‌کند. آب کندانس برگشتی به صورت خالص بوده و به همین خاطر در صورت استفاده از آن، هزینه‌های مربوط به عملیات شیمیایی آب تغذیه نیز کاهش پیدا می‌کند.

▪ ۲-۳-۴ سوپرهیتر

سوپرهیتر به منظور افزایش حرارت بخار خروجی از دیگ و برای کاهش فشار دیگ مورد استفاده قرار می‌گیرد. پس از ورود بخار به داخل این دستگاه، امکان افزایش دما به دلخواه با دقت کنترل بسیار با ۱+ و۱- درجه سانتی‌گراد در آن وجود دارد.

▪ ۲-۳-۵ اکونومایزر

اکونومایزر یک نوع مبدل حرارتی است که در مسیر گازهای داغ خروجی از دودکش و سیال تزریقی به دیگ، قرار می‌گیرد و می‌تواند آب ورودی به دیگ و یا هوای ورودی به مشعل را پیش‌گرم نماید. در واقع اکونومایزر برای بازیافت حرارت و پیش‌گرم کردن آب تغذیه جهت افزایش راندمان دیگ و کاهش خوردگی ناشی از دماهای پایین استفاده می‌شود.

۳

فصل سوم

راه اندازی تجهیز، سرویس، نگهداری و تعمیرات پیش گیرانه

راه اندازی تجهیز، سرویس، نگهداری و تعمیرات پیش گیرانه

۳-۱ اصول اولیه راه اندازی مخازن

دیگ بخار به عنوان بخشی از یک سیستم انتقال انرژی، جایگاه ویژه‌ای در هرکارخانه دارد. بنابراین ضروری است، این دستگاه به خوبی شناخته و در بهترین شرایط از آن بهره برداری شود. برای استفاده بهینه از مولدهای بخار، اپراتور باید با بخش‌های مختلف مولد بخار و همچنین عملکرد مخصوص هر کدام از آنها کاملاً آشنا باشد.

سیستم‌های مولد حرارت در هر کارخانه به صورت متمرکز طراحی و در بهترین موقعیت نسبت به محل مصرف، نصب می‌گردند و آب که با ویژگی‌های منحصر به فردی همچون ارزانی، سهولت دسترسی، تبخیر راحت، توان ذخیره انرژی زیاد، پایداری حرارتی، عدم ایجاد مسمومیت و آلودگی زیست محیطی، در زمره بهترین عاملان انتقال حرارت به شمار می‌رود، انرژی نهفته در خود را توسط خطوط انتقال بخار به محل مورد نیاز منتقل می‌کند.

در این فصل مطالبی راجع به نصب دیگ‌های بخار و تجهیزات جانبی و بهره برداری آنها، همراه با برنامه‌های بازبینی دیگ مطرح خواهد شد. رعایت دستورالعمل و نگهداری مولد بخار چه در زمان توقف و چه در زمان کارکرد از اهم وظایفی است که توسط بهره بردار باید مورد توجه قرار گیرد و در این خصوص دستورالعمل انجام کار از طرف سازنده ارائه می‌گردد؛ اما آنچه نباید از آن غفلت گردد بطور خلاصه:

- اطمینان از عدم وجود هرگونه نشتی در مسیر لوله‌های انتقال، شامل سوخت به مشعل، آب و بخار مولد بخار همچنین بازرسی‌های موردی در زمانهای مقتضی.
- اطمینان از تخلیه گازهای انباشتی در ناحیه کوره و یا هوای اضافی مولد بخار در زمان راه اندازی.

- بازرسی‌های دوره‌ای از اجزا تحت فشار مولد بخار در زمان توقف به خصوص در جداره لوله‌ها، نواحی خم و اتصالات.
- کنترل مداوم سطح آب درام بخار.
- آزمایش مداوم آب مولد بخار بر اساس دستورالعمل اجرایی مشخصات آب مولد بخار.
- اطمینان از عدم رشد هرگونه خوردگی در داخل لوله‌های مولد بخار و بازرسی‌های موردی شش ماهه.
- کالیبره نمودن دوره‌ای ابزار آلات اندازه‌گیری شامل فشار سنج‌ها، دماسنج‌ها و غیره.
- اطمینان از خنک کاری اجزا سیستم‌های دینامیک شامل محرکه‌های فن(FDF) و پمپ تغذیه آب مولد بخار .
- کنترل طول شعله مشعل، به نحوی که هیچگاه به دیواره لوله مقابل برخورد نخواهد نمود.
- رعایت مقادیر شیمیایی موردنیاز آب مولد بخار و کنترل زمان عملیات اسید شویی که از حد معین شده تجاوز ننماید که این عمل در زمان قبل از راه اندازی مولد بخار و نیز اورهال اساسی در طی دوره مشخص باید با دقت انجام پذیرد.

■ ۱-۱-۳ مکان و شرایط نصب دیگ و تجهیزات آن

برای عملکرد مناسب دیگ‌ها و تجهیزات وابسته باید فضای کافی را در موتورخانه به آن اختصاص داد. این فضا باید به حدی باشد تا اپراتور دسترسی راحتی به تمام گیج‌ها، سطح دیگ، لوله‌ها، دودکش، اکونومایزر، شیر فلکه‌ها، مولد بخارو تجهیزات داشته باشد. همچنین در زمان تعمیر و تعویض لوله‌ها با مشکل مواجه نشود. ضوابط و استانداردهای مربوط به نصب مولد بخارو تجهیزات آن در مبحث چهاردهم مقررات ملی ساختمان موجود می‌باشد. در ادامه به ملزومات جانمایی مولد بخاردر موتورخانه اشاره می‌شود؛ به منظور حفظ ایمنی و کارایی، بهبود وضعیت مصرف سوخت و انرژی، حفظ محیط زیست و همچنین پیشگیری از بروز مشکلات رعایت، لازم است در هنگام نصب دیگ بخار و تجهیزات وابسته به آن به نکات زیر توجه شود:

- زیرسازی دیگ بخار باید متناسب با وزن و ابعاد دیگ صورت پذیرد.
- دیگ بخار در سالنی متناسب به ابعاد دیگ و تجهیزات وابسته به آن نصب شود.
- فضای کافی در اطراف هر دیگ منظور شود تا تعمیر، تعویض لوله‌ها و رسوب زدایی به سادگی امکان‌پذیر باشد.
- محوطه‌ای که دیگ بخار در آن نصب می‌شود، دارای سیستم جمع‌آوری آب‌های اضافی زیر آب دیگ بخار باشد.
- متناسب با مشخصات و حجم آب مصرفی، یک سیستم کامل تصفیه آب شامل فیلتر شنی، سختیگیر، و هوازدا (دی اریتور) برای دیگ بخار پیش‌بینی شود.
- به منظور تصفیه بیرونی آب، یک سیستم تزریق مواد شیمیایی ضد رسوب و خوردگی برای دیگ نصب شود.
- در صورتی که گل و لای نمک احیاکننده رزین‌ها زیاد باشد، لازم است با نصب فیلتر شنی املاح نامحلول آب نمک جدا شوند.
- وسایل مهار آتش و جعبه کمک‌های اولیه در سالن پیش‌بینی گردد.

۱-۱-۱-۳ آیین نامه حفاظتی جهت نصب تجهیزات

در این بخش، لازم می‌باشد آنچه در آیین نامه حفاظتی جهت شرایط نصب و بهره برداری از تجهیزات دیگ بخار نیاز می‌باشد عنوان گردد که به تفکیک تجهیز و ماده‌های این آیین نامه ذکر گردیده است.

۱. شیرهای اطمینان

مولد بخار با فشار کم باید حداقل مجهز به یک سوپاپ اطمینان یا وسیله ایمنی دیگری برای تخفیف فشار زایدی که احیاناً ایجاد می‌شود، باشد. این وسایل لازم است قبلاً از نظر ساختاری و درستی عملکرد مورد آزمایش قرار گیرند.

سوپاپ‌های اطمینان باید طبق قوانین استاندارد، پلمپ باشند. ضمناً طوری تنظیم نشوند که بخار را در فشاری کمتر از یک کیلوگرم بر سانتیمتر مربع تخلیه نمایند. پلمپ باید طوری به سوپاپ اطمینان متصل گردد که نتوان آن را بدون شکستن پلمپ از دستگاه جدا نمود.

هر مولد بخار باید حداقل مجهز به یک سوپاپ اطمینان با رعایت شرایط زیر باشد:

- روی بدنه آن نصب شود.
- مستقیماً و بلاواسطه به دیگ مربوط باشد.
- بین سوپاپ اطمینان و مولد بخار و همچنین پس از آن تا دهانه خروج بخار هیچ‌گونه مانع و شیر دیگری قرار نگیرد.
- سوپاپ یا سوپاپ‌های اطمینان باید جمعاً بتوانند مقدار بخار اضافی را در حداکثر بار به راحتی تخلیه نمایند.
- جنس نشیمن و صفحه سوپاپ‌های اطمینان باید از مواد مناسبی که در مقابل خوردگی و زنگ زدگی مقاومت دارند ساخته شده و نشیمن مزبور طوری به بدنه سوپاپ محکم شده باشدکه کنده شدن آن ممکن نباشد.

سوپاپ‌های اطمینان باید با رعایت شرایط زیر ساخته و نگهداری شوند:

- خرابی بعضی از قطعات مانع خروج آزاد کامل بخار اضافی از سوپاپ نگردد.
- در اثر عمل سوپاپ هیچگونه ضربه‌ای که مزاحم برای خود سوپاپ یا مولد باشد ایجاد نگردد.
- صفحه سوپاپ روی نشیمن بچرخد.

سوپاپ‌های اطمینان باید:

- به طور روان و بدون ضربه کار کند.
- پلمپ گردیده یا به طریقی حفاظت شودکه اشخاص غیرمجاز نتوانند آن را از تنظیم خارج نمایند.
- مجهز به وسایل لازم برای برداشتن آن در مواقع آزمایش مولد باشد.
- دهانه‌های تخلیه بخار سوپاپ‌های اطمینان و یا منتهی الیه لوله تخلیه آنها باید به ارتفاع کافی و بالاتر از محل کار کارگران قرار داده شده باشد به طوری که ارتفاع آنها از کف زمین یا سکو کمتر از سه متر نباشد.
- چنانچه برای تخلیه بخار لوله‌ای به قسمت خروجی سوپاپ‌های اطمینان متصل شود باید:
- سطح مقطع داخلی لوله کمتر از سطح مقطع دهانه خروجی سوپاپ‌های اطمینان نباشد.

- دارای مجرای فاضلاب باز به منظور تخلیه آزاد بخارهای تقطیر شده و جلوگیری از جمع شدن آب بروی سوپاپ اطمینان باشد.

وقتی که خفه کن روی سوپاپ‌های اطمینان به کاربرده شده لازم‌است:

- دارای مقطع خروجی کافی باشد تا فشار مخالفی که ایجاد می‌کند مزاحم عمل صحیح سوپاپ اطمینان نگردد.
- طوری ساخته شود که معبر بخار در نتیجه رسوبات حاصله تنگ نشود.
- صدای خروج بخار به سهولت به گوش متصدی دیگ برسد.
- بخار داغ کن (سوپر هیترهایی) که مجزا از مولد بخار نصب شده باشند لازم است مجهز به یک یا چند سوپاپ اطمینان نزدیک دهانه خروجی بخار باشند چنانچه بخار داغ کن بلافاصله متصل به لوله رابطی (کلکتور) بوده و جریان دائم بخار در آن برقرار باشد ممکن است سوپاپ‌های اطمینان را در هر نقطه از کلکتور قرار دهند.
- چنانچه مولد بخار دارای پیش‌گرم کن آب (اکونومایزر) باشد، لازم است این قسمت نیز مجهز به یک سوپاپ اطمینان طبق شرایط موارد بالا باشد.

۲. سوپاپ اطمینان فشار آب

- هر دیگ آب داغ باید حداقل مجهز به یک سوپاپ اطمینان یا مخزن انبساط باشد.
- سوپاپ‌های اطمینان فشار آب برای دیگ‌های آب داغ باید طوری تنظیم شده باشد که در فشارهای مساوی با اندکی کمتر از فشار موثر مجاز دیگ باز گردد.
- در سوپاپ‌های اطمینان فشار آب، به کارگیری دیافراگم و نشیمن‌های لاستیکی با اجناس مشابه که در اثر آب داغ یا بخار دچار پوسیدگی و یا خرابی می‌شوند ممنوع است.
- سوپاپ‌های اطمینان فشار آب باید طوری قرار گیرند که خطر سوختگی برای افراد ایجاد نکنند یا به وسیله لوله به خارج ادامه پیدا کنند.

۳. شیرهای قطع جریان بخار

در مسیر هر لوله انشعاب بخار از مولد بخار باید شیرهای قطع جریان بخار وجود داشته باشد که تا حد امکان در دسترس نصب شده باشد (به استثنای انشعابات دریچه اطمینان و بخار خشک کن) شیرهای قطع جریان بخار اصلی مولد بخار باید مجهز به وسایل فرمان سریع و مناسب طبق شرایط زیر باشد:

- میله شیرهای مذکور باید به میزان کافی طویل باشند به نحوی که بتوان از داخل دیگ خانه و یا خارج از آن شیر را با وسایل مکانیکی (چرخ دنده و زنجیر) باز و بسته نمود. در صورتی که باز و بسته کردن شیرهای فوق الذکر، از خارج و از فاصله دور فرمان داده شود باید یک وسیله دستی نیز به این منظور در محلی محفوظ پیش‌بینی شود تا در موقع از کار افتادن دستگاه مورد استفاده قرار گیرد.

- در هر مورد که بعد از شیر قطع جریان بخار، خطر تقطیر بخار وجود داشته باشد باید یک تله بخار با لوله فاضلاب مناسب نصب گردد.
- در صورتی که در لوله ورودی آب مولد بخار با فشار کم یا دیگ آب داغ، شیر قطع جریان بخار نصب شده باشد لازم است در لوله خروجی نیز شیر قطع جریان نصب گردد.
- در صورتی که دو یا چند مولد بخار با فشار کم یا دیگ آب داغ به لوله یا شبکه مشترک متصل باشند، لازم است در لوله‌های ورود و خروج هر کدام شیرهای قطع جریان بخار وجود داشته باشد.

۴. لوله‌های منبع آب پرکن مولدهای بخار

- قطر لوله‌های اتصال مولدهای بخار به منبع آب تغذیه‌های مربوطه نباید از ۲۵میلی‌متر (یک اینچ) کمتر باشد و لازم است مسیر آن تا حد امکان کوتاه و مستقیم باشد.
- در مولدهای بخار با کوره داخلی، ورود آب باید در نقطه‌ای که حداقل ۱۵سانتی‌متر زیر پایین‌ترین سطح آب یا نزدیک آن باشد، رخ دهد و در هر حال نقطه ورود آب باید بیش از ۴۵سانتی‌متر بالاتر از سقف کوره دیگ باشد.
- در هر جا که خم یا زانویی در لوله‌های آب رسان وجود داشته باشد لازم است برای سهولت در تمیزکاری و گرفتن جرم آب به جای زانو، چهارراه یا سه راه به کاربرده شود.
- منبع‌های آب پر کن باید مجهز به یک شیر زیر آب (تخلیه) با لوله منتهی به محل مناسب باشد.
- روی لوله‌های اتصال ما بین مولد بخار و منبع آب تغذیه، هیچ‌گونه انشعابی به غیر از تنظیم‌کننده دما (ورودی بخار)، تنظیم‌کننده آب، زیر آب و فشار سنج مجاز نیست.

۵. فشارسنج

هر مولد بخار لازم است مجهز به یک فشارسنج بخار بوده و در محلی نصب گرددکه:

- از لرزش محفوظ باشد.
- وضعیت آن به راحتی قابل تنظیم باشد.
- قرائت آن از محلی که معمولاً متصدی دستگاه در مقابل یا در پهلوی مولد می‌ایستد آسان و بدون مانع باشد.

اتصال فشار سنج‌های بخار باید به قسمت بخار مولد به وسیله یک سیفون به مشخصات زیر به عمل آید:

- قطر کافی به طوری که لوله فشار سنج همیشه مملو از آب باشد.
- جداکردن آن از دستگاه میسر نباشد مگر:
- به وسیله یک شیر سماوری دسته‌دار که دسته آن در موقع باز بودن شیر به موازات لوله رابط قرار گیرد.
- در مورد مولدهای بخار با فشار ۳۵کیلوگرم بر سانتی متر مربع یا بیشتر به وسیله یک شیر فلکه‌ای کشویی یا سوپاپی.

- کلیه فشار سنج‌هایی که در مرکز یا دیگ خانه نصب می‌شوند از یک نوع و دارای صفحات متحدالشکل باشند.
- هر مولد بخار باید دارای محل انشعاب مخصوص برای یک فشار سنج آزمایشی با شیر قطع‌کننده باشد. بدین منظور، روی مولد بخار یک شیر سه راه گذاشته می‌شود که روی یک انشعاب آن فشار سنج اصلی وروی انشعاب دیگر شیر قطع‌کننده برای نصب فشار سنج آزمایشی قرار داده می‌شود.

نمایشگرهای آب (آب نما)

هر مولد بخار باید دارای یک یا ترجیحاً دو آب نما باشد و در این آب نماها مراتب و شرایط زیر رعایت شود:

- طوری قرار گیرد و یا با وسائلی مجهز شود که به سهولت توسط متصدی مربوطه قابل رؤیت باشد.
- در بالا و پایین دارای شیر زود بند باشد که به سهولت بتوان در صورت شکستن شیشه، آن را به سرعت بست.
- مستقیماً به بدنه مولد بخار توسط لوله‌هایی که قطر داخلی آنها بیشتر از ۱۲میلی‌متر (نیم اینچ) است، متصل گردد.
- مجهز به شیر تخلیه بوده و فاضلاب آن در محلی بدون خطر هدایت شود.
- مجهز به شیشه مسلح یا حفاظ مناسب دیگری باشد تا کارگران را در صورت شکستن شیشه و پرتاب ذرات آن و یا خروج آب و بخار داغ حفظ نماید، بدون این که موجب اشکال خواندن و دیدن سطح آب گردد.
- لازم است حد مجاز سطوح پایین و بالای آب توسط علامت‌هایی روی لوله آب نما مشخص گردد.
- آب نماها باید طوری نصب و مستقر گردد که چنانچه سطح آب به پایین‌ترین نقطه قابل رؤیت برسد، هنوز آب به میزان کافی در دیگ برای جلوگیری از خطرات احتمالی وجود داشته باشد.

شیرهای کنترل سطح آب

هر مولد بخار باید حداقل مجهز به سه شیر کنترل سطح آب با شرایط زیر باشد:

- این شیرها در همان ارتفاع حد فاصل قسمت تحتانی و فوقانی شیشه آب نماها نصب شده باشند.
- شیرهای کنترل سطح آب برای مولدهایی که مجهز به سیستم کنترل خودکار سطح آب می‌باشند و همچنین برای مولدهای کوچک با حجم کمتر از ۱۲۰ لیتر لزومی ندارد. ولی این قبیل مولدها باید مجهز به یک شیر آزمایشی در پایین‌ترین سطح مجاز آب باشند به گونه‌ای که هر وقت شیر را باز کنند آب از آن جاری شود.
- برای مولدهای بخار نوع لکوموتیو که قطر اجاق آنها کمتر از۹۰سانتی‌متر است و همچنین برای مولدهای بخار از نوع اجاق داخلی با لوله عبور دود افقی که سطح حرارتی آنها کمتر از ۵ مترمربع می‌باشد، فقط دو شیر کنترل سطح لازم است.

شیرهای کنترل سطح آب که بالاتر از سطح زمین و دور از دسترس قرار گرفته‌اند، باید مجهز به وسایل زیر باشند:

- دسته یا زنجیری که بطور دائم به آنها متصل بوده و بتوان شیرها را از پایین باز و بسته نمود.
- تجهیزات متناسب برای حفاظت کارگر در مقابل ریزش آب یا بخار در حین بازکردن آنها.

مولدها باید مجهز به دو دستگاه سیستم خودکار (الکتریکی یا الکترونیکی) کنترل سطح آب باشد، به طوری که بتوانند مراحل زیر را کنترل نمایند:

- روشن کردن پمپ تغذیه جهت تأمین کمبود آب و خاموش کردن آن بعد از تأمین آب لازم است.
- در صورتی که پمپ تغذیه آب روشن نشده و سطح آب مولد از حد مجاز پایین‌تر برود، سوخت مشعل قطع گردد.
- چنانچه پس از قطع سوخت باز هم پمپ عمل ننماید، منجر به قطع و خاموش نمودن کل سیستم مشعل گردد.

زیر آب یا لوله‌های تخلیه مولدهای بخار

- هر مولد بخار باید حداقل مجهز به یک لوله تخلیه یا زیر آب باشد که به پایین‌ترین سطح آب دیگ مربوطه بوده و روی آن یک شیر نصب شود تا به وسیله آن بتوان تمام آب دیگ را خارج نمود.
- در صورتی که چند مولد بخار در یک محل نصب شده باشند و لوله‌های تخلیه آنها به یک مجرای مشترک متصل باشد، هر یک از لوله‌های تخلیه دیگ‌ها باید مجهز به موارد زیر باشد:

۱. به دو شیر که به آهستگی باز شود.
۲. یا یک شیر آهسته و یک شیر که تند باز شود.
۳. یا یک شیر تخلیه که توسط کلید مخصوص باز و بسته شود و این کلید تنها کلید تمام شیرهای تخلیه مولدها بوده تا فقط زمانی که شیر بسته باشد، بتوان کلید را برداشت.
۴. شیرهای زیرین لوله‌های تخلیه در مولد بخار باید از هرگونه مانع یا حفره‌هایی که امکان جمع شدن رسوبات را دارد و مانع جریان گردد عاری باشند.
۵. وقتی که لوله‌های تخلیه مولدهای بخار در معرض حرارت مستقیم کوره قرار می‌گیرند، باید آنها را به وسیله مواد نسوز عایق نمود و البته به گونه‌ای که به آسانی قابل بازرسی باشند.
۶. محل ریزش آب لوله‌های تخلیه مولدهای بخار باید به گونه‌ای انتخاب گردد که خطری برای کارگران نداشته باشد و همچنین لوله‌های تخلیه نباید به فاضلاب دستشویی و روشویی‌ها مربوط گردد، مگر آن که قبلاً از مخازن تخلیه مولد بخار عبور داده شود.

- **در صورتی که مخازن تخلیه برای مولدهای بخار به کار رود این مخزن باید دارای وسایل زیر باشد:**

۱. لوله‌های هواکش که شیر یا سوپاپی نداشته و سطح مقطع آن طوری باشد که از زیاد شدن فشار در مخزن جلوگیری نماید.
۲. مخزن به گونه‌ای نصب گردد که کلیه قسمت‌های آنرا بتوان به سهولت بازرسی کرد.

۲-۱-۱-۳ مکان و شرایط نصب

ابعاد دیگ‌خانه باید با در نظر گرفتن ابعاد دیگ بخار با درهای باز و نیز تجهیزات مرتبط با آن، همانند دستگاه‌های سختی گیر، هوازدا، منبع تغذیه آب، کلکتور، شیرها و موارد مشابه، طراحی و ساخته شود. دیگ بخار باید در محلی نصب گردد که دارای فضای لازم برای سیستم و نیز فضای کافی برای تمیز کردن لوله‌ها و مکان مناسب جهت نگهداری وسایل کنترل تجهیزات جانبی باشد و به همین دلیل باید در دیگ خانه سکویی مناسب با وزن، اندازه‌ها و متعلقات دیگ ایجاد گردد. این سکو باید حداقل ۳۰ سانتیمتر از طول و عرض (از هر طرف ۱۵ سانتیمتر) از مجموعه تجهیزات بیشتر و به اندازه ۱۵سانتیمتر هم از کف دیگ‌خانه بلندتر باشد.

در اطراف سکو باید مجرایی برای هدایت آب کف دیگ خانه به چاه و یا سیستم فاضلاب در نظر گرفته شود و حوضچه‌ای نیز در نزدیکی شیر تخلیه دیگ بخار ایجاد شود که همواره پر از آب بوده و قسمت بالای آن به چاه یا مجرای خروجی آب راه داشته باشد؛ لوله تخلیه جهت خفه شدن بخار به داخل آن هدایت و با درب متحرک پوشانده شود (بلودان چاه).

چنانچه مسیر کابل‌کشی از درون کانال انجام شده است برای جلوگیری از بروز هر گونه اشکال الکتریکی، لازم است نکات ایمنی با دقت کامل رعایت گردد.

پوشش روی کانال باید سبك و در مقابل وزن های سنگین دارای مقاومت کافی باشد. توصیه می شود دیگ به نحوی روی سکو استقرار یابد که قسمت جلویی آن مقابل درب ورودی دیگ‌خانه قرار گیرد. وجود وسایل اطفاء حریق در دیگ‌خانه الزامی بوده و ضریب ایمن سازی دستگاه را در مقابل آتش سوزی های احتمالی بالا می برد.

پس از نصب دیگ روی شاسی و مونتاژ جعبه دودها، کلیه سطوح خارجی پس از سند بلاست با لایه‌ای از ضد زنگ نسوز پوشش داده می‌شود و سپس عایق کاری آن توسط پشم سنگ با ضخامتی حداقل برابر ۵۰ میلی‌متر با لایه‌ای از ورق محافظ صورت می‌پذیرد. پس از پایان این مراحل، بخش‌های مختلف توسط واحدهای کنترل کیفی مورد بازرسی دقیق قرار می‌گیرند و تاییدیه لازم را دریافت می‌نمایند.

■ ۲-۱-۳ سیستم هدایت سوخت و ایمنی آن

با توجه به اینکه مولدهای بخار دوگانه سوز هستند، توضیحات این بخش کلی بوده و در دو سیستم گاز و گازوئیل صحت عملکرد دارند. بنابراین شایسته است موارد زیر رعایت گردد:

- در مورد مسیر گاز باید در مواقع آتش سوزی در اولین گام، شیر اصلی گاز قطع گردد و هر چه شیر اصلی گاز دورتر از مولد بخار باشد بهتر است.
- تعبیه شیر به منظور امکان قطع سریع سیستم هدایت سوخت در هنگام آتش سوزی، الزامی است.

- در مسیر رفت سوخت از مخزن به پمپ باید یک شیر یک طرفه تعبیه گردد.
- سمت مکش پمپ سوخت باید دارای فشار مثبت باشد.
- منابع سوخت زیر زمینی را باید با فشار حداکثر ۱۵ پوند بر اینچ مربع به مشعل پمپاژ نمود.
- قطر لوله برای سوخت‌های با گرانروی ۲۰۰ ثانیه و بالاتر، نباید کمتر از ۲ اینچ باشد.
- نباید از لوله‌های گالوانیزه در سیستم استفاده نمود، بجای زانویی باید از روش خمکاری لوله‌ها استفاده گردد.
- سوخت باید دارای صافی بوده و چنانچه فیلترهای اضافی در مسیر لوله‌ها بکار برده شده است، باید از توری مدور استفاده گردد.
- حجم مخزن برای تأمین سوخت دیگ بایستی دارای گنجایش کافی باشد.
- نصب یک شیر تخلیه در پایین‌ترین نقطه مخزن سوخت جهت خروج آب‌هایی که احتمالا در آن وجود دارد، ضروری است.
- نصب تجهیزاتی از قبیل نشانگرهای ارتفاع سوخت و خروج هوا از مخزن الزامی است.
- حتماً باید در اطراف مخازنی که در ارتفاع قرار دارند تجهیزات ایمنی و آتش نشانی در نظر گرفته شود.
- مخزن باید دارای شیب یک درصد به سمت شیر تخلیه باشد تا املاح و رسوبات به سمت تخلیه آن هدایت شوند.

طبق آیین نامه حفاظتی برای سیستم‌های سوخت رسانی مولدها، موارد زیر بیان شده است:

- درمولدهای بخار با سوخت گاز باید هر مشعل به وسایل زیر مجهز باشد:

۱. شیر مخصوص به منظور قطع سریع گاز دیگ.
۲. یک مجرای قابل تنظیم ورود گاز و یا مجرایی که دهانه آن برحسب احتیاج قابل تعویض باشد.
۳. یک قطع‌کننده قابل تنظیم هوای مورد نیاز که بتواند به طور کامل ورود هوا را قطع کند. این قطع‌کننده باید دارای ضامن فنری و یا پیچی باشد که از باز شدن بی‌مورد آن جلوگیری نماید.
۴. یک لوله مخلوط کننده هوا و گاز که طولش حداقل ۶ برابرکوچکترین قطر آن باشد.
۵. شعله کوچک دایمی.
۶. تا حد امکان یک تنظیم‌کننده خودکار ورود گاز که با فشار بخار عمل کند و به نحوی ساخته شود که در موقع خرابی آن، بخار به داخل اتاق سوخت و یا لوله‌های ورودی گاز نفوذ ننماید.

- مولدهای بخاری که با سوخت گاز کار می‌کنند، نباید در محوطه محصور نصب شوند مگر اینکه محوطه مذکور مجهز به وسایل تهویه دائم باشد تا از جمع شدن گاز در آن جلوگیری به عمل آید.
- در مورد مولدهای بخار ذغال سوز که به طور خود کار تغذیه می‌شوند کلیه قسمت‌های متحرک که احتمال برخورد با کارگر را دارند و ایجاد خطر می‌نمایند باید به وسایل لازم طبق مقررات مربوط به این موضوع حفاظت شده باشند.
- اتوکلاوهایی که با شعله مستقیماً گرم می‌شوند باید مجهز به یک ترموکوپل الکتریک باشند که در داخل و کف اتوکلاو جوش شده باشد تا موقعی که حرارت اتوکلاو از حد مجاز تجاوز کند سبب قطع سوخت اتوکلاو گردد.

سیستم گازرسانی برای دیگ بخار:

لوله گاز شهری با یک کلید قطع و وصل اصلی وارد مدار دیگ بخار می‌شود. بعد از این کلید مانومتر فشار خط را نشان می‌دهد که حدود ۲/۵ بار است اما این فشار برای مشعل بسیار زیاد و خطرناک است، پس باید از رگلاتور که فشار شکن است استفاده شود. همچنین قبل از رگلاتور از یک فیلتر برای مواد جامد معلق در گاز استفاده می‌کنیم، سپس گاز وارد رگلاتور می‌شود. با استفاده از مانومتر می‌توان دریافت فشار گاز بعد از رگلاتور را به ۲۵ میلی بار کاهش داد.

گاز فشار پایین بعد از عبور از یک سوپاپ اطمینان وارد دو شیر برقی می‌شود که مستقیما توسط مشعل هدایت می‌شوند. شیر برقی شماره یک به صورت تک ضرب فقط حالت روشن و خاموش دارد که گاز را قطع یا وصل می‌نماید. اما شیر شماره دو به صورت تدریجی می‌تواند میزان گاز عبوری را کم و زیاد کند. این گاز مستقیما وارد مشعل می‌شود.

مشعل:

- در دیگ‌های بخار معمولا از مشعل‌های دو مرحله‌ای استفاده می‌کنند. یک سروو موتور میزان گاز و هوای ورودی را تنظیم کرده و وارد محفظه تخلیط می‌نماید. در خروجی این محفظه دو الکترود با فاصله وجود دارند که با عبور جریانی حدود ۱ الی ۱۰ میکروآمپری ایجاد جرقه می‌نماید تا شعله تشکیل شود. اما اگر این جرقه تحت هر شرایطی نتواند شعله ایجاد کند، سنسور نوری UV که در مدار وجود دارد مشعل را دوباره راه اندازی می‌نماید. چون در غیر این صورت گاز در محفظه جمع می‌شود که بسیار خطرناک است.
- این مشعل‌ها با یک رله هوشمند کار می‌کنند که تمامی قسمتهای مشعل را تحت کنترل دارد و هر مرحله از کار مشعل (مانند فن تنها، جرقه، شعله کامل، تنظیم مجدد و...) را با رنگ‌های مختلف نشان می‌دهد.
- در هنگام روشن شدن فن، مشعل به مدت ۴۰ ثانیه کار می‌کند تا گازهای سوخته نشده که در محفظه باقیمانده کاملا خارج شوند. سپس گاز نیز وارد شده و مشعل جرقه می‌زند تا شعله تشکیل شود.

■ ۳-۱-۳ دستورالعمل راه اندازی

به دلیل پیچیده بودن راه اندازی همزمان دیگ بخار و کوره، اپراتورهـا بایـد همیشه در برابر پیشامدهای ناخواسته هوشیار باشند تا در صورت لزوم، تغییـرات ناگهـانی لازم را در هر مرحله انجام دهند. راه اندازی تولیدکننده بخار خطرناک است زیرا در صورت خاموش شدن شعله یك یا چند مشعل، خطر جمع شدن مخلوط قابل انفجار سوخت و هوا وجود خواهد داشت. در سالهای اخیر بیـشتر انفجارات کوره های تولید کننده بخار در مراحل راه اندازی اتفاق افتاده است.

راه اندازی موفق و بدون خطردیگ بخار بستگی به فهـم کـاملی از مراحـل راه انـدازی، آشـنایی کـافی بـا

تجهیزات مورد استفاده و دانش کافی در مورد سیستم‌های کوره دیگ بخار دارد. راه اندازی سیستم تولیدکننده بخار به چهار مرحله عمده تقسیم می شود که عبارتند از:

۱. راه اندازی مقدماتی کوره دیگ بخار
۲. آماده سازی سیستم برای روشن نمودن
۳. روشن کردن
۴. به سرویس درآوردن دیگ بخار تا دستیابی به فشار و میزان مطلوب بخار

قبل از راه اندازی دیگ تحت فشار باید مطابق دستور العمل، چنانچه در ادامه توضیح داده شده است اقدام نمود:

- نصب و ثابت کردن کلیه تجهیزات شامل دیگ، منبع ذخیره آب تغذیه، پمپ‌های گردش آب و... مطابق نقشه‌ها و دستورالعمل‌های نصب در جای مناسب خود
- اتمام کلیه مراحل مربوط به لوله کشی و نگهدارنده‌های خطوط آب، بخار، گازوئیل، گاز و...
- انجام تستهای هیدروتست و تست فشار بخار، مطابق مدارک استاندارد
- انجام عایق کاری و رنگ آمیزی
- نصب کلیه تجهیزات ابزار دقیق
- نصب تابلوی کنترل و تغذیه برق
- اتمام کابل کشی و سربندی تجهیزات برقی
- اخذ تاییدیه نصب تجهیزات ((ECC
- انجام تست اتصالات قطعات داخل تابلو و تجهیزات ابزار دقیق
- در اختیار داشتن آب نرم جهت منبع تغذیه
- در اختیار داشتن سوخت‌های گازوئیل و گاز
- امکان نمونه برداری و آنالیز آب تغذیه دیگ جهت مقایسه با استانداردهای آب تغذیه دیگ‌های تحت فشار
- نصب کلیه تجهیزات جانبی مولد بخار، کنترلرها و برقراری ارتباط الکتریکی با تابلوی کنترل و قدرت
- آچارکشی کلیه متعلقات نصب شده روی دستگاه شامل شیرآلات، مشعل، کنترل‌کننده سطح، آب نما و...
- هواگیری کلیه خطوط پس از آبگیری سیستم و خارج کردن هوای محبوس در دیگ
- باید توجه داشت که کلید پمپ روی حالت خاموش و پمپ نیز هواگیری شده باشد.
- پمپ را برای یک لحظه روشن و دور و جهت آن را کنترل نموده و چنانچه دور موتور صحیح بود، پمپ را روشن کرده و دیگ را آبگیری نموده. برای تنظیم مقدار آب داخل دیگ، لازم است قبل از آبگیری اقداماتی جهت مدرج کردن شیشه آب نما با توجه به حد لوله‌های دودی دیگ صورت گیرد. این کار در حیطه وظایف تکنسین فنی می‌باشد.
- هرگز نباید موتور مشعل را قبل از هواگیری روشن نمود. اما برای تسریع در انجام کار، می‌توان موتور را به وسیله

دست چرخاند. دقت شود که فتوسل (چشم الکتریکی) بطور صحیح در جای خود قرار گرفته باشد. محکم بودن درب مشعل و صحیح بودن کلیهٔ اتصالات دیگ از جمله مواردی است که باید دقیقا کنترل گردد. پس از اطمینان از سالم بودن کلیه فیوزها آنها را در جای خود قرار داده و با یک استارت بسیار کوتاه دور موتورها را کنترل و در صورت صحیح بودن می‌توان دیگ را روشن نمود.

- کلیه مراحلی که برای روشن شدن دیگ مورد نیاز است، در زمان‌های معین و مشخص از تایمر نصب شده در تابلو برق فرمان می‌گیرند.

۳-۲ برنامه سرویس و نگهداری

■ ۳-۲-۱ برنامه روزانه و هر نوبت کاری

با رعایت نکات زیر توسط اپراتور در هر نوبت کاری (شیفت)، انتظار می‌رود از بروز مشکلات در تاسیسات تولید بخار پیشگیری نمود:

- نازل سوخت و اطراف آن را با پارچه و گازوئیل تمیز کنید و به هیچ عنوان از وسایل تیز استفاده نکنید.
- مشعل و اجزا آن را روزانه از هرگونه آلودگی پاک کنید.
- وضعیت شعله را در حالت‌های کم و زیاد کنترل کنید، شعله کم و شعله زیاد را بازدید کنید.
- شیشه بازدید شعله در عقب مولد بخار را باید در صورت کثیف بودن تمیز نمود.
- فنجانک روزانه به وسیله پارافین یا گازوییل و پارچه تمیز کنید. تمیز کردن فنجانک یا پودرکننده سوخت توسط لبه تیز یا ابزار نوک تیز اکیداً ممنوع است و در صورت تکرار، فنجانک از تعادل خارج می‌شود و باید آن را تعویض نمود.
- شیشه آب نما تمیز و کنترل شود.
- دستگاه سختی گیر به موقع شستشو و احیاء گردد.
- سختی خروجی از سختی گیر کنترل شود.
- منبع آب نمک سختی گیر، برای احیاء در نوبت بعدی آماده شود. برای تهیه آب نمک از آب سختی‌گیری شده استفاده شود.
- اکسیژن آب خروجی از هوازدا کنترل شود.
- مقدار مواد تزریقی به آب تغذیه مناسب و به مقدار کافی باشد. با کیت غلظت این مواد کنترل شود.
- مواد شیمیایی مخصوص دیگ بخار را با آب کندانس و با آب سختی گرفته شده رقیق کنید.
- نمونه زیر آب دیگ بخار را آزمایش کنید و غلظت مواد را با استاندارد مطابقت دهید و تدابیر لازم را به کار گیرید.
- زیر آب دیگ بخار را در هر نوبت کاری مطابق برنامه تنظیمی باز کنید تا از تغلیظ بیش از حد املاح در دیگ بخار جلوگیری شود. شیر تخلیه مولد بخار را باز کنید و اجازه دهید تخلیه برای مدت چند ثانیه انجام شود (این عمل جهت

کاستن املاح موجود در آب می‌باشد). طریقه استفاده از مواد شیمیایی که به وسیله دستگاه پمپ تزریق انجام می‌شود، توسط سازندگان آن مواد ارائه می‌گردد.

عملیاتی که باید در هر روز انجام گیرد (برنامه روزانه):

- اپراتور در هیچ شرایطی نباید در زمان روشن بودن دیگ بخار موتورخانه را ترک نماید.
- تنظیمات سوئیچ‌های دمای آب رفت و برگشت به دیگ و دمای دودکش را مطابق ترمومترهای هر قسمت کنترل نمایید.
- شیر تخلیه دیگ را باز کنید و اجازه دهید تخلیه برای مدت چند ثانیه انجام شود (این عمل جهت کاستن املاح موجود در آب می‌باشد).
- شیشه بازدید شعله در عقب دیگ را باید در صورت کثیف بودن تمیز نمود.
- شعله کم و شعله زیاد را بازدید کنید.
- اجزاء مشعل را تمیز نگهدارید و روغن‌های نشتی را روزانه تمیز و محل نشت را آب بندی نمایید.
- آب تغذیه را مطابق استاندارد با تست کیت مربوطه کنترل کنید، با نمونه‌گیری از آب تغذیه اطمینان حاصل کنید سختی آب از حداکثر (جزء بر میلیون) ۵۰ppm تجاوز ننماید.
- عملکرد کنترل‌کننده سطح آب دیگ و منبع انبساط را کنترل نمایید. قبل از روشن شدن دستگاه، سطح آب را کنترل نمایید. شیرهای اطمینان و شیر تخلیه و شیرهای آب نما و کنترل سطح باید مطابق دستورالعمل مربوطه و به طور متناوب فعال شوند تا از وضعیت آب دیگ و صحت کار این شیرها اطمینان حاصل شود.
- در صورت آب‌گیری به حالت دستی از سرد بودن کوره دیگ اطمینان حاصل نمایید.
- در صورت هرگونه مشاهده خرابی دستگاه، با شرکت سازنده تماس حاصل شود؛ از تعمیرات روی دستگاه مخصوصاً زمانی که فشار دستگاه بالا می‌باشد، اکیداً پرهیز نمایید.
- پمپ‌های تغذیه آب و کندانس را از نظر شرایط صحیح کارکرد و نشتی پوشش و غلاف بررسی نمایید.
- تله‌ها و شیرهای یک طرفه و شیرهای شناور تغذیه آب و مخازن انبساط و کندانس را تست کنید.
- در زمان کارکرد دیگ، آب داخل آن را از طریق شیر تخلیه کرده تا این کار باعث قطع مدار و خاموش شدن مشعل شود.
- مشعل را از نظر کارکرد اینکه با دود یا صدای غیر عادی روشن می‌شود تست نمایید.
- ستون آب را چک کنید به شکلی که شیر تخلیه را به سرعت باز کرده تا مقداری آب خارج شود. زمانی که شیر تخلیه بسته شد باید سطح آب به سرعت به حالت اول برگردد.
- آزمایش روزانه شیشه آب نمای دیگ به شرح زیر انجام شود:

۱. بستن شیر آب و باز کردن مسیر تخلیه به مدت ۵ ثانیه
۲. بستن شیر تخلیه و باز کردن شیر سمت آب (آب باید با سرعت به سطح کاری نرمال دیگ برسد، در غیر

این صورت امکان گرفتگی شیر سمت آب وجود داشته و تعمیرات آن ضروروی است)

۳. بستن شیر سمت بخار (شیر بالای آب نما) و باز کردن مسیر تخلیه به مدت ۵ ثانیه

۴. بستن شیر تخلیه و باز کردن شیر سمت بخار (اگر آب سریعا به سطح نرمال نرسید امکان گرفتگی شیر سمت بخار وجود دارد.)

۵. علاوه بر تست روزانه بایدشیرآلات آن سالیانه مورد تعمیرات کلی قرار بگیرد.

خلاصه مطالب در قالب چک لیست در جدول ۱-۳، آماده است.

جدول ۱-۳ چک لیست روزانه (صبح و عصر) دیگ بخار

	جمعه		شنبه		یکشنبه		دوشنبه		سه شنبه		چهارشنبه		پنجشنبه	
	ص	ع	ص	ع	ص	ع	ص	ع	ص	ع	ص	ع	ص	ع
سطح آب														
فشار بخار														
فشار پمپ تغذیه														
دمای آب تغذیه														
دمای بخار تقطیر شده														
دمای گاز خروجی														
کنترل سطح آب														
ستون آب														
شیشه آب نما														
پمپ تغذیه														
مخزن بخار تقطیر شده														
عملکرد مشعل														
تأمین سوخت														
سختی آب														
پ. هاش آب														
زیر کش دیگ بخار														
حضور متصدی														
ملاحظات														

■ ۲-۲-۳ برنامه هفتگی

در این قسمت دستورالعمل هفتگی نگهداری مولد بخار برای موارد قابل توجه، ذکر گردیده و جزییات موارد در جدول ۲-۳ به صورت چک لیست عنوان شده است.

۱. عملکرد کلیه علائم هشداردهنده دیگ بخار اعم از چراغ‌های هشداردهنده و زنگ‌های اعلام خطر را کنترل کنید.

۲. کنترل‌کننده سطح آب دیگ بخار بررسی شود. برای این منظور، در حضور کارشناس مشعل را روشن و پمپ را خاموش کنید. وقتی سطح آب در شیشه آب نما به وضعیت کم برسد چراغ مربوط به این وضعیت روشن و زنگ هشدار به صدا در می‌آید. با استفاده از کلید قطع هشدار، چراغ و زنگ را خاموش کنید. باز هم اجازه دهید دیگ کار کند. وقتی سطح نمایشگر شیشه آب نما به وضعیت بسیار کم برسد، دوباره سیستم هشداردهنده فعال می‌شود. در هر یک از این دو حالت اگر سیستم اعلام خطر کار نکرد، دیگ بخار را تا رفع کامل مشکل راه اندازی ننمایید. دیگ نباید مدت زیادی در حالت سطح آب بسیار کم باقی بماند.

۳. مشعل و ملحقات آن، تمیز و وارسی شود:

- الکترودهای جرقه زن تمیز شوند.
- فنجانک مشعل تمیز شود.
- زمانی که مشعل روشن است، چشم الکترونیکی مشعل را از محل خود بردارید. در این صورت باید مشعل خاموش شود. اگر مشعل خاموش نشد برای رفع عیب سریع اقدام نمایید.
- چشم الکترونیکی مشعل تمیز و در محل خود نصب شود.

۴. منبع تهیه آب نمک به طور کامل شسته و گل و لای آن خارج شود.

۵. در صورت نیاز، مخزن رقیق‌سازی مواد دیگ بخار را شستشو دهید.

۶. صافی‌های پمپ تغذیه و سوخت را تمیز نمایید.

جدول ۲-۳ چک لیست هفتگی دیگ بخار

چک لیست هفتگی P.M دیگ بخار....

مجتمع: تاریخ دوره:

آرشیو فنی

لوله دودی	ظرفیت دیگ	کد فنی مشعل	کیلووات موتور
لوله آبی	فشار کاری	کد فنی کنترلر	کیلووات موتور
شماره سریال	فشار هیدرولیک	کد فنی کنترل سطح مغناطیسی	
شرکت سازنده	سال ساخت	کد فنی لول کنترل‌ها	
		کد فنی پمپ طبقاتی استیل	

نام فعالیت	هفته ۱	هفته ۲	هفته ۳	هفته ۴	گزارش تعمیرات- مشاهدات- اقدامات اصلاحی	تاریخ
فشار بخار (درخاموشی)						
زمان فعالیت / استراحت						
شستشوی شیشه‌های آب نما						
عملکرد کنترل‌ها سطح‌ها با باز کردن شیر آن						
زدن سوپاپ اطمینان						
تخلیه زنی دیگ (زیرآب)						
کنترل میزان مواد و pH مواد						
اندازه‌گیری سختی TH						
اندازه‌گیری pH						
اندازه‌گیری TDS						
سولفیت- کلرید آب دیگ بخار						
دمای دی اریتور						
دمای آب ورودی دیگ بخار						
کنترل شیرآلات کلکتور وتراپ و دیگ بخار						
کنترل شیرآلات کلکتور وتراپ سالن					پیشنهادات اصلاحی:	
چک شیر یکطرفه و صدای پمپ						
کنترل سنسور دما اگزوز						
تنظیم بودن شعله و خروجی اگزوز						

اندازه گیری آهن / فسفات						
پاک کرد فتوسل / عدم رسوب الکترودهای جرقه زن						
کنترل پست گاز						
کنترل درب تابلوها و عایق بندی						
تمیزکاری کلی داخل تابلو						
کنترل سالم بودن موتوردمپر						
گرافیت زدن شیر آلات کلکتور						
تمیز کردن صافی آب ورودی						
کنترل آمپر الکترو موتور						
آچارکشی اتصالات -بررسی مسیر						
کابل‌ها و صدمات احتمالی						
ابزار دقیق						
برنامه جامع بازدیدو سرویس داخلی یا سالانه						
آب ورودی-pH						
آب ورودی-TDS						
آب ورودی-TH						

■ ۳-۲-۳. چک لیست ماهانه، سه ماهه، شش ماهه و سالیانه

در این قسمت دستورالعمل‌های نگهداری ماهانه، سه ماهه (فصلی)، شش ماهه و سالیانه مولد بخار به طور جامع ذکر گردیده و جزییات موارد مربوطه در بخش ۱-۳-۲-۳ به صورت چک لیست مندرج در جداول عنوان شده است.

برنامه ماهانه

۱. یاتاقان‌های پروانه را گریسکاری کنید.
۲. موتورهای الکتریکی را طبق دستور العمل کارخانه سازنده روغنکاری کنید.
۳. پمپ تغذیه را از نظر نشتی و ایجاد سر و صدا بررسی کنید.
۴. صافی سوخت را بازدید نموده و در صورت نیاز با گازوئیل شستشو نمایید.
۵. صافی پمپ‌های چرخش آب را باز کرده و در صورت نیاز رسوبات و گرفتگی احتمالی را رفع و صافی‌ها را کاملاً تمیز نمایید.
۶. کلیه اتصالات و شیرآلات را از نظر نشتی کنترل کرده در صورت اشکال آنها را رفع عیب نمود.
۷. تجهیزات تصفیه آب مطابق برنامه تنظیمی سازنده، بازبینی شوند.

برنامه سه ماهه (فصلی)

۱. تمیز کاری اتصالات محرک و اتصالات کششی دریچه‌های هوا و سوخت و همچنین کشیدن دستمال آغشته به گازوئیل بر روی سیم‌ها
۲. باز کردن قسمت‌های جرقه زنی و سمباده کشیدن به سرالکترودها و حذف رسوبات ناشی از احتراق
۳. روغن کاری پرشر سوئیچ‌ها به روش قطره‌ای
۴. گریسکاری بلبرینگ‌های الکترو موتور مشعل و فن دمنده
۵. گریسکاری پمپ‌های تغذیه آب
۶. تکرار بازرسی‌های ماهانه
۷. بررسی و تمیز کردن رله‌ها و آچارکشی اتصالات برق
۸. مشعل را کاملاً تمیز کرده و از نظر نشتی کنترل نمایید.
۹. لوله‌های پاس دو و سه را توسط برس مخصوص (در صورت وجود دوده در داخل لوله‌ها) تمیز نمایید.

روش‌های تمیز کاری محفظه احتراق: با بازکردن درب‌های جلو و عقب مولد بخار می‌توان به تمام لوله‌ها دسترسی پیدا کرد. از جلوی مولد بخار با برس مخصوص، داخل لوله‌ها را از رسوب و دوده پاک کنید. رسوب و دوده معمولاً در پشت لوله‌ها جمع می‌شوند. دوده و رسوب مربوط به پاس دوم لوله‌ها در محفظه برگشت و دوده پاس سوم

لوله‌ها در جعبه دود عقبی جمع خواهند شد. این رسوب‌ها دوده‌ای را به سادگی می‌توان از بین برد. با باز کردن دریچه دسترسی می‌توان به درون این محفظه راه یافت و دوده یا رسوب‌های دوده‌ای را که آنجا جمع شده است را تمیز نمود. همچنین از داخل جعبه دود عقب می‌توان دوده و رسوب‌های دوده را که در آن محل جمع شده‌اند بیرون آورده و کاملا پاک نمود. برای نصب مجدد درب‌های جلو و عقب به آب بندی بودن آنها باید توجه داشت و هر بار که درب‌ها باز می‌شوند، اگر به اتصالات و نوار نسوز دور درب صدمه‌ای رسید باید آنها را تعمیر و یا تعویض نمایید.

۱۰. دریچه‌های آدم رو و دست رو را باز کرده، داخل دیگ را کاملاً از نظر رسوب و زنگ زدگی بازدید نمایید.

روش تمیز کاری داخل محفظه آب.

۱. باز کردن دریچه‌های دست رو (هندهول) و آدم رو (منهول).
۲. سیخ زدن جهت رسوب زدایی بین کوره و پوسته.
۳. شستشو با آب تمیز.
۴. افزودن مواد شیمیایی برای رسوب زدایی.
۵. قبل از بستن دریچه‌های دست رو و آدم رو کلیه اورینگ‌ها باید تعویض شوند.

۱۱. در زمان خاموش بودن دستگاه آچار کشی‌های لازم را انجام دهید.

توجه گردد که موارد ۲ و ۳ را در اولین فصل کاری دیگ بایدانجام دهید؛ در ادامه دوره، نسبت به مدت زمان کارکرد دیگ می‌توان برنامه‌ریزی کرد که در چه فاصله زمانی، لوله‌ها و داخل دیگ احتیاج به بازدید دارند و در چه زمان‌هایی عملیات دوده زدایی، رسوب زدایی و نظافت باید صورت گیرد. اما باید درنظر داشت که حداکثر زمان تمیز کاری لوله‌ها بیش از شش ماه نباشد، چون با تمیز نگه داشتن لوله‌ها راندمان دیگ بیشتر خواهد بود. چنانچه سطوح لوله‌ها برای مدت طولانی تمیز نشود علاوه بر پایین آمدن ظرفیت اسمی دیگ، عمر لوله‌ها نیز کاهش می‌یابد.

برنامه شش ماهه

۱. بازدید از محفظه‌های احتراق پاس ۱و ۲و ۳ و تجزیه و تحلیل احتراق از لحاظ تجمع دوده و خورندگی.
۲. بازدید از قسمت جلوی کوره و بازرسی آجرهای نسوز داخل کوره.
۳. تعویض واشرهای آب بندی دریچه‌های دست رو و آدم رو.
۴. باز کردن ستون‌های کنترل سطح‌های شناوری و شستشوی داخل ستون و تعویض شناور کنترل سطح آب در صورت لزوم.
۵. شستشوی مسیر لوله‌های مسی کنترلرها و گیج نشان‌دهنده فشار بخار.
۶. نشتی گیری مسیر نشتی گاز و آچارکشی اتصالات و بازدید از هیدروموتور و دیافراگم‌های شیرهای اصلی گاز.
۷. تمیز کاری پروانه و مسیرهای عبور هوا.

۸. تعویض شیشه‌های آب نما و آب بندی گلوئی شیرهای آب نما.
۹. بازدید از پشت لوله‌های آتش خوار از لحاظ رسوب گرفتگی.
۱۰. تکرار عملیات و بازرسی‌های سه ماهه .

برنامه سالانه

۱. باز کردن دریچه‌های آدم رو و بازدید از داخل دیگ و بررسی میزان رسوبات و خورندگی از داخل.
۲. تمیزکردن لوله‌ها و برس و میل زدن به منظور حذف کامل رسوبات ناشی از احتراق و شستشو آن‌ها با آب تحت فشار.
۳. تعویض واشرهای نسوز دریچه‌های محفظه‌های احتراق.
۴. شستشوی داخل دیگ و در صورت وجود رسوب بیش از حد، رسوب‌گیری با مواد شوینده (دیس کیلر).
۵. آچارکشی کلیه اتصالات مسیر بخار.
۶. تعمیر و روانکاری سوپاپ‌های اطمینان.
۷. تعویض قطعات و شیرهای خورده شده.
۸. انجام عملیات تست هیدرواستاتیک و ضخامت سنجی (در تاریخ تست هیدرواستاتیک دیگ، از شرکت‌های دارای مجوز برای بازرسی دوره‌ای و ضخامت سنجی دعوت کنید تا مجوز بهره برداری جدید را صادر نمایند).
۹. تکرار عملیات سه ماهه و شش ماهه.

۱-۳-۲-۳ خلاصه نگهداری دیگ بخار و چک لیست‌های مربوطه

در این قسمت هر آنچه که باید در نگهداری دیگ بخار در تمامی دوره‌های نگهداری دستگاه، رعایت گردد و نیاز به توضیح جامع‌تر و تأکید بیشتر می‌باشد، بیان شده است. همچنین چک لیست‌های مرتبط نیز ضمیمه گردیده است (جدول ۳-۳، ۳-۴، ۳-۵، ۳-۶، ۳-۷).

مواردی که باید رعایت گردد عبارتند از:

۱. در نظافت سالن دیگ بخار اصول بهداشت محیط چه از نظر گازهـای زیـان‌آور و چه از نظر نظافت ظاهری (گرد وغبار و روغن و...) رعایت شود.
۲. اصول ایمنی دیگ‌های بخـار بـه طـور دقیـق رعایـت شـود و آموزش‌های لازم بـه اپراتورها داده شود که از خطرات دیگ بخار اطلاعات کامل داشته باشند.
۳. از نظر آب مصرفی برای دیگ که شامل آب ورودی، آب دی اریتور و آب کنـدانس می‌باشد، باید آزمایشات روزانه (در هر شیفت) بطور دقیق انجـام گردد. انجام این مورد اولاً منجر به بالا رفتن رانـدمان کـاری می‌گردد و ثانیاً از پوسیدگی لوله‌ها جلوگیری می‌نماید.
۴. از آنجایی که دیگ‌های بخار با خطرات زیادی روبرو هستند بـه مـوارد زیـر باید توجـه کامل و ویژه‌ای نمود:

- هر هفته سوپاپ اطمینان با دست حرکت داده شود تا رسوبات بوجود آمـده باعث خرابی سیستم سوپاپ و بوجود

آمدن مشکل فنی نگردد.

- هر روز شیر مربوط به کنترل سطح و آب نماها باز شود و آزمایش لازم برای صحت عملکرد به طریق زیر انجام شود: کنترل سطح در مرحله اول باعث روشن شدن الکتروپمپ تغذیه خواهد شد. در مرحله بعدی باعث از کار افتادن مشعل می شود در غیر این صورت کنترل سطح سالم نمی باشد.

۵. کارهای روزمره که باید انجام شوند عبارتند از:

- نگهداری روزانه و توجه به روشن و خاموش شدن دیگ بخار که باید از هرنظر بدون ضربه روشن شود و در زمان روشن بودن مشعل دیگ بخار شعله روشن (بدون دود) داشته باشد.
- هر هفته حداقل یك مرتبه فتوسل آزمایش گردد به طریقی که فتوسل از مدار خارج و در تاریکی قرار گیرد که در صورت سالم بودن فتوسل این عمل باعث خاموش شدن مشعل خواهد شد. خطری که از معیوب بودن فتوسل دیگ بخار را تهدید می نماید بدین شرح است که فتوسل نمی تواند سوخت مورد نیاز را کنترل نماید و در نتیجه داخل دیگ بخار (کوره) پر از سوخت می گردد (گازوئیل-گاز) و به یک باره در اثر جرقه سوخت داخل کوره مشتعل شده و باعث انفجار دیگ بخار خواهد شد.
- هر ماه حداقل یك مرتبه سوییچ‌های فشار بغل تابلو باید آزمایش شوند در حدی که به نقطه باز شدن سوپاپ اطمینان برسند. در این حالت سوپاپ اطمینان عمل کرده و مشعل دیگ بخار نیز باید در این حالت خاموش شود. چنانچه سوییچ فشار دقت لازم را داشته باشد مجدداً به حالت اولیه بر می‌گردد.
- اپراتورها در کل زمان بهره برداری، باید شیرهای موجودرا کنترل نموده و باز و بسته نمایند و روغنکاری، گریسکاری و روان بودن شیر آلات را در نظر داشته باشند. در مواردی مشاهده می‌شود که شیرهای بخار به خصوص شیر اصلی بخار و شیر مدار آب تغذیه، به صورت قفل در آمده و از کنترل خارج شده است.
- در مسیر الکتروپمپ یك عدد شیر یك طرفه و یك عدد شیر فلکه قرار دارد که هر دو باید از عملکرد خوبی برخوردار باشند. عدم عملکرد مناسب منجر به برگشت بخار به طرف الکترو پمپ، خرابی آب بند پمپ و اختلال در مسیر آبرسانی می شود.
- شیر تخلیه دیگ بخار در هر شیفت (وابسته به مواد شیمیایی که تزریق می‌شود) باز شود و در هر مرتبه چند ثانیه (وابسته به ظرفیت دیگ بخار) عمل تخلیه انجام شود تا مواد معلق به طرف مسیر تخلیه هدایت شوند. چنانچه این عمل انجام نشود دیگ بخار پس از مدتی پر از رسوبات خواهد شد.
- رنگ آمیزی کل مدار باز (لوله ها و شیرآلات و غیره) هر سال باید انجام شود که از پوسیدگی فلزات جلوگیری شود.
- در هر شش ماه در مورد رسیدگی به دیگ بخار باید سرویس‌های روزانه و هفتگی و ماهانه و شش ماهه انجام گردد. علاوه بر آن، برس زدن داخل لوله های آتشخوار و شستشوی آن ضروری است و این عمل موجب کاهش مصرف انرژی خواهد شد. به طور مثال در حالت عادی ۶۵ لیتر گازوئیل، یك تن بخار تولید می‌نماید. در صورت مصرف بالاتر سوخت در سیستم، افت راندمان ایجاد شده و نشان‌دهنده آنست که یا درون دیگ رسوب وجود دارد و یا لوله های آتشخوار پر از دوده شده است.

- سرویس مشعل، تعویض بلبرینگ‌های الکتروموتور مشعل و الکتروموتور پمپ (در صورت بررسی بلبرینگ‌ها و وجود صدا) جزء سرویس‌های شش ماهه می‌باشند. چنانچه بلبرینگ‌ها به موقع تعویض نشوند، باعث خرابی الکتروموتورها خواهند شد.
- سرویس سالیانه باید به طور دقیق انجام شود که شامل اسید شویی در صورت وجود رسوب در دیگ بخار و بررسی پوشش روی دیگ بخار است که باید به آن توجه داشت.
- به دلیل آنکه، سالانه باید آزمایش تست هیدرواستاتیك انجام شود در نتیجه نشتی لوله ها و نشتی‌محل جوشکاری ها مشخص و تعمیر خواهد شد.
- مهمتر از همه موارد یازده گانه بالا، توجه اپراتور در زمان بهره برداری از دیگ بخار و تهیه گزارش‌های لازم است که باید به آن توجه ویژه شود. بدین منظور باید جداولی تهیه شوند و در آن‌ها، خلوص آب تصفیه شده، فشار بخار، فشار سوخت، مقدار موجودی سوخت و ستونی هم برای توضیحات لحاظ شود که بر اساس اطلاعات این جداول مدیر مسئول بتواند حالت‌های غیر استاندارد و اضطراری را به موقع کنترل نموده و از خطرات احتمالی جلوگیری نماید.

جدول ۳-۳ چک لیست سه ماهه

برنامه سه ماهه دیگ‌های بخار		شماره: تاریخ:
ردیف	شرح کار	تأیید	شرح
۱	تمیز کردن قسمت‌های متحرک و اتصالات کششی دریچه‌های هوا و سوخت و کشیدن دستمال آغشته به گازوئیل روی سیم ها		
۲	باز کردن قسمت‌های جرقه زنی و سمباده کشیدن به الکترودها و حذف رسوبات ناشی از احتراق		
۳	روغن کاری پرسوئیچها به روش قطره ای		
۴	گریس کاری بیرینگ‌های الکتروموتور مشعل و فن دمنده		
۵	گریس کاری پمپ‌های تغذیه آب		
۶	بررسی و بازدید کنترل برنامه و آمپلی فایر و تمیز کردن رله‌ها و روانکاری و آچار کشی اتصالات برق		
نام متصدی:	تایید سرپرست		

جدول ۴-۳ چک لیست شش ماهه

برنامه شش ماهه دیگ‌های بخار			شماره: تاریخ:
ردیف	شرح کار	تأیید	شرح
۱	بازدید از محفظه احتراق پاس ۱و۲و۳ و تجزیه و تحلیل احتراق از لحاظ تجمع دوده و خورندگی		
۲	بازدید از قسمت جلوی کوره و بازرسی آجرهای نسوز و داخل کوره		
۳	تعویض واشرهای آب بندی دریچه‌های دست رو و آدم رو		
۴	باز کردن ستون‌های فلوتر و شستشوی داخل ستون و تعویض شناورهای فلوتر و تعویض کنترل سطح آب‌ها در صورت لزوم		
۵	شستشوی مسیر لوله‌های مسی کنترل و درجه نشان‌دهنده فشار بخار		
۶	نشتی‌گیری مسیر خط گاز و آچارکشی اتصالات و بازدید از هیدرو موتور و دیافراگم‌های شیرهای اصلی گاز		
۷	تمیز کاری پروانه و مسیرهای عبور هوا		
۸	تعویض شیشه‌های آب نما و آب بندی گلوئی شیرهای آبنما		
۹	بازدید از پشت لوله‌های آتش خوار از لحاظ رسوب گرفتگی		
۱۰	گریسکاری بلبرینگ‌های موتور مشعل و پمپ آب		
نام متصدی:		تایید سرپرست	

جدول ۵-۳ چک لیست سالیانه

برنامه سالیانه دیگ‌های بخار			شماره: تاریخ:
ردیف	شرح کار	تأیید	شرح
۱	باز کردن دریچه‌های آدم رو و بازدید از داخل دیگ و بررسی میزان رسوبات و خوردگی از داخل		
۲	تمیز کردن لوله‌ها و زدن برس و میل به منظور حذف کامل رسوبات ناشی از احتراق و شستشو آنها با آب تحت فشار		
۳	تعویض واشرهای نسوز دریچه‌های محفظه‌های احتراق		
۴	شستشوی داخل دیگ و در صورت وجود رسوب بیش از حد رسوب زدایی با دیس کیلر		
۵	آچارکشی کلیه اتصالات مسیر بخار		
۶	تعمیر و روانکاری سوپاپ‌های اطمینان		
۷	تعویض قطعات و شیرهای خورده شده		
۸	تست ضخامت سنجی		
۹	تست هیدرواستاتیک		
۱۰	تعویض بلبرینگ‌های موتورها		
نام متصدی:		تایید سرپرست	

جدول ۶-۳ چک لیست بازرسی مشعل

تاریخ

فرم اطلاعات روزانه مشعل

توضیحات	سطح صدا		مناسب بودن سوخت	تمیزکاری فیلتر سوخت	فشار سوخت (بار)		سوخت		عملکرد
	موتورپمپ	فن موتور			برگشت	نازل	مازوت	گازوییل	زمان
									۶:۰۰
									۷:۰۰
									۸:۰۰
									۹:۰۰
									۱۰:۰۰
									۱۱:۰۰
									۱۲:۰۰
									۱۳:۰۰
									۱۴:۰۰
									۱۵:۰۰
									۱۶:۰۰
									۱۷:۰۰
									۱۸:۰۰
									۱۹:۰۰
									۲۰:۰۰
									۲۱:۰۰
									۲۲:۰۰
									۲۳:۰۰
									۰۰:۰۰

امضا اپراتور

امضا سرپرست موتورخانه

جدول ۷-۳ چک لیست دی اریتور و سیستم کندانس

چک لیست بازرسی و نگهداری دی‌آریتور و سیستم کندانس																															
	روزهای ماه.....																														
فعالیت	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲٤	۲٥	۲٦	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱
روزانه																															
دمای آب دی‌آریتور																															
سطح آب دی‌آریتور																															
phآب دی‌آریتور																															
phکندانس																															
بازشدن شی‌برقی مخزن هنگام کاهش دما																															
هماهنگ بودن پمپ موادزن با پمپ بویلر																															
عمل کردن شیربرقی کندانس با شیر نمونه گیری																															
کنترل حجم بخار در چاله کندانس																															
روشن کردن پمپ در کم آبی دی‌آریتور																															
هفتگی																															
نظافت شیشه‌ای آب‌ها																															
بررسی نشتی بخار و آب																															
ماهانه	تاریخ:																														
چک مسیرلوله‌کشی ورودی و خروجی																															
سلامت کنترل سطح‌ها																															
۳ماهه																															
سرویس پمپ‌ها																															
نظافت صافی‌ها																															
کنترل شیشه یک‌طرفه																															
سلامت لرزه‌گیرها																															
نشتی احتمالی مخزن																															
سالانه																															
نظافت داخل مخزن																															
رفع زنگ زدگی‌ها																															
نظافت ستون اکسیژن‌زدا																															
کنترل عملکرد سوپاپ اطمینان																															
تعمیرات/مشاهدات/اقدامات																															

■ ۴-۲-۳ نگهداری غیرفعال درکوتاه مدت و بلند مدت

برای خاموش نمودن دیگ برای مدتی معین و حداکثر تا یك شیفت کاری، می توان به یکی از دو طریقه زیرعمل نمود:

۱. شیر خروجی بخار دیگ را بسته و مشعل و پمپ تغذیه را روی حالت خودکار بگذارید. با این روش در طول این مدت فشار داخل دیگ حفظ شده و آماده شیفت بعدی می‌باشد. با توجه به این که در این حالت، کارکرد دیگ بخار بدون حضور مسئول و ناظر انجام می گیرد لازم است این امر را با شرکت بیمه در میان بگذارید تا آن ها روش شما را تأیید نمایند. در این حالت لازم است قبلًا از عملکرد درست سیستم ها، اطمینان کامل حاصل شده باشد.

۲. شیر خروجی فشار را بسته، پمپ تغذیه را در حالت دستی قرار دهید و سطح آب را تا بالاترین نقطه شیشه آب نما بالا ببرید. این عمل به منظور جبران انقباض حاصل از پایین آمدن دما و فشار صورت می گیرد. پمپ را خاموش کرده و بگذارید مشعل در بالاترین فشار تنظیم شده خاموش شود. کلید پمپ تغذیه و کلید مشعل را روی حالت خاموش بگذارید، وقتی مشعل متوقف شد، فنجانک را باز کرده و در حالیکه فنجانك سوخت گرم است، آن را تمیز نمایید. اگر این کار در حالت گرم انجام نپذیرد، تشعشع و حرارت حاصله باعث خشك شدن و جمع شدن رسوب کربن روی فنجانك سوخت خواهد شد. شیر آب را ببندید چنانچه در طول این مدت فشار دیگ پایین بیاید، این کار از ورود آب به داخل دیگ جلوگیری می‌نماید. در شروع به کار بعدی و قبل از روشن شدن دیگ حتماً شیر تغذیه آب را باز نمایید. شیشه های آب نما و سطح آب را کنترل کنید و چشم الکتریکی و شیشه دریچه دید شعله در عقب دیگ را تمیز نمایید

برای خاموش کردن دیگ برای مدت طولانی یکی از دو روش زیر را می‌توان به کار گرفت:

۱. روش خشک کردن دیگ:

در این روش پس از خاموش کردن دیگ، لوله‌ها، صفحات لوله‌گیر (تیوپ پلیت ها)، کوره و تمام سطوحی که با حرارت و گاز تماس دارند باید از دوده‌های احتراق تمیز شوند. بعد از تخلیه آب و نیم‌گرم شدن دیگ، آب دیگ را تخلیه کرده و دریچه‌های آدم رو (منهول) و دست رو (هندهول) را باز نموده و گل و لای، رسوبات و جرم‌ها را خارج کرده و داخل دیگ را کاملاً تمیز نموده. بایستی سعی شود که داخل دیگ کاملاً خشک شده و رطوبت آن تا جایی که ممکن است گرفته شود. شناور کنترل‌کننده سطح آب را بیرون آورده و محفظه‌های آنها را از رسوبات و پوسته‌های زنگ تمیز و خشک نموده و دوباره مونتاژ نمایید. شیرهای خروج هوا و تخلیه دیگ را باز کنید. سپس با استفاده از مواد شیمیایی رطوبت گیر مناسب، در طول خاموش بودن دیگ از زنگ زدن و اکسید شدن بخش‌های داخلی جلوگیری نموده. در طول مدت خاموشی دیگ باید در طول هفته، دو یا سه بار موتورها را بچرخانید تا محور موتورها به مدت طولانی در یک وضعیت ثابت قرار نگیرد.

۲. روشی که دیگ آبگیری شده باشد:

وقتی دیگ آبگیری شده باشد دیگ را خاموش کرده و سعی شود که حباب‌های داخلی وجود نداشته باشد. آب دیگ هر هفته یک بار آزمایش شود و مواد شیمیایی ذخیره برای تصفیه آب در تمام مدت جهت جلوگیری از اکسیداسیون تزریق شود. همچنین ضروری است هر روز یک بار شیرهای آب را باز کرده و دیگ برای مدت ۱۰ الی ۱۵ دقیقه با شعله زیاد کارکند.

۳-۳ شناخت و تهیه آب صنعتی

سیال اصلی استفاده شده در دیگ‌های بخار آب است. باید این سیال طی مراحلی آماده و وارد دیگ شود. قسمت‌های اصلی آب رسانی عبارتند از:

۱. منبع آب صنعتی مانند چاه عمیق

۲. فیلترشنی

این فیلتر که از طبقات شنی، سیلیسی و سنگی تشکیل شده است، ذرات جامد معلق در آب را جمع‌آوری می‌کند. شیرهای این واحد و فیلتر ذخیره، به گونه‌ای طراحی شده‌اند که بعد از ساعاتی کار و کثیف شدن بتوان جریان آب را به صورت معکوس از آن عبور داده تا تمیز شوند.

۳. سختی گیر

سختی گیری برای جدا کردن دو عنصر کلسیم و منیزیم به کار می‌رود. اگر این دو عنصر از آب جدا نشوند، همان اتفاقی در دیگ بخار می‌افتد که در کتری رخ می‌دهد. در واقع رسوبات، سطح بین لوله‌های دودی با آب را کاهش می‌دهند و انرژی بیشتری برای تولید میزان معینی فشار مصرف می‌شود. همچنین پاکسازی این لوله‌ها علاوه بر هزینه بر بودن، خط تولید را نیز متوقف می‌کند. این بخش از دو مخزن تشکیل می‌شود، مخزن اول شامل بافت رزین سه بعدی بوده که با منیزیم ترکیب می‌شود و در نتیجه سختی آب از بین می‌رود اما نمی‌توان آن را به فاضلاب هدایت کرد چون رزین از دست خواهد رفت و بنابراین از مخزن دوم به عنوان مخزن احیاء استفاده می‌شود. در این مخزن آب نمک وجود دارد و نمک مجدداً با سولفات منیزیم ترکیب شده که با انجام مکرر و چرخه‌ای این واکنش‌ها، رزین مجدداً احیاء شده و کلرید منیزیم از چرخه خارج می‌شود.

اکنون سختی آب گرفته شده ولی برای وارد شدن به داخل دیگ هنوز مشکلاتی وجود دارد:

۱. اکسیژن محلول در آب که باعث اکسید شدن خط لوله می‌شود.

۲. دمای پایین آب که باعث وارد شدن شوک به دیگ بخار در دمای بالا می‌شود.

برای حل مشکلات بالا از دی اریتور (هوازدا) استفاده می‌کنند، که مخزنی است حاوی آب بدون سختی که از مرحله قبل تولید شده و قسمتی از بخار تولیدی دیگ با فشار وارد آن می‌شود تا علاوه بر بالا رفتن دمای آب، اکسیژن موجود به صورت حباب از آن خارج شود. آب موجود می‌تواند مورد استفاده دیگ بخار قرار گیرد. این آب توسط پمپ با دبی بالا دیگ را تغذیه می‌کند. این تغذیه می‌تواند اتوماتیک باشد و هرگاه

سنسورهای دیگ، سطح آب داخل دیگ را کافی تشخیص ندادند به پمپ فرمان تغذیه دهند و یا به صورت دستی و توسط اپراتور پمپ روشن شود.

سختی آب مولد بخارباید صفر باشد بنابراین باید تمام سختی باقیمانده ناشی از نشت در آب تغذیه مولد بخاررا به نحوی از آب حذف نمود. چون در داخل مولد بخارحذف سختی امکان‌پذیر نمی‌باشد از این رو با افزودن مواد شیمیایی مناسب به آب مولد بخار، سختی‌های باقیمانده را باید به صورت رسوباتی که خارج کردن آنها از مولد بخارآسان باشد تبدیل کرد. این نوع رسوبات که به دیواره نمی‌چسبد را لجن می‌گویند. فسفات‌تری کلسیم وکربنات کلسیم از این نوع رسوبات می‌باشند. در حالیکه سولفات کلسیم رسوبی بسیار چسبنده به دیواره می‌باشد، برای مولد بخارهایی که در فشار کمتر از psi ۲۰۰ کار می‌کنند ماده شیمیایی مناسب برای تبدیل سختی لجن، کربنات سدیم (سودا) است. اما گزینه‌ای بهتر از کربنات سدیم برای هر فشار، فسفات‌ها می‌باشند که عیب تجزیه شدن سودا در فشارهای بالا را ندارد ودر نتیجه کنترل کیفیت آب آسانتر خواهد بود. فسفات‌ها به صورت ترکیباتی مختلف در بازار وجود دارند که هر ترکیب خاص می‌تواند باعث افزایش یا کاهش قلیاییت گردد.

پدیده‌های کف کردن، غلغل کردن و حمل قطرات مایع توسط بخار نیز جزء موارد مهم قابل کنترل در دیگ‌ها می‌باشند. این سه پدیده با یگدیگر مرتبط بوده و هر کدام از آنها باعث ایجاد شرایطی می‌شوند که آب مولد بخارو مواد جامد محلول در آن، همراه بخار، مولد بخاررا ترک کنند که شرایط رخداد هر یک از آنها، در ادامه توضیح داده شده‌اند.

کف کردن عبارتست از تولید کف روی آب، که وجود کف می‌تواند فقط روی آب باشد و یا تمام حجم مولد بخاررا پر کند. در هردو صورت، کف کردن باعث می‌شود که بخار توسط مقدار قابل ملاحظه‌ای از آب مولد بخارآلوده شود.

غلغل کردن عبارتست از پاشیده شدن تکه‌های آب به فضای داخل مولد بخارکه باعث آلوده شدن بخار می‌شود. در پدیده غلغل کردن، سطح آب مولد بخار دستخوش تغییرات نسبتاً شدیدی می‌شود که البته پیوسته نیست. زمانی که در مولد بخار، غلغل کردن یا کف کردن وجود داشته باشد اغلب غیر ممکن است که بتوان سطح واقعی آب داخل مولد بخاررا تعیین نمود.

حمل قطرات مایع توسط بخار در صورتی اتفاق می‌افتد که مقداری از مواد جامد محلول در آب به صورت رطوبت به همراه بخار سطح آب را ترک نماید. اغلب مقدار آن کم بوده ولی بطور پیوسته قطرات مایع توسط بخار منتقل می‌گردد. انتقال قطرات مایع توسط بخار یک مشکل است که به خاطر مسایل مکانیکی و شیمیائی اتفاق می‌افتد. طراحی نا مناسب مولد بخار، بالا بودن سطح آب در داخل مولد بخار و تغییرات ناگهانی در بار مولد بخار از جمله مهمترین علل مکانیکی ایجاد پدیده حمل قطرات مایع توسط بخار است. علل شیمیایی مهم موثر در ایجاد این پدیده عبارتند از:

- زیاد بودن املاح نامحلول و ناخالصی‌ها

- بالا بودن قلیاییت
- وجود مواد روغنی در آب

برای کنترل این پدیده‌ها، باید علل مکانیکی و شیمیایی آنها از بین برده شوند. مثلاً از قلیاییت زیاد در آب مولد بخار جلوگیری نموده و یا نا خالصی‌ها و املاح نامحلول را کاهش دهیم. اضافه کردن موادی موسوم به ضد کف به آب مولد بخار نیز مفید است. به کمک مواد ضد کف، بدون ترس از رخ دادن پدیده حمل قطرات مایع توسط بخار، می‌توان تا سختی ppm۳۰۰۰ هم کار کرد. فایده دیگر مواد ضد کف کاهش تخلیه (زیر آب زدن) روزانه آب دیگ است.

از روش‌های مکانیکی جلوگیری از حمل قطرات مایع توسط بخار، این است که با توجه به اختلاف دانسیته آب و بخار می‌توان این دو را از هم جدا نمود. برای این کار تله آبگیرهایی (بافل هایی) در مسیر بخار نصب می‌کنند که جهت جریان را تغییر داده و باعث جدا شدن بخار و قطرات مایع می‌گردند. در عمل برای کاهش املاح نامحلول ناگزیر به تخلیه کردن آب تغذیه مولد بخار هستیم.

■ ۱-۳-۳ آزمون‌های پیشنهادی

نمونه برداری و آزمایش دوره‌ای آب در هر مرحله به منظور راهبری دقیق دیگ بخار و سیستم‌های حرارتی وابسته به آن ضروری است. تعداد دفعات نمونه برداری و وضعیت انجام آزمایش‌ها بستگی به اندازه، نوع و میزان فشار دیگ بخار دارد. در هر صورت برای کنترل کیفی آب، بهتر است نمونه‌های زیر تهیه و آزمایش شوند:

۱. آب خام
۲. آب تصفیه شده (بعد از دستگاه سختی گیر)
۳. آب کندانس (قبل از پیوسته شدن به آب تصفیه شده)
۴. آب تغذیه (آب ورودی دیگ بخار)
۵. آب دیگ بخار (زیر آب دیگ)

صحت آزمایش‌ها بستگی مستقیم به نمونه برداری صحیح دارد. نمونه گرفته شده باید از هر حیث معرف تمام خصوصیات آب مورد نظر باشد.

آب تغذیه، دیگ و آب کندانس (که دمای بالایی دارند) باید قبل از نمونه برداری از نمونه گیرهای مجهز به خنک کننده عبور نمایند. نمونه برداری هنگامی صورت می‌پذیرد که تمامی آب باقی مانده در لوله نمونه برداری، تخلیه شده باشد.

بهتر است، آزمون‌ها برای هر یک از نمونه آب‌ها انجام و نتایج در برگه‌های مناسب ثبت و ضبط گردد. در پایان هر هفته نتایج جمع بندی و به همراه نظریه متخصص بایگانی شود. به منظور کنترل بهتر دیگ بخار و تاسیسات وابسته به آن لازم است، هر ۴۰-۳۰ روز یک بار نمونه آب‌های فوق به آزمایشگاه مجهز آب ارسال گردد تا از صحت آزمایش‌های انجام شده اطمینان حاصل شود.

جدول ۸-۳ آزمون‌هایی پیشنهادی برای نمونه آب‌های تاسیسات دیگ بخار

نوع آب	آزمون پیشنهادی
آب خام	سختی کل و کلرور
آب سختی گیر	سختی کل و کلرور
آب کندانس	پ. هاش
آب تغذیه	پ. هاش، سختی کل و کلرور، قلیاییت و اکسیژن محلول
آب دیگ بخار	هدایت الکتریکی، پ. هاش، سختی کل و کلرور، قلیاییت، سولفیت و هیدرازین

کیت‌های تاسیسات روشی سریع و ساده برای آزمایش آب در محل نمونه برداری می‌باشد. این کیت‌ها ابزار مناسبی برای تشخیص و سنجش کمیت‌هایی همچون سختی، اکسیژن، میزان قلیایی، کلرور، فسفات، هیدرازین و سولفیت آب‌ها می‌باشند.

در جدول‌های (۹-۳) و (۱۰-۳) به ترتیب مقادیر پیشنهادی برای املاح آب تغذیه و آب داخلی دیگ‌های بخار ارائه شده است. این جداول معیار مناسبی برای کنترل دیگ‌های بخار می‌باشند. مسئولین تاسیسات تولید بخار می‌توانند نتایج آزمون دیگ را با مقادیر مندرج در این جداول مقایسه نمایند و درصورت بروز هرگونه انحرافی، تدبیر لازم را اتخاذ نمایند. این جدول زمانی پیشنهاد می‌شوند که کلیه عوامل آب در شرایط متعارف باشد (تحت شرایط بخصوص باید با متخصصین مشاوره شود).

جدول ۹-۳ مشخصات آب تغذیه دیگ‌های بخار تا فشار ۴۰ بار

پ هاش	pH	۹. ۵-۸. ۵
کل املاح محلول	ppm	۵۰۰-۷۰۰
مواد معلق	ppm	۵-۱۰
قلیائیت کل	۵CO۳/ppm Ca۹	۱۰۰-۱۴۰
سختی کل	ppm CaCO۳	۰
سیلیسن	ppm SiO۲	۱۰-۳۰
اکسیژن	ppm O۲	۰-۲۰

جدول ۱۰-۳ مشخصات آب دیگ‌های بخار از فشار ۱ تا ۶۰ بار

آزمون	واحد	فشار عملیاتی دیگ بخار بر حسب بار		
		۱-۱۵	۱۵-۳۰	۳۰-۶۰-
پ. هاش	pH	۱۱-۶ .۱۱	۱۰. ۹-۱۱. ۵	۱۰. ۸-۱۱. ۴
کل املاح محلول	ppm	۴۰۰۰-۳۵۰۰	۳۵۰۰-۳۰۰۰	۲۵۰۰-۱۵۰۰
مواد معلق	ppm	۳۵۰	۲۵۰	۱۵۰
قلیائیات کل	ppm CaCO۳	۸۰۰-۲۰۰	۷۰۰-۱۶۰	۱۵۰-۱۲۰
قلیائیات هیدروکسید	ppm CaCO۳	۱۵۰	۱۳۰	۱۰۰
سختی کل	ppm CaCO۳	۰	۰	۰
سولفات	ppm SO۱	۸۰۰	۶۰۰	۲۰۰
فسفات	ppm PO۱	۵۰-۴۰	۳۵-۲۰	۲۰-۱۰
سیلیس	ppm SiO۱	۲۰۰	۷۰-۵۰	۶۰-۳۰
سولفیت	ppm SO۱	۵۰-۳۰	۴۰-۲۰	_
هیدرازین	ppm N۲H۱	۰.۵-۰.۱	۰.۵-۰.۱	۰.۵-۰.۱

جدول ۱۱-۳ برگه پیشنهادی برای درج نتایج آزمایش نمونه آب تاسیسات تولید بخار

نوع آب	PH	هدایت الکتریکی	سختی کل	قلیائیت کل	کلرور	فسفات	هیدرازین	سولفیت	آهن کل
خام									
سختی گیر									
کندانس									
تغذیه									
دیگ۱									
دیگ۲									
دیگ۳									

■ ۲-۳-۳ معرفی تجهیزات آب موردنیاز

آب صنعتی را به چند طریق می توان تهیه نمود:

۱. بوسیله فیلتر شدن (شن گیر)
۲. بوسیله سختی گیر رزینی (آنیونی و کاتیونی)
۳. بوسیله بستر شنی (سنتی)
۴. سیستم اسمز معکوس

آب سخت یکی از عمده‌ترین مشکلات در مصارف خانگی و صنعتی، خصوصاً در تغذیه دیگ‌های بخار می‌باشد. اصلی‌ترین عامل تشکیل رسوب، یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب هستند که عمدتا به صورت بی کربنات‌ها و به شکل رسوب‌های سفید رنگ نمایان می گردند.

از دیگر یون‌های مزاحم سخت می‌توان به یون‌های آهن و منگنز که در مقیاس کمتری وجود دارند اشاره نمود. استفاده از سختی گیرهای رزینی (تبادل یونی) یکی از مناسب‌ترین و مطمئن‌ترین روش‌های حذف یون‌های مزاحم می‌باشد که با جایگزین کردن یون‌های مزاحم آب و حذف کامل آنها مشکلات فوق را مرتفع می‌نماید.

چنانچه آب مصرفی، از چاه، قنات، رودخانه و غیره تامین شود و بیش از حد معمول آلوده و سنگین باشد به گونه‌ای که املاح ناخالص آن از ppm ۴۰۰ بالاتر باشد و نتوان با سختی گیر آنرا به صفر و یا حداقل سختی رساند باید از طریق دیگری آب تصفیه تهیه نمود. چنانکه در بالا بیان شد، اگر سنگینی آب بیش از ppm ۴۰۰ باشد از سیستم کاتیونی نمی توان استفاده کرد بلکه از سیستم سختی گیر آنیونی استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که سیستم کاتیونی، بیشتر املاح کلسیم را از آب جدا می سازد ولی سیستم آنیونی املاحی مانند کلسیم، پتاسیم، فسفر و غیره را نیز از آب جدا می نماید. در بعضی موارد پیش می آید که نمك آب بیش از حد می باشد در این حالت، اگر سیستم آنیونی و کاتیونی نتوانست املاح معمول را از آب جدا نماید از یك سیستم دیگر به نام اسمز معکوس استفاده می‌گردد.

دستگاههای تصفیه آب (سختی گیر ها) مورد استفاده اکثراً از نوع رزین کاتیونی در سیکل سدیم می‌باشد که با آب نمک احیاء می‌شوند.

در خصوص فیلترهای شنی و کربن اکتیو این نکات قابل توجه است که فیلترهای شنی جهت حذف ذرات معلق تا قطر ۵۰ میکرومتر و کاهش کدورت آب، به کار گرفت می‌شوند. فیلترهای کربن فعال معمولا برای حذف مواد آلی و یا استخراج کلر آزاد از آب مورد استفاده قرارمی گیرند تا آن را برای تغذیه سیستم مناسب سازند. این نوع از فیلترها علاوه بر این که باعث از بین رفتن طعم، رنگ و بوی آب می‌شوند از واحدها و ابزارهایی که با آب تغذیه سروکار دارند در مقابل آسیب‌های احتمالی ناشی از اکسیداسیون و رسوب مواد آلی محافظت می‌نمایند. فیلترهای کربن اکتیو به خاطر ماهیت چند کاره بودنشان و همچنین عدم اضافه کردن مواد مضر به آب تغذیه، یک تکنیک بسیار مطلوب برای تصفیه آب می‌باشند. باید توجه داشت که انواع

مختلف فیلترهای کربن اکتیو ممکن است خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوتی داشته باشد. به همین دلیل، انتخاب فیلتر درست و مناسب برای کاربری مورد نظر از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. با توجه به میزان مواد موجود در آب تغذیه، این فیلترها پس از گذشت مدت زمانی اشباع شده و نیاز به شستشوی معکوس دارند. جهت شستشوی معکوس می‌توان از سه مکانیزم دستی، نیمه اتوماتیک وتمام اتوماتیک استفاده نمود.

در فیلترهای کربن اکتیو زمان احیاء یک تا شش ماه می‌باشد. این فیلترها پس از شستشوی معکوس باید به مدت ۲۵ دقیقه با بخار فشار پایین شسته شوند. در صورتی که برای مدتی از این نوع فیلترها استفاده نشده باشد، باید آنها را با آب کلردار مورد شستشو قرار داد.

این دو نوع فیلتر در فشارهای کاری ۶ تا ۱۰ بار طراحی و ساخته می‌شوند که بدنه اصلی آن پس از تمیز کاری، سندبلاست و زنگ زدایی با سه لایه زینک قوی و اپوکسی پوشانده می‌شود. سطح خارجی فیلتر نیز با یک لایه ضد زنگ و دو لایه رنگ روغنی مناسب پوشیده می‌شود. هر دستگاه مجهز به دریچه‌های بازدید پایین و بالا، فشارسنج و شیر تخلیه هوا می‌باشد. بسته به شرایط آب خام و کیفیت مورد نیاز، بستر صافی از چند لایه سنگ سیلیس دانه بندی شده آنتراسیت پر می گردد.

چندین نکته مهم و اثرگذار در بهبود تصفیه آب و شرایط آب داخل دیگ، مرتبط با هر کدام از روش‌های ذکر شده در بالا به شرح زیر آمده است:

۱. پس از بی‌اثر شدن رزین، زمانی که سختی آب خروجی دستگاه تصفیه بالا می‌رود، در انجام و زمان عمل شستشوی معکوس باید دقت لازم لحاظ گردد تا همه املاح و مواد معلق که روی رزین‌ها نشسته‌اند از محیط دستگاه تصفیه آب خارج شوند.

۲. برای احیاء رزین از آب نمک غلیظ و کاملاً زلال استفاده شود. بهتر است آب نمک ابتدا در یک مخزن تهیه و پس از ته نشینی آب نمک زلال به مخزن آب نمک دستگاه تصفیه آب منتقل شود.

۳. آب خام در حدود ppm ۱۰ اکسیژن دارد. تقریباً همه اکسیژن آب تصفیه شده باید در دی اریتور حذف شود. بنابراین درجه حرارت آب تغذیه در دی اریتور باید تا حد امکان به نقطه جوش نزدیک شود. مقادیر کمی از اکسیژن از دی اریتور فرار می کنند.

۴. سختی آب خروجی دستگاه تصفیه همچنین سختی خروجی دی اریتور را حداکثر هر چهار ساعت یک بار آزمایش کنید. به محض مشاهده سختی، دستگاه تصفیه آب را جهت احیاء مجدد از مدار خارج نمایید.

۵. آب دیگ بخار را حداقل هر شیفت دو بار باید آزمایش کرد.

۶. سه آزمایش تعیین سختی، فسفات و قلیاییت آب دیگ بخار در بهبود شرایط آب دیگ بخار مؤثر است.

۷. پایین بودن سختی آب دیگ بخار عاملی است که مانع از تشکیل رسوب می گردد.

۸. داشتن مقادیر استاندارد فسفات در آب دیگ‌های بخار مانع خوردگی و عامل معلق نگه داشتن رسوبات است که از طریق شیر تخلیه از محیط دیگ بخار خارج می‌شود.

۹. حفظ قلیایی بودن آب دیگ بخار به ویژه قلیاییت هیدروکسید مانع از رسوب ترکیبات سیلیسی می‌شود و

سیلیس موجود درآب دیگ بخار را معلق نگه می‌دارد. رسوبات سیلیسی از جمله رسوبات سخت و مشکل آفرینی هستند که شستشوی شیمیایی آنها به سادگی مقدور نیست.

۱۰. اگر با انجام آزمایشات آب و مورد تأیید بودن آنها، دیگ بخار نیز در هر شیفت حداقل دو نوبت زیر آب زده شود و ظاهر آب دیگ هم زلال باشد، تقریباً شرایط آب دیگ بخار شرایط قابل تحملی است.

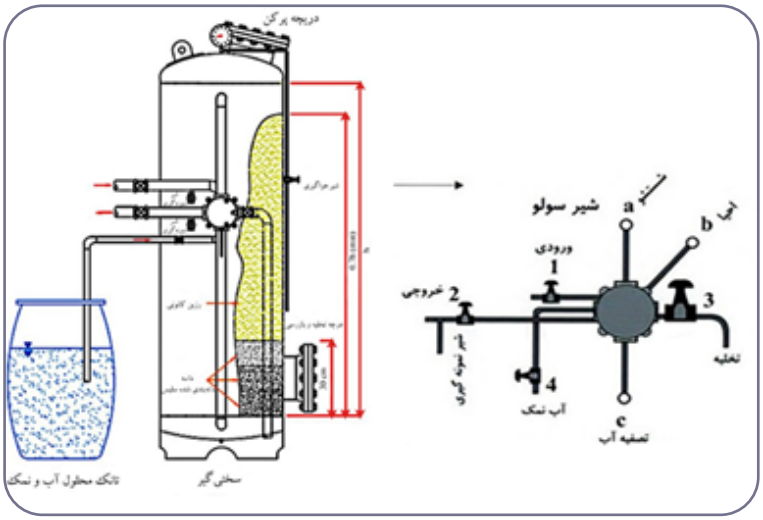
۱۱. چنانچه برای بهبود شرایط آب، تزریق مواد شیمیایی از طریق شیر کنترل صورت می‌گیرد، نصب یک پمپ کوچک جداگانه و تزریق مواد شیمیایی طی فواصل زمانی منظم در آن ضروری است.

۱۲. نصب شیر نمونه برداری بر روی مخزن و آزمایش آب درون مخزن به طور روزانه مواکداً توصیه می‌شود.

۱۳. دمای آب ورودی به دیگ باید بین ۸۰ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد باشد.

۱-۲-۳-۳ دستور العمل راه اندازی سختی گیرهای رزینی نیمه اتوماتیک

سختی گیرهای رزینی از جمله رایج‌ترین سختی گیرهای موجود در بازار کشور می‌باشد. کاربرد این سختی گیرها در از بین بردن سختی آب و تحویل آب مناسب برای مولد بخار (یا هر مصرف دیگری) می‌باشد. ۳-۸ نمایی از یک دستگاه سختی گیر تک ستونی با شیر سه طرفه (شیر سولو) و منبع تهیه آب نمک را نشان می‌دهد. در ادامه روش راه اندازی، شستشو و احیاء این نوع از سختی گیرها توضیح داده شده است.



شکل ۱-۳ نمای سختی گیر رزینی

عملیات مقدماتی راه اندازی سختی گیر:

۱. لوله‌های آب ورودی و خروجی دستگاه را به سیستم وصل کنید.
۲. پس از باز کردن درب دریچه دست رو یا فلنج بالای مخزن، مطابق شکل با سیلیس و رزین کاتیونی بسترسازی کرده و سپس دریچه دست رو یا فلنج را محکم ببندید.
۳. ۳- تانک نمک (حاوی محلول آب و نمک با غلظت مناسب) را زیر لوله آب نمک دستگاه قرار دهید.

مرحله دوم راه اندازی سختی گیر رزینی:

۱. ابتدا همه شیرها را بسته و شیر هواگیری دستگاه را باز کنید.
۲. دسته شیر سولو را در وضعیت (آماده به کار) قرار دهید.
۳. شیر شماره ۱ (ورودی) را باز کنید. در این حالت مخزن دستگاه به تدریج پر از آب می گردد.
۴. به محض خروج آب از لوله هواگیری، شیر هواگیری را ببندید.
۵. شیر شماره ۲ (خروجی) را باز کنید. بدین ترتیب دستگاه آماده بهره برداری و تصفیه آب است.

نکته ۱: در حین بهره برداری از دستگاه سختی گیر، اطمینان حاصل شود که فشار نسبی داخل مخزن بین ۱/۷ تا ۲/۵ بار می‌باشد. اگر فشار داخل مخزن کمتر از ۱/۷ بار باشد، در آب بندی شیر سولو و مکش آب نمک اختلال ایجاد خواهد شد. همچنین در فشارهای بالا ممکن است قطعات شیر سولو صدمه ببینند. در هر حال بهره برداری از شیر سولو در فشارهای بالاتر از ۲/۵ بار به هیچ وجه توصیه نمی‌گردد.

نکته ۲: سختی آب تصفیه شده خروجی از سختی گیرها همواره باید کنترل شده و مورد آزمایش قرار بگیرد. به محض اینکه سختی آب از حد مجاز بیشتر شود، بلافاصله باید نسبت به عمل احیاء کردن رزین (که در ادامه شرح داده شده است) اقدام نمود.

احیاء کردن رزین سختی گیر با محلول آب و نمک:

۱. ابتدا شیر شماره ۱ تا ۴ را ببندید.
۲. سپس دسته شیر سولو را در وضعیت احیاء قرار دهید.
۳. شیر شماره ۳ و ۴ را باز کنید تا محلول آب و نمک وارد سیستم شود. درپوش برنجی روی نازل نمک را که به همین منظور در پشت شیر سولو و در کنار لوله تخلیه تعبیه شده است را باز کنید و به کمک پیچ گوشتی مناسبی می‌توانید میزان مکش را تنظیم نمایید.
۴. پس از گذشت مدت لازم مرحله بعدی یعنی شستشوی رزین با آب را انجام دهید.

این روش برای بیشتر سختی گیرهای رزینی قابل اجرا است، اما باید برای اطمینان از صحت مراحل انجام شده به دستور العمل شرکت تولیدکننده مراجعه نمود.

شستشوی رزین با آب:

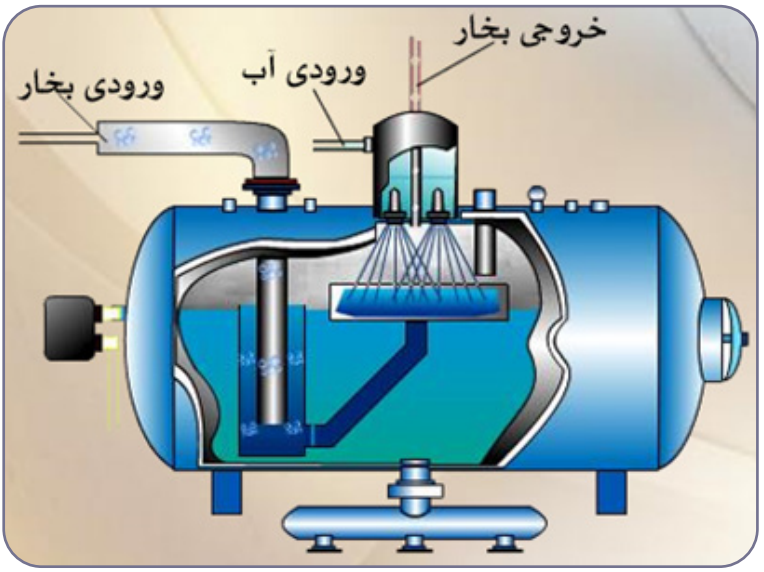
۱. ابتدا تمامی شیرها را ببندید.
۲. دسته شیر سلو را در وضعیت شستشو قرار دهید.
۳. شیر شماره ۱ و ۳ (شیرهای ورودی و تخلیه) را باز نمایید. در این حالت آب از سمت پایین ستون رزین به داخل مخزن دستگاه وارد شده و از بالای آن خارج می‌گردد (درست عکس مسیر تصفیه).
۴. حدود ۲۰ دقیقه صبرکنید تا کل رزین موجود در داخل مخزن دستگاه شسته شده و محلول آب و نمک از آن تخلیه گردد.
۵. آن گاه کلیه شیرها را ببندید و شیر شماره ۱ و ۲ را باز کنید.
۶. سپس دسته شیر سولو را در وضعیت آماده قرار دهید. در این حالت دستگاه مجدداً آماده کار است.

■ ۳-۳-۳ شرایط منبع آب تغذیه (دی اریتور)

به منظور حذف گازهای خورنده آب تغذیه دیگ‌های بخار، از دستگاهی به نام هوازدا (دی اریتور) استفاده می‌شود. جداسازی اکسیژن و دی اکسید کربن آزاد، از بروز خوردگی در لوله‌ها، پمپ‌ها، دیگ‌های بخار و خطوط برگشت بخار مایع شده پیشگیری می‌نماید.

در یک هوازدای حرارتی، از بخار آب برای هوازدایی استفاده می‌شود. آب و بخار به صورت غیر هم جهت وارد برج هوازدا می‌شود و بخار، آب را گرم می‌نماید. در نتیجه با کاهش حلالیت گازها، مواد فرار به فاز بخار منتقل می‌شوند. گرادیان غلظت بین دو فاز این پدیده را تقویت می‌کند.

روش‌های متعددی برای تزریق مواد شیمیایی وجود دارد. بهترین و موثرترین روش، تزریق پیوسته و متناسب این مواد می‌باشد. برای این منظور لازم است مواد مصرفی در یک مخزن همزن‌دار پوشیده، رقیق شوند. سپس با استفاده از یک پمپ قابل تنظیم به مقدار مورد نیاز به سیستم تزریق شوند.



شکل ۲-۳ نمای داخلی از دی اریتور

بخشی از ناخالصی‌های مهم آب، گازهای موجود در آن می‌باشد. عمده این گازها را اکسیژن و دی اکسید کربن تشکیل می‌دهد. آب تغذیه دیگ حاوی این دو گاز مضر می‌باشد. اکسیژن محلول در آب، موجب خوردگی شده و وجود گاز کربنیک آزاد باعث بروز خاصیت اسیدی کاهش پ. هاش (PH)، خورندگی و هم چنین تسریع در خورندگی اکسیژن می‌شود. هدف از هواگیری حذف این گازها قبل از آزاد شدن آن‌ها در محفظه دیگ می‌باشد. این عمل باعث کاهش خوردگی دیگ، خطوط بخار، خطوط کندانس و نیز تجهیزات انتقال حرارت می‌گردد.

دی اریتور موجب کاهش اکسیژن در آب تا کمتر از ۰/۰۰۵ سانتی‌متر مکعب در هر لیتر می‌شود. به این حالت عاری شدن از اکسیژن گفته می‌شود و این میزان برای آزمایش شیمیایی آب و سلامت تجهیزات، حد مبنا در نظر گرفته می‌شود. دی اریتورها زمانی مورد نیازند که میزان چگالیده (کندانس) برگشتی از ۲۵ درصد آب تغذیه بیشتر بوده و دمای آن نیز از ۲۲۷ درجه فارنهایت بیشتر باشد. استفاده از سیستم‌های خودکار تغذیه دیگ (بدون دی اریتور) زمانی توجیه‌پذیر است که فشار کاری دیگ از ۷۵ psi کمتر بوده و یا میزان آب سرد جبرانی سیستم کمتر از ۲۵ درصد باشد. دی اریتورها جهت کار با بخار مستقیم از دیگ، بخار اگزوز شده و یا هر دو طراحی شده‌اند. بخاری که از سیستم خارج می‌شود را می‌توان در دی اریتور مصرف نمود. در اینصورت تقریباً یک درصد از اکسیژن محلول به ازاء هر ۱۰ درجه فارنهایت افزایش درجه حرارت به آب تغذیه دیگ بخار، توسط دی اریتور کاهش می‌یابد. دی اریتور آب را بوسیله تماس مستقیم با بخار گرم کرده و گازهای غیرقابل تقطیر اکسیژن و دی اکسید کربن را از آن جدا می‌سازد. دستگاه به طور خودکار عمل کرده و در صورت وجود فشار بخار کافی به مراقبت کمی نیاز دارند.

ظرفیت دی اریتور برای ذخیره‌سازی آب تغذیه دیگ بخار، معمولاً معادل ۱۰ دقیقه آبگیری دیگ بخار است. اما برای موتورخانه‌هایی که کندانس ناچیزی به آن بر می‌گردد و یا اصولاً بر نمی‌گردد و در موتور خانه‌هایی که از نظر فضا مشکل دارند، توصیه می‌شود که برای ۵ دقیقه تأمین آب دیگ‌ها، ظرفیت دی ایتور طراحی شوند.

پمپ تغذیه دیگ

وظیفه این پمپ تامین آب مورد نیاز دیگ می‌باشد. دبی و هد این پمپ باید متناسب با دیگ باشد. دبی این نوع پمپ‌ها باید حداقل برابر با دبی بخار دیگ باشد ولی برای اطمینان می‌توان دبی را ۲ برابر دبی خروجی دیگ در نظر گرفت. هد آن نیز باید حداقل برابر با ماکزیمم فشار کاری دیگ به علاوه افت‌های مسیر رفت پمپ تا دیگ باشد.

پمپ کندانس

وظیفه این پمپ انتقال آب حاصل از کندانس به دی اریتور می‌باشد. البته در برخی از سیستم‌ها برای افزایش راندمان سیستم، آب تغذیه‌ای که از سختی گیر خارج شده است و سرد می‌باشد را به داخل مخزن کندانس هدایت می‌کنند تا آب تغذیه نیز گرم شود و سپس این آب با کندانس به دی اریتور هدایت می‌شود.

۳-۴ رفع عیوب و مشکلات احتمالی در ظروف و تجهیزات

نیاز به آموزش پرسنل، در شرکت هایی که به تازگی تاسیس شده‌اند و پرسنل فنی و کار آزموده ندارند و یا شرکت‌هایی که کارگران قدیمی و کار آزموده آن بازنشسته شده‌اند و به جای آنها افرادی جوان و با تجربه‌ای کمتر، به کار گرفته شده‌اند بسیار ضروری است. زیرا ندانستن‌ها و عدم تجربه و آگاهی کافی منجر به مشکلات جبران ناپذیری خواهد شد.

در تاسیسات دیگ بخار نیاز مبرم به فراگیری علم بهره برداری از دیگ‌های بخار برای پیشگیری از خطرات احتمالی وجود دارد. در زیر به مهمترین دانستنی‌های مرتبط با تاسیسات دیگ بخار و فرآیند بهره برداری از آن پرداخته شده است و درباره مشکلات حاصل از عدم آگاهی و آموزش در این حوزه توضیحاتی داده شده است.

- اپراتور باید بداندکه در سیستم بخار، شش عامل اصلی کنترل کننده وجود دارد که شامل: گیج فشار- سوپاپ اطمینان- فتوسل- سوئیچ فشار- ترموستات اگزوز- کنترل سطح می باشند. همچنین باید بداند هر یک چه وظیفه‌ای به عهده دارند و نقصان در تك تك اقلام فوق باعث ایجاد خطر در بهره برداری خواهد شد.
- نامیزان بودن مشعل در آلوده کردن محیط زیست چه مشکلاتی ایجاد می نماید، در صورتیکه امروزه مسئولین کشور در تلاش هستند از آلودگی هوای محیط بوسیله اتومبیل‌ها و سایر وسایل نقلیه جلوگیری به عمل آورند و در مورد کاهش آلودگی‌ها چاره اندیشی نمایند. در صورتی که ۱۰۰۰ دستگاه اتومبیل در ساعت شاید ۱۰۰۰۰ لیتر بنزین مصرف نماید، که برابر با مصرف یك دستگاه دیگ بخار ۱۵ تن در ۱۰ ساعت خواهد بود. همچنین در نظر گرفتن این نکته ضروری است که در دیگ‌های بخار به جای بنزین از نوعی مازوت استفاده می‌شود که حداقل چندین برابر بنزین دی اکسید کربن تولید می کند.
- تخلیه آب بی موقع برای دیگ بخار که مبنای آن فقط دستور کورکورانه باشد، نه تنها برای کارخانه سودی ندارد بلکه مقدار زیادی آب گرم که انرژی زیادی برای رساندن آن به درجه بخار مصرف شده است هدر می رود.
- ۳ میلیمتر دوده در داخل لوله‌ها و یا ۳ میلیمتر رسوب در پشت لوله ها باعث ۳۰٪ افت انرژی می‌گردد.
- اگر خطوط انتقال عایق کاری نباشد بخار تولید شده با فشار۱۰ اتمسفر با درجه حرارت ۱۸۰ درجه سانتیگراد در حین مصرف به ۱۲۰ درجه سانتیگراد خواهد رسید و این به معنای ۳۰٪ افت حرارت خواهد بود. به عبارت دیگر اگر ۱۰۰۰۰ لیتر سوخت مصرف نماید، ۳۰۰۰ لیتر سوخت بدون هیچ بازدهی از بین خواهد رفت.
- چنانچه مشعل به درستی کار نکند به جای مصرف ۶۷ لیتر گازوئیل برای تولید یك تن بخار، ۱۰۰ لیتر سوخت مصرف نموده و یك تن بخار تولید می نماید. به دلیل عدم تناسب میزان سوخت و هوا، در دیگ بخار مشعل سوخت را مصرف می نماید در حالیکه راندمان لازم را ندارد. همچنین این مسئله منجر به آلودگی محیط زیست نیز خواهد شد.
- فشار بالا با حرارت بالا فرق دارد و متأسفانه اکثر اپراتورها تفاوت دبی با فشار را تشخیص نمی‌دهند. به عنوان مثال به جای فشار مورد نیاز۳ بار، بخار با فشار ۱۰ بار تولید می‌نماید و قبل از مصرف‌کننده بخار به اشتباه از فشارشکن

استفاده می‌نماید. در صورتی که می‌توانند فشار کلی دیگ را کم نماید که هم خطـر کمتـری دارد و هـم سـوخت کمتری مصرف می‌شود و در عین حال راندمان نیز بالا می‌رود.

- چنانچه آب تصفیه در حد نیاز تصفیه نشود، رسـوب زیادی در داخـل دیگ ایجاد شده و برای رسوب زدایی نیاز به مواد بیشتر و هزینـه بالاتری خواهد بود.
- وقتی که دیگ بخار تحت فشار قرار گرفته، نباید شیر فلکه اصلی سـریع بـاز شود. چون برای دیگ حالت خلاء ایجاد شده و از آب بندی خارج می شود. همچنین در این حالت چنانچـه دو سر لوله های دودی جوشکاری شده باشد، در دیگ بخار حالت پیچیدگی ایجاد می‌گردد.
- اگر هر روز چندین بار شیر زیر کنترل سطح توسط اپراتور بـاز نشود، در داخـل کنتـرل سطح آب رسوب جمع شده و باعث خواهد شد، شناور در حد بالا مانده و دیـگ بخـار احساس کم آبی نماید که در نتیجه باعث سوختن دیگ بخار می گردد.
- در اثر خراب شدن فتوسل، شـیر سـوخت عمـل نخواهـد کـرد و در نتیجـه سوخت وارد محفظه گرم دیگ بخار شده و در راه اندازی مجدد، گازهای جمع شـده باعث انفجار دیگ بخار شده و خطر مرگ خواهد داشت.
- اگر هر روزه سوپاپ اطمینان باز و بسته نشود، علاوه بـر اینکـه در زمـان نیاز سوپاپ عمل نخواهد کرد بلکه باعث تَرَک لولـه هـا شـده و از حالت آب بنـدی خـارج خواهد شد. علاوه بر آن در این حالت اگر سوپاپ از محل خود بلنـد شـود دیگـر آب بندی نخواهد شد، که ضرر مالی آن کم نخواهد بود.
- اگر شیر فلکه‌ای که آب از آن ریزش می نماید، با پك واشر و یا چند سانتیمتر طنـاب نسوز آب بندی نشود، در کوتاه مدت بوسیله بخار در گلویی شیر فلکه شیار ایجـاد می‌شود. این شیار منجر به نشتی شیر می‌گردد و یا باعث قفل شدن آن می‌شود. در این حالت حداقل برای پك عدد شیر فلکه ۸ اینچ سوزنی باید چند میلیون تومان هزینه نمود.
- اگر اول وقت کلیه شیر فلکه ها کنترل نشوند که کدام شیر فلکه بسته و یا کدام باز است، در این حالت دیگ بخار روشن نمی شود (چون اگر شیر تخلیه بـاز و یـا شیر تغذیه بسته باشد، سطح آب کم و باعث روشن نشدن دیگ بخار خواهد شد). اپراتور باید به خطوط انتقال توجه نماید و تابلوی اصلی را دست کاری ننماید. چون عـلاوه بـر بـرق گرفتگی که خطر جانی دارد باعث آتش سوزی در سیستم برق خواهد شد.
- چنانچه درب عقب و جلوی دیگ بخار خـوب آب بنـدی نـشود، دودههایی که به سالن نفوذ می‌نماید در اثر رطوبت و به علت داشتن دی اکسید گوگرد تبـدیل بـه‌تری اکسید گوگرد شده که از نظر تنفس برای انسان بسیار مضر است.
- چنانچه هـر ۳ مـاه یکبـار داخـل لولـه هـا شستـشوی فیزیکی نشود، افت انرژی بالایی ایجاد خواهد شد.
- چنانچه نور سالن دیگ بخار بصورت درست محاسبه نشده باشد، پـس از مـدتی از نظر بینایی مشکلاتی برای پرسنل ایجاد خواهد شد.
- در اثر نامیزان بودن فن از نظر تعادلی، صدای مشعل زیاد خواهد بود و عـلاوه بر خراب کردن قطعات منصوب روی مشعل از نظر شنوایی نیز مشکلاتی ایجاد خواهد کرد.
- اگر درب مشعل خوب بسته نشود و اپراتور در زمان روشن شـدن مـشعل بـه جرقه نگاه کند، مشعل از جای خود

جدا شده و باعث مرگ اپراتور خواهد شد.

- چنانچه روی هر منبع تحت فشار، سه عامل اصلی مشتمل بر مانومتر دقیق، سوپاپ اطمینان سالم و کالیبره شده و پرشر سوئیچ (کنترل فشار) استاندارد وجود نداشته نباشد، مخازن منفجر و ایجاد حادثه خواهند کرد.
- مخازن تحت فشار مخصوصاً مخازنی که با مواد اسیدی سر و کار دارند در صورت عدم رعایت نکات مربوط به بهره برداری و نگهداری مشکلات بزرگی از نظر ایمنی ایجاد خواهند نمود.
- چنانچه مخازن تحت فشار و یا لوله‌هایی که فاقد عایق هستند هر ساله رنگ‌آمیزی نشوند، در اثر رطوبت و حرارت توأم در سالن تأسیسات در مدت زمان کمی از بین خواهند رفت.
- اگر شیر فلکه‌هایی که بر روی خطوط انتقال نصب شده‌اند، به صورت برنامه‌ریزی شده گریسکاری و یا روغنکاری نشوند پس از مدتی کوتاه قفل کرده و از بین خواهند رفت.
- اگر سطح سالن لغزنده و پله های موجود در سالن حفاظ نداشته باشند، مشکلات بسیاری ایجاد خواهد شد. آمار چنین کارهایی علاوه بر خطرات جانبی، برای کارشناسان اداره کارنیز اتلاف وقت می‌نماید.

■ ۱-۴-۳ عملکرد کنترلرها و علائم هشداردهنده

در صورتی که پرشر سوئیچ‌های اصلی و اطمینان، هیچ کدام درست عمل نکنند نهایتاً شیر اطمینان نصب شده بر روی دستگاه وارد عمل شده و در نهایت فشار مولد بخار به صورت مکانیکی کنترل می‌شود و بخار اضافی خارج می‌شود و به این ترتیب از حادثه انفجار جلوگیری می‌شود.

کوتاهی در اجرای دستورالعمل روزانه برای کنترل سطح‌ها، موجب عملکرد بد آنها و به تبع آن بروز خسارات جبران ناپذیر برای مولد بخار خواهد شد. شیر نصب شده در پایین کنترل سطح، سه وضعیت متفاوت ایجاد می‌کند:

۱. تخلیه آب کنترل سطح
۲. وضعیت عادی (نرمال)
۳. تخلیه مولد بخار به بلودان

- چنانچه شیر را در جهت عقربه‌های ساعت بچرخانید شیر در وضعیت بلودان قرار می‌گیرد و آب و بخار موجود در کنترل سطح تخلیه خواهند شد. با این کار رسوب ایجاد شده در بلودان نیز تخلیه می‌شود. در این وضعیت، به محض پایین آمدن سطح آب از سطح مشخص شده کنترل سطح فرمان خاموشی مشعل و روشن شدن پمپ را می‌دهد.
- چنانچه شیر رادر جهت عقربه‌های ساعت بچرخانید، شیر در وضعیت عادی قرار می‌گیرد. در این حالت آب به درون کنترل سطح جریان پیدا می‌کند و سطح مورد نظر نشان داده خواهد شد. اگر نتایج کار مطلوب نبود این مراحل را تکرار می‌شود تا رسوبات به طور کامل تخلیه شود. برای تغییر وضع شیر، لازم است که شیر را در هر وضعیت به طور کامل تا انتها چرخانیده شود و سپس جهت چرخش معکوس شود. زیرا وجود یک ضامن، باعث عدم چرخش شیر

در جهت عکس خواهد بود.

- اگر شیر در حالت میانه باشد هیچ کدام از دو وضعیت قبلی نیست و با باز کردن شیر متصل به مولد بخار، آب مولد بخار به بلودان تخلیه خواهد شد.

■ ۲-۴-۳ علل ایجاد عیوب در دیگ

انفجارهایی که در دیگ آب گرم روی می‌دهد به دلایل زیر می‌باشد:

۱. وجود سیستم‌های اتوماتیک در دیگ‌های آب گرم، همراه با اعتماد کامل به این سیستم‌ها که جهت پیشگیری از ازدیاد فشار و غیره در نظر گرفته شده‌اند. سیستم‌های کنترل ممکن است به دلایل مختلف به درستی کار نکنند، از این رو نصب آنها می‌تواند یک اطمینان خاطر کاذب ایجاد کند که برای جلوگیری از آن باید بازرسی‌ها و تست‌های روزانه و هفتگی طبق برنامه صورت گیرد.

۲. تعلل در آزمایش شیرهای اطمینان به طور منظم و استوار

۳. تعلل در نگهداری دیگ و وسایل کنترلی طبق دستورالعمل، شامل کنترل‌کننده‌های سطح آب، کنترل‌کننده‌های دما و....

۴. با پیچیده‌تر شدن عملکرد سیستم‌های کنترل در دیگ‌های تحت فشار به طور اتوماتیک، مداخله کردن در این سیستم و یا حذف کنترل‌های ایمنی ممکن است منجر به ایجاد نقص در دیگ شود.

۵. احتراق زود هنگام همراه با سوختی که در فضای کوره معلق مانده، در دیگ می‌تواند سریعاً منجر به احتراق ناقص (از نظر نسبت سوخت به هوا) شده که در قسمت کوره دیگ ایجاد انفجار می‌نماید. این مورد زمانی اتفاق می‌افتد که سیستم‌های کنترل ایمنی به درستی عمل نکنند و شیرهای برقی سوخت نشتی داشته باشند و یا جرقه زن به درستی عمل ننماید.

■ ۳-۴-۳ تشکیل رسوب و تاثیرات مضر آن

تشکیل رسوب بر روی سطوح دودی، به علت تماس ناخالصی‌های موجود در آب دیگ با سطوح انتقال حرارت می‌باشد. از میان این ناخالصی‌ها مهمترین آنها، کلسیم، منیزیم و سیلیس می‌باشند. کلسیم و منیزیم ممکن است تشکیل نمک سولفات و کربنات بدهند که نشانگر تشکیل رسوب هستند. وجود کلسیم در آب خام به علت حضور آن به شکل‌های مختلف از قبیل آهک، گچ و... عمومیت دارد. منیزیم نیز به اشکال گوناگون در آب وجود دارد که مشهورترین آن سولفات منیزیم می‌باشد. سیلیس در ماسه و شیشه یافت می‌شود و تشکیل یک رسوب متراکم بی‌نهایت سخت و عملاً شیشه‌ای را می‌دهد.

آبی که تولید رسوب می‌کند، در اصطلاح آب سخت نامیده می‌شود. این سختی می‌تواند موقتی، دائم و یا ترکیبی از هر دو باشد. سختی موقت ممکن است با حرارت دادن آب تغذیه تا ۲۱۲ درجه فارنهایت در یک گرمکن حذف شود. در این مورد، نمک‌هایی که باعث سختی موقت بوده ته نشین می‌گردند. سختی دائم را

نیز می‌توانیم با تصفیه آب توسط دستگاهای سختی گیر کاهش داده و یا حذف نمائیم.

ایرادات ناشی از رسوب بستن سطوح حرارتی

در زمینه رسوب بستن سطوح حرارتی دیگ‌ها دو ایراد مشخص به شرح زیر ظاهر می‌گردد:

- رسوب یک عایق مؤثر حرارتی است بنابراین وجود رسوب با ضخامت قابل ملاحظه به معنای جذب کمتر حرارت به وسیله آب می‌باشد که در نتیجه به افت بازدهی دیگ منجر می‌گردد.
- با در نظر گرفتن این واقعیت که رسوب از نظر هدایت حرارتی ناتوان است، سطوح حرارتی که از یک طرف بدین طریق عایق شده و از طرف دیگر در معرض گازهای داغ قرار دارند ممکن است سریعاً به درجه حرارت بالای خطر آفرینی برسند که این وضعیت ممکن است منجر به ایجاد شکاف در لوله‌ها و حتی ترک پوسته و شبکه گردد.

تشکیل رسوب غالباً با میزان تبخیر افزایش می‌یابد. از این رو رسوبات در محل‌هایی که دمای دود مقدار حداکثر خود را دارد سنگین‌تر و متراکم‌تر هستند. رسوب در دیگ‌های لوله آتشی به شکل جدی‌تر و با مشکلات زیادی همراه است. وجود رسوب به ضخامت حدود ۱/۵ میلی‌متر بر روی لوله‌های دیگ‌های بخار لوله آبی که در معرض حرارت تابشی قرار دارند ممکن است منجر به نقص لوله وشکاف شود. در حالیکه رسوبات بر روی لوله‌های دیگ‌های لوله آتشی باعث افت بازدهی کل سیستم می‌شود. چون در این حالت لوله‌های دودی حرارت خود را از طریق انتقال حرارت به طریق جابه جایی ونه تابشی کسب می‌نمایند.

وجود رسوبات سنگین معمولاً نمایانگر بی‌توجهی می‌باشد. چون این رسوبات می‌توانند در اکثر موارد با تصفیه کامل آب از بین بروند. در محل‌هایی که رسوب به ضخامت قابل ملاحظه‌ای تشکلیل شده باشند، باید اقداماتی جهت برداشتن آنها صورت گیرد و در حالتی که دیگ تمیز است باید گام‌های مناسبی جهت جلوگیری از تکرار تشکیل رسوب برداشته شود.

رسوب می‌تواند در عملکرد صحیح سیستم‌های کنترلی نیز اختلال ایجاد نماید. به طور مثال در شیرهای اطمینان، رسوب در اطراف نشیمنگاه باعث چسبیدن شیر در وضعیت بسته شده و ارتباط بین بخش‌های داخلی مسدود می‌شود. بنابراین تشکیل رسوب یکی از مهمترین عوامل ایجاد نقص در شیرهای اطمینان خواهد که با یک برنامه منظم در تصفیه آب تغذیه و آزمایش مکرر شیرها، می‌توان از ایجاد نقص‌هایی از این قبیل پیشگیری به عمل آورد.

عوامل افزایش درجه حرارت دودکش

از مهمترین عواملی که باعث افزایش درجه حرارت دودکش می‌شوند و از تشکیل رسوب نشأت می‌گیرند به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

۱. **رسوب درون لوله ها:** رسوب درون لوله‌ها باعث کاهش نرخ انتقال حرارت از سمت آتش به سمت آب شده و در نتیجه ضمن آنکه سطح لوله‌ها در سمت آتش به شدت حرارت می‌بینند، محصولات احتراق در دمای بالاتری دیگ را ترک می‌کنند و سنسور دمای دودکش دمای بالایی را نشان می‌دهد. رسوب دهی بیش از حد آنقدر خطرناک است که می‌تواند منجر به انفجار دیگ شود.

۲. **پائین آمدن سطح آب دیگ:** چنانچه سطح آب در داخل دیگ به هر دلیل بیش از حد مجاز پائین بیایید، لوله‌های حرارتی خارج از آب واقع می‌شوند و نرخ انتقال حرارت از دود کاهش یافته و در نتیجه دمای گازهای خروجی از دودکش افزایش می‌یابد.

۳. **تنظیم نبودن مشعل ها:** این امر علاوه بر وارد کردن صدماتی به کوره دیگ، راندمان سیستم را نیز کاهش می‌دهد. حوادث مرتبط با دیگ بخار معمولاً به دلیل انفجار دیگ و آزاد شدن انرژی بسیار زیاد، منجر به خسارات جانی و مالی شدیدی می‌شود.

در شکل‌های ۳-۳ و ۴-۳ نمونه‌هایی از خوردگی و رسوب در لوله‌های دیگ بخار جهت آشنایی اپراتورهابا ظاهر آسیب‌ها به لوله و بدنه، نشان داده شده است.

شکل ۳-۳ نمونه‌هایی از خوردگی و رسوب در لوله‌های دیگ بخار

شکل ۴-۳ خوردگی حفره‌ای ناشی از اکسیژن

■ ۴-۴-۳ تشخیص و رفع مشکلات دیگ بخار

در زیر به اختصار به مشکلات مربوط به دیگ بخار و نحوه‌ی رفع آنها پرداخته شده است.

۱- اگر آبدهی دستگاه سختی گیر کم شده باشد، ممکن است:

۱. نمك به مقدار کافی برای احیاء رزین مصرف نشده باشد.
۲. غلظت محلول نمك به اندازه کافی نباشد.
۳. رزین‌ها فرسوده شده باشند.
۴. حجم رزین دستگاه سختی گیر کاهش یافته باشد.
۵. رزین‌ها آلوده به مواد روغنی باشند.
۶. خوردگی قابل توجهی در خط انتقال آب و داخل دستگاه سختی گیر در جریان باشد.
۷. غلظت املاح آب به مقدار قابل توجهی تغییر کرده باشد.
۸. مدت زمان طولانی کلر و یا مشتقات آن وارد دستگاه سختی گیر شده باشد.
۹. شیر سه راهه و یا دیگر اتصالات دستگاه خراب شده باشند، بنابراین آب خام و تصفیه شده مخلوط می شوند.

۲- اگر کلرید در آب تصفیه و یا منبع تغذیه زیاد شده است، دستگاه سختی گیر ممکن است پس از احیاء خوب شستشو نشده باشد.

۳- اگر افت فشار آب در سختی گیر زیاد است، ممکن است:

۱. رزینها فرسوده و خرد شده باشند.
۲. شستشوی معکوس رزین خوب انجام نشده باشد.
۳. مواد معلق آب زیاد باشد.

۴- اگر اکسیژن محلول در آب منبع ذخیره زیاد باشد، ممکن است:

۱. دستگاه هوا زدا (دی اریتور)، خوب کار نمی کند.
۲. مواد شیمیایی مناسب برای حذف باقیمانده اکسیژن مصرف نمی شود.
۳. تزریق مواد شیمیایی به اندازه کافی نیست.

۵- اگر آهن در آب تغذیه مشاهده می شود، ممکن است:

۱. پ. هاش آب کندانس تنظیم نباشد.
۲. در مسیر بخار برگشت و منبع کندانس، خوردگی ایجاد شده باشد.
۳. پوشش دستگاههای تصفیه آب فرسوده شده باشد.
۴. در خطوط انتقال آب، خوردگی وجود داشته باشد.
۵. آب خام حاوی آهن باشد.

۶- اگر غلظت مواد آب دیگ بخار در حد استاندارد نیست، ممکن است:

۱. مواد کم تزریق شده باشند.
۲. دستگاه تزریق دچار مشکل شده باشد.
۳. دستگاه‌های تصفیه، کارایی خود را از دست داده باشند.
۴. زیر آب دیگ بخار، به مقدار کافی زده نشده است.

۷- اگر دیگ بخار کف می کند، ممکن است:

۱. غلظت املاح آب دیگ بخار زیاد باشد.
۲. قلیاییت آب دیگ بخار بیش از حد مجاز باشد.

۳. مواد کف زا و یا مواد روغنی وارد دیگ بخار شده باشند.
۴. میزان مصرف سوخت نوسان داشته باشد و بار حرارت، متغیر و غیر متعارفی به دیگ بخار اعمال شود (اگر سطح آب در شیشه آب نما نوسان شدیدی دارد، ممکن است دیگ بخار در حال کف کردن باشد).

۸-اگر دیگ بخار آبگیری نمی کند، ممکن است:

۱. کلید پمپ روی حالت روشن نباشد.
۲. منبع تغذیه دیگ بخار خالی شده باشد.
۳. شیر تغذیه آب که روی منبع نصب شده است، بسته شده باشد.
۴. شیر ورودی آب، به دیگ بخار بسته، یا اشکال داشته باشد.
۵. صافی آب کثیف شده باشد.
۶. اتصالهای برقی صحیح نباشد.
۷. رله اضافه بار مربوط به مشعل عمل کرده باشد.
۸. فیوز مدار پمپ سوخته باشد.
۹. اتصال‌های روی ترمینال پمپ، آب صحیح یا محکم نباشد.
۱۰. دور موتور پمپ آب برعکس باشد.
۱۱. کنتاکتور پمپ آب اشکال داشته باشد.
۱۲. دستگاه کنترل کننده سطح آب اشکال داشته باشد.
۱۳. شناور گیر کرده باشد.
۱۴. شیر زیر کنترل کننده سطح آب باز نباشد.
۱۵. اتصال‌های الکتریکی دستگاه کنترل کننده سطح آب، صحیح یا محکم نباشد.

۹- اگر مشعل شروع به کار نمی کند، ممکن است:

۱. اتصالهای برقی محکم نباشد.
۲. فیوز مدار سوخته باشد.
۳. کنتاکتور مشعل اشکال داشته باشد.
۴. مشعل دیگ در وضعیت قطع باشد.
۵. مدار الکتریکی اشکال داشته باشد.
۶. چشم الکتریکی در معرض نور قرار گرفته باشد.
۷. رله اضافه بار مربوط به مشعل عمل کرده باشد.
۸. در مشعل محکم بسته نشده باشد.

۱۰- اگر موتورهای مشعل و فن کار می کنند و شعله ایجاد نمی شود، ممکن است:

۱. اتصال‌ها صحیح یا محکم نباشند.
۲. کلیدهای فشاری هوا عمل نکرده باشند.
۳. میکروسوئیچ‌های مسیر دمپر هوا و سوخت عمل نکرده باشد.
۴. منبع سوخت خالی باشد.
۵. در صورت استفاده از مازوت، سوخت سرد باشد و یا ترموستات خراب شده باشد.
۶. دور موتور مشعل یا پمپ سوختن یا موتور فن برعکس باشد.
۷. صافی سوخت کثیف شده باشد.
۸. شیرهای مسیر سوخت بسته باشد.
۹. دمپر هواگیر خراب باشد.
۱۰. نسبت هوا و سوخت صحیح نباشد.
۱۱. جرقه تولید نشود.
۱۲. الکترودهای جرقه زن کثیف و یا خراب باشد.
۱۳. تنظیم الکترودها غلط باشد.
۱۴. اتصال الکترودها کامل نباشد.
۱۵. ترانسفورماتور جرقه خراب باشد.

۱۱- اگر مشعل روشن شده و بلافاصله خاموش شود، ممکن است:

۱. اتصال‌های الکتریکی محکم نباشد.
۲. اتصال‌های الکتریکی در مدار چشم الکترونیکی برعکس بسته شده باشد.
۳. جریان دریافتی چشم الکترونیکی کم باشد.
۴. مانع در مسیر نور شعله و چشم الکترونیکی قرار داشته باشد.
۵. نسبت سوخت و هوا مناسب نباشد و شعله کامل ایجاد نشود.

۱۲- اگر مشعل در حین کار خاموش می شود، ممکن است:

۱. برق قطع باشد.
۲. فیوز کنترل کننده فرمان مدار سوخته باشد.
۳. اتصال‌های الکتریکی شل شده باشد.
۴. چشم الکترونیکی ایراد داشته باشد.

۵. شیر برقی (سلونوئید) سوخت خراب شده باشد.
۶. سوخت تمام شده باشد.
۷. در صورت استفاده از مازوت، سوخت سرد شده باشد.
۸. آب به داخل سوخت نفوذ کرده باشد.
۹. اشکالی در مسیر انتقال سوخت پیش آمده باشد.
۱۰. پمپ سوخت از کار افتاده باشد.
۱۱. پمپ سوخت، هوا کشیده باشد.
۱۲. نسبت سوخت و هوا مناسب نباشد.

۱۳- اگر شعله دود می کند، ممکن است:

۱. هوای محفظه احتراق کم باشد.
۲. تناسب سوخت و هوا صحیح نباشد.
۳. در صورت استفاده از مازوت درجه حرارت سوخت کم باشد (سرد بودن سوخت).
۴. فشار سوخت زیاد باشد.
۵. لوله های پاس دو و سه کثیف شده باشد.
۶. در مسیر دودکش اشکال پیش آمده باشد.

۱۴- اگر مشعل پیوسته خاموش وروشن می شود، ممکن است:

۱. در مشعل محکم بسته نشده باشد.
۲. بار دیگ نسبت به اندازه و ظرفیت آن کم باشد.
۳. کلیدهای فشاری معیوب باشد.
۴. نشت لوله های مسی باعث اختلال کار در کلیدهای فشار شده باشد.

۵-۳ دیگ‌های روغن داغ

با توجه به اهمیت دیگ روغن داغ و کاربردهای فراوان آن در صنایع مختلف در این بخش سعی شده است اصول نگهداری و ایمنی آن به اجمال توضیح داده شود.

با استفاده از روغن داغ دستیابی به دمای بالا، در فشار کار پایین امکان‌پذیر می‌باشد. درجه حرارت کار دیگ روغن داغ معمولاً بین ۱۵۰ الی ۳۰۰ درجه سانتی گراد می‌باشد. با توجه به دمای کار بالا در دیگ‌های

روغن داغ رعایت اصول ایمنی در طراحی و ساخت آن از اهمیت بسیار بالایی برخوردار بوده و هرگونه بی‌توجهی به پیچیدگی‌های فنی و اصول ایمنی آن می‌تواند موجب ایجاد صدمات جانی و خسارت‌های مالی فراوانی گردد.

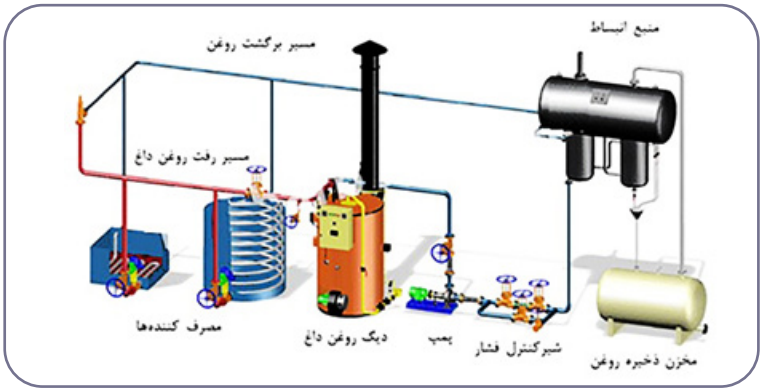
یک دیگ روغن داغ باید مجهز به سیستم کنترل با تجهیزات با کیفیت و معتبر باشد تا در صورت بروز هرگونه مشکل از قبیل افزایش دمای روغن بیش از حد مجاز، عدم چرخش روغن و غیره، به صورت خودکار با قطع مشعل از ادامه کار دیگ جلوگیری گردد.

مزیت‌های استفاده از سیستم روغن داغ

از مزیت‌های استفاده از سیستم روغن داغ به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

۱. تامین دمای بالا بین (۱۵۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد) توسط دیگ روغن داغ
۲. رسیدن به دمای بالای مناسب کار در فشار کاری پایین
۳. عمر بالای دستگاه‌های روغن داغ با توجه به کارکرد بالا
۴. تعمیر و نگهداری آسان‌تر نسبت به سیستم‌های بخار
۵. کم شدن تجهیزات جانبی در دیگ‌های روغن داغ، شامل سختی گیر آب، منبع کندانس و...
۶. خطر پایین نسبت به دیگ‌های بخار فشار بالا
۷. انتقال حرارت بالا به دلیل وجود روغن در لوله‌ها

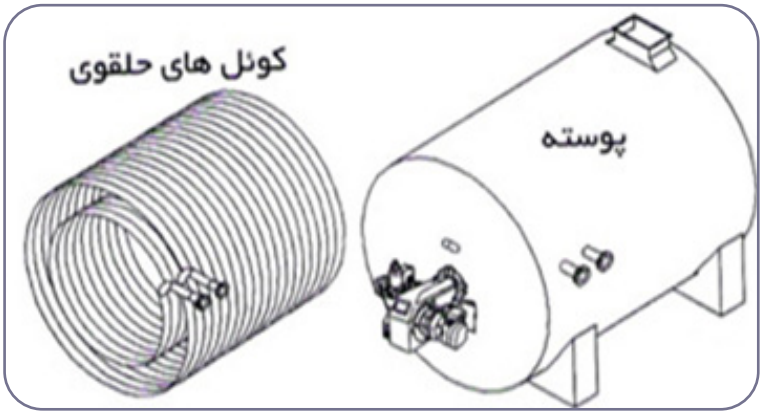
در شکل ۵-۳ چیدمان سیستم عملکردی دیگ روغن داغ و متعلقات وابسته به آن نشان داده شده است. در این سیستم روغن از منبع انبساط به داخل دیگ پمپاژ می‌شود و بعد از رسیدن به دمای موردنظر، روغن داغ به سمت مصرف‌کننده‌ها هدایت می‌شود و بعد از کاهش دمای روغن، در یک سیکل بسته مجدد به منبع انبساط برگردانده می‌شود. مخزن ذخیره جهت جبران کسری روغن ناشی از نشتی‌های احتمالی و... در کنار منبع انبساط تعبیه می‌شود. در شکل ۶-۳ شماتیکی از برش طولی یک دیگ روغن داغ افقی نمایش داده شده است.



شکل ۵-۳. سیستم دیگ روغن داغ و متعلقات آن

شکل ۶-۳ شماتیک از برش داخلی دیگ روغن داغ

در شکل ۷-۳ شماتیک کوئل‌های تعبیه شده در داخل پوسته دیگ نشان داده شده است که روغن در داخل آن گردش یافته و گرم می‌شود. کلیه لوله‌های مصرفی در کوئل‌ها در دیگ روغن داغ از نوع آلیاژی می‌باشد که توسط جوش آرگون به یکدیگر متصل گردیده است. از این جوش‌ها در دیگ روغن داغ تست رادیوگرافی به عمل می‌آید.



شکل ۷-۳ کوئل‌های داخلی دیگ روغن داغ

■ ۱-۵-۳ سرویس و نگهداری از دیگ روغن داغ

برای افزایش عمر روغن داغ، همچنین بازدهی بیشتر این دستگاه باید نکاتی را در نظر داشت و دستورالعمل‌هایی به شرح زیر را اجرا نمود:

- حتماً از اپراتور آموزش دیده و با تجربه جهت کار با دستگاه استفاده شود.
- قبل از کار با دستگاه حتماً دستور العمل استفاده از آن مطالعه شود.
- به دلیل حرارت بالای روغن در سیستم، از عدم نشتی سیستم لوله کشی اطمینان حاصل شود.
- از دستکاری در قسمت تابلو برق و سنسورهای موجود برروی دستگاه خودداری شود.
- از وجود روغن در سیستم و دیگ اطمینان حاصل شود.
- در مسیر لوله کشی حتماً از صافی روغن و لرزه گیر استفاده شود.
- به هنگام کار با دیگ روغن داغ، از کارکرد صحیح پمپ روغن داغ اطمینان حاصل شود.
- برای راه اندازی و شارژ اولیه دیگ نباید از پمپ اصلی استفاده نمود، زیرا این کار ممکن است به آن آسیب برساند. در این مواقع باید از یک شلنگ تفلون بافته ضدزنگ به همراه یک پمپ کوچک به عنوان جایگزین پمپ اصلی سیستم استفاده نمود.
- برای بازدهی و کارایی بیشتر در صورت نیاز باید از روش‌های شستشوی دیگ روغن داغ استفاده نمود (اصول این کار در ادامه توضیح داده شده است).
- تعویض به موقع روغن داغ رعایت گردد. (طبق بند۳-۵-۲)

▪ ۲-۵-۳ تعویض کردن روغن حرارتی

روغن حرارتی (روغن داغ صنعتی) از گروه روغن‌های انتقال حرارت تمام سینتتیک است که بدلیل عمرکاری طولانی، در کاهش تعداد دفعات تعویض و نیز کاهش هزینه‌های تعمیرات سیستم نقش موثری دارد و در زمان معینی باید تعویض گردد.

روغن در دیگ روغن داغ، سیالی است که باید در داخل مخزن دیگ گرم شود. با وجود عمر بالای این نوع روغن‌ها، میبایست به زمان تعویض آن با روغن تازه توجه نمود. تصمیم‌گیری در مورد تعویض روغن به اتمام رسیده، با یک روغن از همان برند یا یک نوع برند جدید اهمیت دارد. باید زمان فرایند اعم از خنک شدن، تخلیه و پر کردن مجدد در نظر گفته شود.

تخلیه سیستم در حالتی که گرم یا حتی داغ باشد در مقایسه با حالت سرد بهتر انجام می‌شود. بنابراین ابتدا باید خنک‌کننده را خاموش نمود و پمپ را روشن نگه داشت تا دمای سیال به حدود ۱۵۰ تا ۱۸۰ درجه فارنهایت برسد و سپس با سرعت عمل تخلیه را انجام داد.

اگر نقاط تخلیه همگی در پایین سیستم لوله کشی باشد، کار تخلیه یا پمپاژ راحتر است. در غیر این صورت برای باز کردن شیرهای تخلیه و یا حتی حذف شیرهای تخلیه، شلنگ‌های فلزی و سایر اجزای سیستم لوله کشی مورد نیاز را باید آماده نمود. در این حالت می‌توان از نیتروژن فشرده برای خارج کردن مایع سیال از یک انتهای باز حلقه استفاده نمود.

▪ ۲-۵-۳ علائم بیانگر نیاز سیستم به تمیز کاری

ایجاد کک روی جداره‌های دیگ روغن داغ بیانگر نیاز سیستم به کک زدایی است. حرارت غیر همگن بیش از اندازه، یا مانع و مقاومتی برای حرکت سیال در مسیر لوله‌های حرارتی موجب بالا رفتن دمای سیال حرارتی شده و در صورتی که دمای روغن در داخل دیگ به بیش از حداکثر دمای کاری مجاز آن (حدود ۳۲۰ درجه) افزایش یابد، به سرعت باعث اکسیدشدن (سوختن) سیال حرارتی و ایجاد کک در سیستم و اسیدی شدن سیال می‌شود. در عمل این اتفاق در فاصله زمانی کوتاهی سیستم را از کار خواهد انداخت. بنابراین لازم است که دیگ روغن داغ کک زدایی شود.

در صورت نشست کک روی جداره داخلی لوله‌ها، توسط بخار آب و هوا عمل کک زدایی انجام می‌شود. بدین ترتیب که توسط بخار آب با فشار زیاد سیال داخل لوله شسته شده و سپس کک موجود روی جداره با هوا محترق می‌شود و با فشار هوا ذرات آن خارج می‌گردد. امروزه جهت کک زدایی از یک ماده سابنده، همراه گاز با فشار زیاد استفاده می‌گردد.

مایعات کک زدایی معمولاً مایعاتی با مقدار زیاد حلال هستند که با هدف رقیق کردن سیال موجود که ممکن است پس از مدتی در دمای محیط حالت چسبندگی یا همان کک زدگی پیدا کند استفاده می‌شود تا

این کک زدگی را از سیستم تخلیه نماید. بر خلاف مواد پاک کننده، مایع کک زدایی رسوبات سیستم را حذف نخواهد کرد. مایع کک زدایی باید بطور کامل از سیستم خارج شوند تا از فاسد شدن سیال جدید جلوگیری شود.

سیستم‌های جدید به ندرت نیاز به کک زدایی قبل از پرکردن دارند. آلاینده‌هایی مثل گرد و غبار، ذرات فلزی، یا سایر مواد جامد به طور معمول در هر دیگ جدید ممکن است وجود داشته باشد، بنابراین قبل از استفاده بهتر است سیستم بطور کامل تمیز شود.

هنگامی که عمل تمیزکاری انجام می‌شود، باید توجه خاصی به زمان شستشو و سلامت کاسه نمدها و طریقه دفع سیال گردد. یک اشتباه متداول آن است که سعی شود تمیزکاری به طور فشرده در آخر هفته انجام و راه اندازی صبح روز شنبه آغاز شود. این امکان فقط برای سیستم‌های کوچک و غیر پیچیده میسر است. زیرا زمان قابل توجهی در دمای لازم برای تمیزکازی مورد نیاز خواهد بود و شستشوی مناسب به سرعت انجام نمی‌شود.

۴

فصل چهارم

اصول ایمنی و بازرسی‌های دوره ای

اصول ایمنی و بازرسی‌های دوره ای

۱-۴ حفاظت ظروف تحت فشار

همانگونه که در فصل دو بیان شد، دیگ‌های بخار از نظر کاربرد به چهار دسته تقسیم می‌گردند:

۱. **دیگ‌های آب گرم:** فشار داخل آنها برابر با فشار اتمسفر یا ۷۶۰میلی‌متر جیوه باشد.

۲. **دیگ‌های فشار ضعیف:** فشار داخل آنها بیش از یک اتمسفر و کمتر از ۱۰اتمسفر باشد.

۳. **دیگ‌های فشار متوسط:** به دیگ‌های اطلاق می‌گردد که فشار داخل آنها بین ۵ الی ۱۵اتمسفر و یا ۷۵ psi الی ۲۲۵ psi می باشد.

۴. **دیگ‌های فشار قوی:** به دیگ‌هایی اطلاق می گردد که فشار داخل آنها بیش از ۱۵ اتمسفر باشد.

این دسته از دیگ‌های بخار معمولاً نیروگاهی بوده و یا دربرخی صنایع خاص که نیاز به فشار و حرارت زیادتری داشته باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در مبحث دیگ‌های بخار و سایر ظروف تحت فشار با این دسته بندی، دو نوع حفاظت و ایمنی را باید در نظر گرفت:

- **حفاظت از بدنه و تجهیزات ظروف تحت فشار که به آن حفاظت آشکار گفته می‌شود.**
- **حفاظت از محیط بهره برداری ظروف تحت فشار که به آن حفاظت نهان (شیمیایی)می گویند.**

علاوه بر حفاظت‌های مربوط به ظروف تحت فشار، حفاظت فردی در محدوده کارگاهی تاسیسات نیز بسیار حائز اهمیت است. در این بخش حفاظت آشکار، حفاظت نهان و حفاظت فردی به تفصیل شرح داده شده است.

■ ۱-۱-۴ حفاظت آشکار

آنچه که به حفاظت آشکار معروف است، خطراتی است که از عملکردهای مکانیکی تجهیزات ظروف تحت فشار پیش می‌آید مانند: جوشکاری‌ها، عمل نکردن سیستم های کنترل کننـده برقی و مکانیکی و رعایت نکردن اصول ایمنی در زمان ساخت تك تك اجزاء دیگ بخار و...

به طور مثال در مرحله ساخت، زمانی که ساخت دیگ بخار از نظر پوسته و شبکه تمام شد، دیگ در کـوره هـای مخـصوص که تا ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت دارد تا ۲۴ ساعت تحت حـرارت فـوق مانده و سپس دیگ بخار از نظر جوشکاری و سایر موارد، بصورت یکپارچه در می‌آید. اگر این عمل بدرستی انجام نپذیرد، ضریب ایمنی در ساخت دیگ پایین می‌آید.

چندین عامل برای جلوگیری از بروز خطرهای احتمالی در دیگ‌های بخار در بخش حفاظت آشکار وجود دارد. مهمترین آنها، اپراتور و کنترل‌کننده‌های دیگ می‌باشند که در زیر شرح داده شده است:

۱. **اپراتور:** که باید در تمام مدت بهره برداری از دیگ بخار، حضور داشته و توجه داشـته باشد که دیگ بخار از نظر فشار، آب داخل دیگ بخار و حرارت (در دیگ‌های آبگرم) تحت مراقبت باشد.

همچنین اپراتور باید جهت جلوگیری از کارکردهای غیر اصولی به موارد زیر توجه نماید:

- **سیستم راه اندازی در دیگ بخار را کنترل نماید که شامل پرشرها، لـول کنتـرل، تابلوی برق و مشعل می‌باشد.**
- **توجه داشته باشد که تایمر مشعل دقیق عمل نماید زیرا اکثر خطرات در زمانی ایجاد می‌شود که هنگام تخلیه، نسبت هوا و سوخت داخل کوره تنظیم نباشد.**
- **توجه داشته باشد که بعد از روشن شدن دیگ بخار مواردی ماننـد فـشار سـوخت، فـشار بخار، فشار آب تغذیه‌کنترل گردد. این کنترل با یادداشت نمودن حالت بهره برداری در جـداول مخـصوص کـه معمولاً باید در هر ساعت نوشته شود امکان‌پذیر است. چنانچه اپراتور حالت های غیر عادی مشاهده نمود، با اطلاع به مـسئولین فنی، می‌تواننـد رفـع عیـب نموده و از خطرات احتمالی جلوگیری نمایند. متاسفانه در برخی مـوارد مـشاهده می‌گردد که دیگ بخار بدون اپراتور کار می‌کند. در این موارد امکان رخداد حادثه زیاد می‌باشد.**

۲. **کنترل کننده ها:** که برخی کاملاً الکتریکی (مانند فتوسل) و بعضی مکـانیکی (ماننـد سوپاپ اطمینان) و برخی دیگر هم برقی و هم مکـانیکی هـستند (ماننـد لـول کنتـرل و پرشـر سوئیچ). چنانچه هرکدام از کنترل‌کننده‌های فوق سالم نباشند، ایجاد خطر می‌نماید. در ادامه به تفصیل موارد فوق توضیح داده می‌شود.

۱-۲. کنترل کننده های الکتریکی:

مهم ترین آنها فتوسل است و خطراتی که از ناسالم بودن فتوسل پیش می آید به شرح زیر می‌باشد:

- با ایجاد جرقه در مدار مشعل فتوسل وارد عمل شده، تا زمانی که شعله کامل گردیده و جرقه قطع گردد. به محض اینکه سوخت رسانی کامل شد، فتوسل به یک رله فرمان می دهد که مدار برق موتور تایمر قطع گردد. تا زمانی که دیگ بخار روشن است، فتوسل مدار الکتریکی را ثابت نگهداشته و تغییراتی جز اینکه شعله بوسیله کنترل کننده های دیگر خاموش شود انجام نمی دهد. به محض خاموش شدن عادی شعله، فتوسل‌مجدداً از مدار خارج شده و به کنترل های دیگر از جمله شیر سوخت فرمان قطع می‌دهد. چنانچه شیر سوخت، در زمان خاموش بودن مشعل (از نظر الکتریکی و مکانیکی) به عللی زیر بار باشد (باردار برقی)، باعث خواهد شد که سوخت مایع وارد محفظه دیگ بخار گردیده و تبدیل به گاز شود. در چنین حالتی، مقدار زیادی از سوخت مایع تبدیل به گاز گردیده و چنانچه جرقه‌ای خارج از حالت عادی ایجاد گردد باعث انفجار شدید خواهد شد. حتی اگر مشعل در حالت نرمال باشد و جرقه‌ای بی‌مورد ایجاد نشود، باز سوخت مایع تولید خطر خواهد کرد مگر اینکه سوخت جمع شده در کوره بوسیله‌ای خارج گردد. فتوسل کاملًا برقی بوده و بجز فتودیودی که از نظر مقاومتی تحت تاثیر نور، جریان جزئی وارد مدار کنترل کننده می نماید چیز دیگری وجود ندارد.
- قابل ذکر است وقتی مشعل از نظر تایمر با مشکل روبرو شود، تا زمانی که دیگ بخار سرد است فقط در روشن شدن مشعل مشکل ایجاد می شود و چندان خطری ندارد. ولی در زمانی که دیگ بخار گرم است، اختلال در تایمر ایجاد حادثه می‌نماید. چون زمانی که دیگ بخار گرم است، هر سوختی(مازوت-گازوئیل-گاز) تبدیل به گاز خواهد شد. چنانچه کنترل کننده زمان (تایمر) خوب عمل نکند با روشن شدن مشعل، جرقه ایجاد شده و گازی که در محفظه داخل جمع شده است با انفجار شدید باعث صدای مهیب و شاید از جا کنده شدن مشعل بشود. این عمل در فرش گیلان، کارخانه بهپاک و کارخانه پودر ماهی بندر انزلی مشاهده شده و متأسفانه خطر جانی نیز در برداشته است.

۲-۲. کنترل کننده‌های مکانیکی:

مهم‌ترین آن‌ها سوپاپ اطمینان می باشد که به شرح زیر می باشد:

- سوپاپ اطمینان یکی از کنترل کننده های دیگ بخار می‌باشد، که در حالت مکانیکی کار انجام می‌دهد. این دستگاه شامل مجموعه سوپاپ، شفت، فنر و مهره تنظیم کننده می باشد که مهم ترین عمل را فنر انجام می‌دهد. زمانی که فشار داخل دیگ بخار از حالت نرمال (حالت تنظیم) زیادتر گردید، فنر داخل سوپاپ جمع شده و دیسک از محل نشیمن‌گاه خود جدا شده و بخار یا آب داخل دیگ که تحت فشار بوده از آن خارج می‌گردد و حالت خطر مرتفع می شود. مزیت سوپاپ اطمینان نسبت به دیگر کنترل کننده‌ها این است که همراه با صدا می باشد و در اثر صدای شدید، اوپراتور نیز از حالت غیرعادی دیگ بخار آگاه می‌گردد.

۳-۲. کنترل کننده های دوگانه:

دارای عمل دوگانه برقی و مکانیکی می باشند و مهم ترین آنها لول کنترل (کنترل سطح آب) می باشد:
لول کنترل در دیگ‌های بخار قابل استفاده است و در دیگ‌های آبگـرم، کارآیی ندارد. این سیستم دارای دو نوع کنترل می باشد. نوع اول کنترل که بوسیله جیوه یا به طریق مغناطیسی انجام می‌شود، در اثر کـم و زیاد شدن سطح آب در داخل دیگ بخار به پمپ تغذیه فرمان داده می‌شود که از طریـق مدار الکتریکی باردار شده و آب با فشار لازم وارد محفظـه گردد و بـرعکس وقتی که سطح آب به حد مورد نیاز رسید، جریان آب را قطع نماید. در نوع دوم کنترل، چنانچه آب داخل دیگ بخار از حالت نرمال پائین تـر بیایـد و پمـپ تغذیـه عمل نکند، از طریق کنترل کننده اصلی در داخل تابلو دستور خاموشی مـشعل صـادر و آژیر خطر به صدا در می آید. از نظر ساختمانی، این سیستم دارای پوسته، فلوتر، میله فلوتر، لوله هدایت میله فلـوتر و سیستم هدایت جریان برق می‌باشد و همان طور که ذکر شد ممکـن اسـت کنتـرل برقی، مغناطیسی یا جیوه‌ای باشد.

■ ۲-۱-۴ حفاظت نهان (شیمیایی)

همان‌گونه که انسان برای زندگی خانوادگی، محیط امنی برای خود انتخاب می نمایـد، برای کار نیز باید محیط امن و سالمی ایجاد شود که متأسـفانه بـه ایـن نکتـه کمتر توجه می گردد و مسئولین (مخصوصاً بازرسان) بایـد بـه ایـن مشکل نیـز توجـه داشـته باشـند. مشکل شیمیایی که ما از آن بعنوان خطرات نهان نـام می بریم، خطر گازهای سمی است که عبارتند از:
گازهای CO_2، CO، SO_2، SO_3، NO_2 و H_2O در اثر تجزیه سوخت، در محیط آزاد شده و در فضای سالن بـا اکـسیژن و نیتروژن هوا مخلوط شده و ملکولهای دیگری تشکیل می گردد که در اثر تنفس آنها، انـسان دچار خفگی می گردد. همچنین باید یادآور شد، گازهایی که حالت خفگی ایجاد می‌نمایند، ضرر و زیانشان کمتر از گازهایی است که در اثر مرور زمـان در ریـه رسوب کرده و باعث امراض خطرناکتری می‌شوند. بطور مثال: شـاید اکـسید سرب به میزان کم، چندان قابل توجه نباشد ولی به مرور زمان روی اعصاب اثر گذار بوده و فرد یا افرادی که در آن محیط کار می کنند، پس از مدت زمانی دچار بیماریهای عصبی و یـا از کار افتادن قسمتی از ریه می‌شود. برای چاره اندیشی در این موارد باید:
۱. تنظیم مشعل از نظر سوخت و هوا دقیق باشد. تنظیم مشعل مانند کاربراتور ماشین می باشد و بایستی درصد مخلـوط سـوخت و هـوا بطور دقیق عمل نماید. چنانچه محاسبات سوخت‌ها را از نظر احتراق مقایسه نماییم، خواهیم داشت:
◣ در سوخت های فسیلی، کربن به CO_2 تبدیل شده و احتراق کربن کامل می شـود و از آنجایی که می‌دانیم نیتروژن بیشترین حجم هوا را اشغال کرده (۷۹٪) لذا اگر NO_2 بوجود آید، مخـرب ترین دوده های اسیدی را ایجاد خواهد کرد و چنانچه درجه حرارت سـوخت پائین باشد، اتلاف انرژی بیشتری را بوجود خواهد آورد. در مناطق شمالی کـشور

(در استانهای گیلان، مازندران و گلستان) چنانچه گاز سولفور در اثر سوخت های فسیلی ایجاد شود، سریعاً با هوای مرطوب، ابری ترکیب شده و اسید سولفوریك ایجاد می‌گردد و حالت سرفه شدید و خفگی ایجاد می نماید.

- در سوخت های سنگین، مانند نفت کوره (مازوت) که ناخالصی آن نسبت به سوخت های سبك بیشتر است، درجه اشتعال بالاتر است و سوخت باید قبل از ورود به دستگاه (مشعل)، ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی گراد گرما داشته باشد. بنابراین در سوخت‌های فسیلی مشخصه هایی مانند ارزش حرارتی، مقدار ناخالصی، ویسکوزیته، نقطه اشتعال و غیره باید در نظر گرفته شود و دمای اولیه این سوخت‌ها به حد ایده آل درجه اشتعال برسد.

۲. لوله های دود عاری از هر نوع عامل یا مانعی باشند که در مسیر هدایت دود اشکالی ایجاد نشود.

۳. دودکش دیگ بخار در حد استاندارد باشد. چنانچه بلندتر از حالت عادی باشد، اتلاف حرارت زیاد خواهد شد و اگر کوتاهتر از حد معمول باشد، مکش به قدر کافی انجام نخواهد شد. بنابراین دودکش‌ها را برای دیگ‌های بخار فشار کم و ظرفیت پائین بین ۶ تا ۹ متر با قطر مورد نیاز انتخاب می نمایند ولی در نیروگاه‌ها تا ارتفاع ۵۰ متر نیز ساخته و نصب می‌شوند.

۴. کلیه منافذ دیگ از نظر خروج دود، در اطراف دودکش و دریچه های عقب و جلو محدود باشد، تا خروج دود به فضای دیگ خانه به هیچ وجه وجود نداشته باشد. خطرناکترین حالت، نشتی دود به داخل سالن دیگ خانه است.

استفاده درست از مواد سوختنی دارای دو حسن می باشد:

- از نظر مقدار حرارت حاصل از اشتعال که با تنظیم درست مخلوط سوخت با هوای لازم منجر به استفاده حداکثری از انرژی می‌گردد که از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت است.
- از نظر ایمنی جسمی پرسنل که منجر به کاهش مواجه افراد مشغول به کار در سالن دیگ بخار با امراض گوناگون است.

به منظور استفاده درست از مواد سوختنی:

- رنگ شعله دیگ بخار باید آبی باشد که در این حالت کمترین مقدار CO_2 و یا SO_2 ایجاد شده است و می توان گفت ۹۵٪ ارزش حرارتی سوخت قابل استفاده بوده است. همچنین بایدحداکثر استفاده از حرارت ایجاد شده نیز صورت پذیرد. بطور مثال، استفاده از گرمای ایجاد شده، بستگی به پاس های دیگ بخار دارد، که در دیگ‌های چهار پاسه حداکثر استفاده از آن بعمل می‌آید.
- از نظر اقتصادی، حداقل اتلاف انرژی بعمل آمده باشد.
- از نظر محیط زیست، حداقل آلودگی را داشته باشد.
- پرسنل شاغل در معرض بوی نامطبوع گازهای سمی قرار نگرفته باشند.

■ ۳-۱-۴ حفاظت فردی

یک مورد مهم در حفاظت فردی، جلوگیری از صداهای ناهنجار می باشد که این صداها بیشتر از مشعل تولید می شود. هرچه مشعل بی صداتر باشد آرامش پرسنل بیـشتر اسـت. صـدای مـشعل زمانی بیش از حد معمول خواهد بود که:

۱. فن مشعل از تنظیم (بالانس) خارج شده باشد.
۲. میزان سوخت و هوا درست نباشد.
۳. نشت بخار از اتصالاتی مانند سوپاپ اطمینان، شیر آلات و غیـره وجود داشته باشد.

به عنوان مثال زمانی که اپراتور شیر تخلیه را باز می کند صدای شدیدی بوجـود می‌آید اما با توجه به اینکه اپراتور آگاهانه این کـار را انجام می‌دهد نسبت به مواردی که چنـدین بـار به صورت غیر منتظره این گونه صداها ایجاد می‌گردد اثر روانی کمتری خواهد داشت.

برای حفاظت فردی، مواردی به شرح زیر حین کار بر روی دستگاه یا در محیط دیگ خانه باید رعایت شود:

۴. بالای دیگ بخار دارای حفاظ باشد که در زمـان انجـام کـار، پرسـنل بتوانـد براحتی کارهای لازم را انجام دهند.
۵. دیگ‌های بخار دارای پله های مناسب جهت صعود کارگر باشد. نـصب پلـه باید بطریقی طراحی شده باشد که دارای شیب به طرف داخل باشد که کارگر به راحتی بتواند از آن بالا برود و چنانچه به عللی دست او رها شد سقوط نکند.
۶. اپراتور باید دستکش مناسب در اختیار داشته باشد، تا در زمـانی کـه روی دیـگ بخار داغ کار می کند دچار سوختگی نشود.
۷. اپراتورها باید دارای کفش ایمنی با کف آجدار باشند که در زمانی که در بـالای دیگ بخار کار می کنند لیز نخورد.
۸. اپراتورها باید عینك حفاظ‌دار با شیشه تلقی داشـته باشـند تـا موقعی که شیـشه های آب نما را بررسی می‌نمایند در اثر نشتی بخار دچار مشکل نشوند. در سالن‌هایی که اثر بوی گازهای تولید شده از دیگ بخار وجود دارد، اپراتورها باید از ماسک‌های مخصوص ضد گاز استفاده نمایند. در سالن‌هایی که دارای صداهای زیاد می باشد از گوشی هـای مناسـب اسـتفاده کنند. اطاقك اپراتوری جهت کنترل های دیگ به دو طریق باید تعبیه گردد:

- بطور مثال در سالنی که ۳ دستگاه دیگ بخار نصب شده است، می تـوان جـائی را در مناسبترین نقطه ایجاد کرد که اپراتور بـا نگـاه کـردن بـه مانومترهـا از نظـر فـشار و روشن و خاموش کردن دیگ‌ها را کنترل کند.
- چنانچه چنین مکانی وجود نداشت، می توان کنترل‌های اصلی را بوسیله انتقال تابلوی کنترل به داخل اطاق اپراتور انجام داد کـه اینگونـه کنترل‌ها را کنتـرل الکتریکی گویند.

۹. افزایش دانش فنی پرسنل به دلیل آنکه مهم ترین مشکل در حفاظت و ایمنی دیگ‌های بخار کمبود دانش فنی پرسـنل می باشد و این مشکل به طرق مختلف ایجاد می شود:

◣ ارایه نکردن اطلاعات از طرف سازندگان دیگ بخار. بطور مثال در کشورهای صنعتی، سازندگان حتی برای بی خطرترین دستگاهی که تولید می نمایند کتابچه‌ای را همراه با دستگاه تولید شده ارائه می نمایند که کلیات استفاده از آن را به خریدار نشان داده است. در صورتی که در صنایع ایران این مسئله کمتر دیده می‌شود.

◣ شناخته نشدن ارزش مشاور فنی در زمان خرید، نصب و غیره.

◣ از هم گسیختگی بازار کار که جای افراد فنی در بازار کار مشخص نیست. بطور مثال، افرادی برای مدتی در کارهای تاسیسات کار کرده اند و شاید فن لوله کشی را یاد گرفته اند اما در زمانی که در یك شرکتی اقدام به نصب دیگ بخار می نمایند، طبعاً پیشنهاد قیمت افراد فنی، نسبت به تخصصشان، بالاتر از افراد این غیر فنی می‌باشد و در نتیجه برنده کاراین افراد هستند که قیمت کمتری پیشنهاد کرده اند. درحالیکه تخصص فنی و آشنایی کافی با اصول اساسی کار فنی دیگ‌های بخار، که مادر تاسیسات است را ندارند و در این صورت سیستم ایمنی را یا انجام نمی دهند و یا ناقص انجام می دهند و نتیجتاً اتفاقات ناگواری در حین کار بروز می‌نماید. لذا در این خصوص نیاز به ایجاد یک تعهد در خصوص به کارگیری افراد متخصص و فنی برای نصب و راه اندازی ظروف تحت فشار الزامی است.

◣ ناآگاه بودن صاحبان صنایع از امکانات آموزشی وزارت کار. در این مورد به شرکت‌ها و صاحبان صنایع کمتر آگاهی داده شده که افراد می توانند از طرف شرکت‌هایی آموزش‌های لازم در این زمینه را کسب نمایند.

۱۰. پرداختن به راهکارهای جدیدی که در گذشته توجه کمتری به آنها شده و امروزه می‌توان از این راهکارها و تجهیرات کمک‌کننده بر روی دیگ بخار و در سالن های دیگ‌های بخار استفاده نمود که هم به نفع کارفرمایان می باشد و هم در حفاظت و ایمنی پرسنل شاغل موثر است. این موارد به شرح زیر می‌باشند:

◣ نصب ترموکوپل‌های مناسب (دماسنج) روی دودکش های دیگ بخارکه این سیستم بصورت اجباری روی دیگ‌های ساخت خارج نصب می گردد اما در ایران هنوز همه سازندگان به آن توجه نمی کنند. در زمان ساخت تابلوی برق، ترمینال این سیستم بهتر است به گونه‌ای طراحی شود که به صورت الکتریکی به آژیر دیگ بخار وصل گردد. زمانی که آب دیگ بخار در سطح پائین باشد و یا شعله از نظر تنظیم نامناسب باشد، حرارت دودکش بالا رفته و باعث حادثه خواهد شد. بنابراین نصب چنین دستگاهی یکی از ملزومات حفاظت ایمنی می باشد.

◣ نصب مانومتر دیجیتالی بعنوان کنترل دقیق فشار داخل دیگ بخار از ملزومات حفاظت می‌باشد. در اکثر اوقات مشاهده می‌گردد که مانومترها یا عمل نمی‌کنند و یا دقیق نیستند. دلیل این امر آن است که هنوز کالیبره کردن سیستم سنجش (کنترلی) در صنایع ناشناخته است. چنانچه بعلت گران بودن نسبی صاحبان صنایع تمایل به آن نداشته باشند، می توان بعنوان یدک یک مانومتر سالم در انبار داشته باشند و هر ساله دو مرتبه بوسیله آن بقیه مانومترها را کالیبره نمایند.

◣ نصب دستگاه‌های اندازه گیری گازهای سمی در سالن دیگ بخار که تا کنون به آن کمتر توجه شده است. گازهایی که در اثر سوخت‌های فسیلی در سالن‌ها ایجاد می گردد، از نظر طبقه بندی جزء حفاظت کار نهان می باشد که خطرات آن کمتر از حفاظت آشکار نیست و لذا باید به آن توجه نمود.

۱۱. وسیله روشنایی دستی. یك نوع وسیله روشـنایی بایـد در اختیـار اپراتـور باشـد مانند چراغ قوه و یا سیستم UPS که اپراتور بتواند در زمان خاموشی از آن استفاده کرده و دچار حادثه نشود.

■ ۴-۱-۴ آرایش، تمیزی، سطح کار و هم سطحی

آنچه که در صنایع با عنوان 5S (نظام آراستگی) شناخته می‌شود، متشکل از نظم و رعایت اصول چیدمان تجهیزات در بهره برداری و ایمنی بیشتر می‌باشد که در موارد زیر جهت اتاق تاسیسات عنوان گردیده است:

۱. رنگ آمیزی دستگاهها: علاوه بر آنکه در سیستم تولید بخار می‌بایستی کلیـه لولـه های انتقال بخار، آب خام، آب تصفیه شده، هوای فشرده و بخـار کنـدانس شـده هـر کدام به رنگ مخصوص مشخص گردد بهتر است بدنه دیگ هـای بخـار و دیوارهـای سالن نیز هر ساله رنگ آمیزی گردد. این عمل هم از پوسیدگی دستگاهها جلـوگیری می نماید و هم از نظر روانی اثر گذاری مثبتی خواهد داشت.

۲. تمیز کردن دستگاهها: هرچه دستگاهها تمیزتـر باشـند در روحیـه کارگران شادابی ایجاد کرده و در تشخیص عیب نیز موثر است.

۳. آرایش دستگاهها: دستگاهها در کارخانجات نباید بصورت نا هماهنگ نصب شـوند. بعنوان نمونه در کارخانجات مواردی مـشاهده می‌شود کـه پس از آن کـه تمـام دستگاههای تولیدی نصب می‌گردد به یاد دیگ بخار و مرکزیت آن می‌افتند و از آنجایی که گاهاً مکـان مناسبی وجود ندارد، دیگ را در محوطه نصب می نمایند بدون اینکه به مسائل حفاظتی توجه داشته باشند.

۴. تمیز بودن سطح کار: سطح سالن دیگ بخار باید عاری از روغـن، گـرد و خـاک و غیره باشد. معمولًا کف سالن را باید از موادی بسازند که حالت لغزندگی نداشته باشـد. رنگ و نوع استحکام کف نیز حائز اهمیت است که متاسفانه به این موارد نیز کمتر توجه می‌شود.

۵. هم سطح بودن سالن دیگ بخار و پوشش کانال‌ها: بطور مثال، در تـاریکی شـب که قطعی برق ایجاد می‌شود و اپراتور می‌خواهد جهـت جلـوگیری از خطـرات احتمالی وارد عمل شود ناهموار بودن سطح سالن و نداشتن پوشش مناسب روی کانال‌ها، در هر لحظه امکان حادثه وجود دارد. بنابراین بایستی کلیه سطح سـالن به جز فونداسیون دیگ بخار کاملًا هم سطح و صاف اجرا گردد.

۲-۴ انواع تست و آزمون‌های ادواری

مولدهای بخار نیاز به بازرسی منظم و سالانه دارند اگرچه در صورت خرابی، تعمیرات، عمر بالای سیستم و یا قوانین هر کشور ممکن است بازرسی‌های زودتر از موعد نیز مورد نیاز باشد. بازرسی‌های دوره‌ای به منظور به حداقل رساندن زمان توقف سیستم‌ها ناشی از خرابی و اطمینان از عملکرد صحیح آنها اجباری می‌باشند.

مالک یا استفاده‌کننده از مولد بخار مسئولیت آماده‌سازی مولد بخار برای بازرسی را برعهده دارد. همچنین مراحل آماده‌سازی و انجام تست هیدرواستاتیک در مواقع لزوم نیز برعهده وی می‌باشد. بازرس موظف است زمان بازرسی مخازن را یک هفته قبل به کارفرما اعلام نماید. این زمان می‌تواند براساس قوانین هر کشوری و بنا به نیاز تغییر نماید.

استاندارد مربوط به مولد بخار تحت فشار (ASME(Section VIII می‌باشد. علاوه براین، قوانین هر کشوری نیز ممکن است تغییراتی در آن ایجاد نماید. بنابراین مالک یا استفاده‌کننده از مولد بخار باید به تمامی این الزامات آگاهی کامل داشته باشد.

کلیه بازرسان باید قبل از شروع عملیات بازرسی گزارش بازرسی قبلی و هرگونه پرونده مربوط را مطالعه نمایند. عملیات بازرسی شامل یک بررسی کلی و تحلیل سمت خشک (داخل کوره) و سمت‌تر (داخل مولد بخار) می‌باشد. همچنین بازرسی ممکن است شامل بررسی اکونومایزرها، گرمکن‌های خط تغذیه آب ورودی، دی‌ارتیورها و.... باشد.

بازرسین در طی عملیات بازرسی به دنبال نشانه‌ای از خوردگی، نشتی و ترک، رسوبات و سایر صدمات وارده به مولد بخار هستند. ایشان موظف به تهیه عکس از ایرادات بالقوه و بالفعل بوده و بایستی تمامی آن را در گزارش خود منعکس نمایند. همچنین بازرسین باید از صحت عملکرد و ایمنی مولد بخار نیز اطمینان حاصل نمایند.

در این قسمت به بندهای مربوط به بازرسی مخازن، ذکر شده در آیین‌نامه حفاظتی وزارت کار اشاره شده است:

- هر مولد بخار باید دارای گواهینامه‌ای که شامل کلیه مدارک و مشخصات فنی که از طرف سازنده بکار رفته باشد و همچنین محاسبات فنی و ابعاد و اطلاعاتی که با لوحه شناسایی دیگ تطبیق نماید در آن ذکر شده باشد.
- گواهینامه دیگ در ماده ۶ باید شامل کلیه آزمایش‌های مخرب و غیر مخرب که در حین ساخت مولد بخار روی مصالح و خود آن به عمل آمده است باشد.
- گواهینامه مذکور باید درتمام مدت در کارخانه نگهداری و در صورت مطالبه بازرسان کار ارائه گردد.
- مولد بخار باید از داخل و خارج به وسیله بازرسانی که از طرف مقام صلاحیت‌دار اجازه داشته باشند به ترتیب زیر بازرسی گردد:

۱. درحین ساخت.
۲. بعد از نصب و قبل از آن که به کار انداخته شود.
۳. پس از هر نوع تعمیر اساسی یا قبل از راه اندازی مجدد.

۴. در فواصل کمتر از ۱۲ ماه.

- هر زمان که از طرف مقام صلاحیت‌دار دستور بازرسی داخلی مولد بخار صادر شود مالک یا بهره بردار موظف است برای موعد تعیین شده، دستگاه را سرد، تخلیه، باز و شستشو نماید.
- در مورد مولدهای بخار با اجاق داخلی لازم است برای تسهیل عمل بازرسی، قطعات شبکه و همچنین مقداری از آجرهای نسوز دور دهانه و قطعات دیگری که مزاحم بازرسی مورد نظر باشد برداشته شود.
- برای آزمایش آب سرد (هیدرواستاتیک) فشار آزمایش نباید از یک برابر و نیم حداکثر فشار موثر مجاز مولد بخار تجاوز نماید و این آزمایش طبق ترتیباتی که از طرف مقام صلاحیت‌دار داده می‌شود، باید صورت گیرد. علاوه بر آزمایش هیدرواستاتیک لازم است قسمت‌هایی که در آنها قطعات تقویتی جوشکاری شده و در این آزمایش معایب آنها معمولاً ظاهر نمی‌گردد، از طریق سوراخ‌هایی که به این منظور در قطعات تقویتی تعبیه گردیده آزمایش لازم به عمل آید.
- برای آزمایش هیدرواستاتیک لازم است سوپاپ‌های اطمینان برداشته شود و محل آنها به وسیله درپوش با مقاومت کافی مسدود گردد.
- پس از آزمایش آب سرد طبق ماده ۱۲سوپاپ‌های اطمینان را باید مجدداً سوار نموده، دستگاه را با فشار عادی مربوطه برای مطمئن شدن از صحت کار سوپاپ‌های اطمینان آزمایش نمود.
- چنانچه در اثر بازرسی معلوم گردد که بکار انداختن دستگاه، قابل اطمینان نیست و یا آنکه دستگاه مجهز به لوازم حفاظتی کامل نبوده و یا این لوازم به نحوی صحیح تنظیم و ترتیب داده نشده، تا زمانی که نقصهای مشخص شده مرتفع نگردد، به کار انداختن دستگاه ممنوع خواهد بود.
- در صورتی که در ضمن بازرسی معایب و فرسودگی‌هایی مشاهده گردد که احتمال انفجار دستگاه برود، لازم است فشار مجاز دستگاه را به حد کافی تقلیل دهند، تا از امکان خطر احتمالی جلوگیری شود و این تقلیل فشار باید با رعایت مدت کارکرد و میزان فرسودگی دستگاه تعیین گردد.
- نکاتی که در حین بازرسی باید رعایت شوند عبارتند از:

۱. امتداد شعله باید در محور کوره قرار گیرد.
۲. دستگاه‌های تنظیم‌کننده سطح آب در وضعیت پایین و بالا باید به نحو مطلوب عمل نماید.
۳. حصول اطمینان از احتراق کامل.
۴. حصول اطمینان از صحت کار کلیه سیستم‌های خودکار.
۵. انجام سایر آزمایش‌های ضروری.

- ولتاژ چراغهای الکتریکی دوره گرد یا ابزارهای برقی دستی که برای بازرسی یا تعمیرات مولد بخار به کار برده می‌شود نباید از ۲۴ ولت تجاوز کند (به استثنای دستگاه جوشکاری الکتریکی)

بازرس مجاز داری مسئولیت‌های زیر است:

۱. کنترل اعتبار آخرین گواهی سازگاری
۲. بازرسی دیگ از داخل و خارج

۳. بررسی محاسبات، نقشه‌ها، و روش‌های جوشکاری تعمیرات
۴. کنترل مواد تعمیر از لحاظ سازگاری با مقتضیات آیین نامه
۵. کنترل رویه‌های جوش کاری
۶. کنترل صلاحیت جوش کاری و متصدیان جوشکاری
۷. بازرسی کار تعمیر پس از تکمیل
۸. امضای فرم تعمیر جوش
۹. تکمیل گزارش بازرسی
۱۰. ارائه گزارش بازرسی به مقامات قانونی در زمان مقتضی

بازرس مجاز تضمین می‌کند که کلیه بازرسی‌های لازم مطابق با قوانین و مقررات قانونی انجام می‌شود.
به طور کلی به سه طریق می‌توان دیگ‌های بخار را در زمان بهره برداری تست کرد:
۱. تست هیدرولیک
۲. تست هیدرواستاتیك
۳. تست ضخامت سنجی

■ ۴-۲-۱ تست هیدرولیک

وقتی که دیگ بخار مورد بهره برداری قرار می‌گیرد، می توان توسط آب سرد یا آب گرم به وسیله پمپ تغذیه دیگ در آن فشار لازم جهت تست را اعمال کرد. معمولاً پمپ‌های تغذیه دارای کلید روشن و خاموش دوحالته هستند. این کلید در زمان بهره برداری در حالت اتوماتیك قرار می‌گیرد. هر زمانی که سیستم لول کنترل به آن فرمان دهد (مدار آن را برقرار نماید)، الکتروپمپ روشن می‌شود اما به محض اینکه به مرحله سطح تنظیم شده رسید، برق آن قطع و متوقف می‌شود. اما در حالت دستی تا زمانی که توان پمپ، فشار لازم را داشته باشد کار خواهد کرد که به آن هد پمپ گفته می‌شود. بنابراین به حالت دستی مقدار فشار داخلی دیگ برابر هد پمپ ایجاد می‌شود که به این حالت تست هیدرولیك می‌گویند.

■ ۴-۲-۲ تست هیدرواستاتیک

تست هیدرو استاتیک حداقل هر سال یک بار باید توسط شرکت‌های مورد تایید وزارت کار و با صلاحیت روی دیگ‌های بخار صورت گیرد و یکی از الزامات آئین نامه ایمنی دیگ‌های بخار است. قبل از عمل تست هیدرو استاتیک از کارکرد صحیح فشار سنج دیگ بخار و کالیبره بودن آن باید مطمئن شویم. برای انجام آزمایش پس از سرد شدن دیگ بخار اقدام به تخلیه آب آن از طریق شیر تخلیه و باز کردن شیر هواگیری می‌کنیم. پس از تخلیه کامل ستون‌های فلوتر، شیشه‌های آب نما و شیر خروجی بخار و هم چنین شیر تخلیه

زیر آب دیگ و همه فلنج‌های باز شده را به وسیله در پوش مقاوم کاملاً آب بندی می‌کنیم. به جز مسیر ورودی آب تغذیه و شیر هواگیری تمام فلنج‌ها باید مسدود شود. در مرحله بعد باید درب کوره و کلیه دریچه‌های محفظه احتراق باز شود. در صورتی که دیگ نشتی داشته باشد، نقاط علامت‌گذاری شده را برای لوله‌ها با والس زنی و برای سایر نقاط آب بندی با جوش کاری رفع می‌نمایند.

عده‌ای از متخصصین اعتقاد دارند که نیاز به باز کردن هیچ یک از ضمائم دیگ بخار نیست و فقط شیرهای شیشه‌های آب نما را می‌بندند و با بالا بردن فشار سوپاپ اطمینان، اقدام به تست هیدرواستاتیک می‌کنند و معتقدند بهتر است کلیه شیرها و سوپاپ‌های اطمینان نیز تست شوند و مشکلات باز و بسته کردن و هزینه اضافی را نداشته باشید. طبق ماده ۱۲، آئین نامه دیگ‌های بخار الزام به باز کردن همه قطعات و بستن در پوش کرده است.

توجه شود هنگامی که دیگ سرد است نباید با آب داغ پر شود و بالعکس زمانی که بدنه دیگ داغ است هیچ گاه نباید با آب سرد پر گردد. این کار بسیار خطر ناک است و ایجاد تنش‌های شدیدی در بدنه دیگ می‌نماید.

به طور خلاصه روش کار برای تست هیدرواستاتیك به شرح زیر می‌باشد:

۱- دیگ بخار حداقل ۸ ساعت قبل از تست باید از خط تولید خارج شود و تـست بایـد در حالت سرد انجام شود.

۲- کلیه منافذ دیگ بخار باید مسدود باشد به طریقی که بیان شد که در مدت آزمـایش کوچکترین افت فشار ایجاد نشود.

۳- کلیه قطعات جانبی از قبیل کنترل کننده ها، نشان دهنده ها و هدایت کننـده هـا بایـد سالم باشد.

هرگاه سه مرحله فوق اعمال گردید و نتیجه مطلوب به دست آمد دیگ‌های بخار از نظر بهره برداری مشکلی نخواهند داشت.

در ادامه نمونه گواهی آزمایش هیدرواستایک برای دیگ تایید شده، نشان داده شده است.

کارخانه/شرکت/بیمارستان:	
مشخصات لوح شناسایی دیگ	
نام موسسه سازنده:	شماره سریال:
سال ساخت:	سال بهره برداری:
حداکثر فشار مجاز:	فشار طراحی:
استاندارد ساخت:	فشار آزمایش هیدرواستاتیکی:
ظرفیت دیگ:	نوع سوخت:
فشار کاری (بهره برداری:)	فشار در زمان آزمایش:
فشار سوپاپ اطمینان:	تاریخ آزمایش هیدرواستاتیک:
توضیحات: دیگ فوق بر اساس دستورالعمل قبلی و با حضور آقای... با سمت... با فشار... بار تحت آزمایش هیدرواستاتیک قرار گرفت و در مدت آزمایش و ضمن بررسی کوره، بدنه، شبکه‌های جلو و عقب دیگ، پاس دو و فایرتیوپ‌ها هیچگونه نشتی و یا تغییر شکل فیزیکی مشاهده نگردید. در ضخامت سنجی که بصورت تصادفی به عمل آمد ضخامت شبکه جلو... میلیمتر، شبکه عقب... میلیمتر، پاس دو... میلیمتر، کوره... میلیمتر و بدنه... میلیمتر بدست آمد که با محاسبات انجام شده و لحاظ ضرایب اطمینان، دیگ فوق دارای مقاومت کافی برای فشار کاری... بار می‌باشد. در بررسی از متعلقات حفاظتی دیگ شامل آب نماها، پرشر سویچ‌ها، سوپاپ اطمینان، لول سنج سطوح آب صحت عملکرد آنها مورد تائید قرار گرفت. لذا با توجه به مراتب اشاره شده ادامه بهره برداری از مولد مذکور با فشار کاری... بار و تنظیم فشار سوپاپ اطمینان روی... بار از تاریخ... به مدت یکسال با رعایت کلیه مقررات حفاظتی و ایمنی در سرویس و نگهداری و انجام نظارت‌های فنی منظم بلامانع است. ضمناً بر اساس ماده ۹ آیین نامه حفاظتی دیگ‌های بخار و آبگرم، بازرسی فنی پس از هر نوع تعمیرات و تست هیدرواستاتیک در فواصل زمانی ۱۲ ماهه ضروری است.	
نام و نام خانوادگی مشاور:	مهر و امضا:
رونوشت: اداره کل تعاون، کار و رفاه اجتماعی استان...	
مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار	

۳-۲-۴ تست ضخامت سنجی

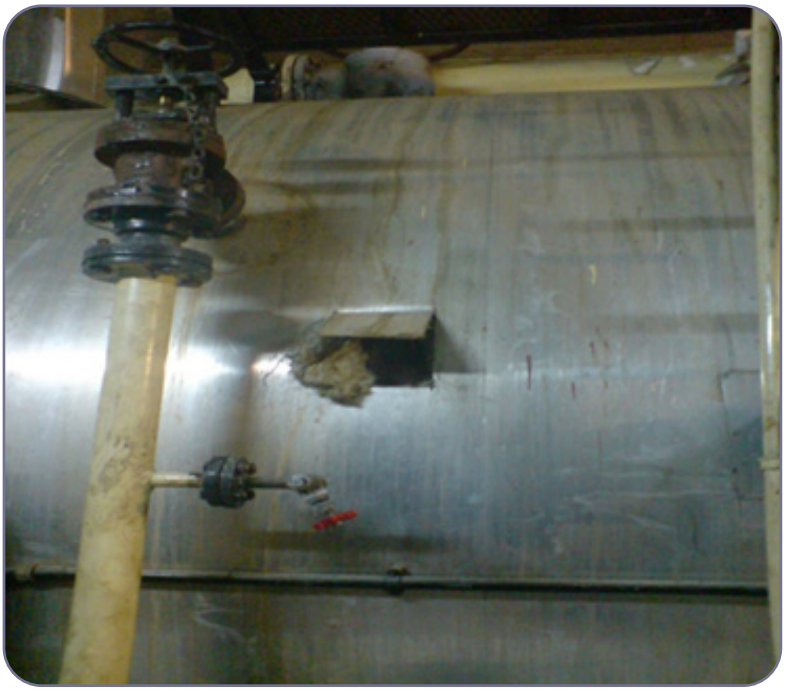
یکی از آزمایشات سالیانه، ضخامت سنجی دیگ‌های بخار و ظروف تحت فشار است که در موارد دیگ‌های بخار معمولاً پس از عملیات تست هیدرواستاتیک انجام می‌شود. دیگ‌های بخاری که معمولاً به مدت طولانی کار کرده اند به دلیل گذشت زمان و رطوبت محیط امکان پوسیدگی در بدنه دیگ بخار وجود دارد. برای اینکه این نوع پوسیدگی بیش از حد معمول نباشد و تاثیری بر عملکرد ایمن دیگ نداشته باشد، نیاز به اندازه‌گیری ضخامت ورق بدنه دیگ می‌باشد.

ضخامت سنجی به وسیله دستگاه‌های آلتراسونیک انجام می‌گردد. در گذشته ضخامت ورق را با سوراخ کردن آن به وسیله کولیس اندازه گیری می‌کردند. اما امروزه با وجود دستگاه‌های ضخامت سنج (اولتراسونیك)، نیاز به سوراخ کردن نیست. دستگاه اولتراسونیك با دقت بسیار زیاد ضخامت ورق را به

صورت دیجیتالی نشان می‌دهد. چنانچه چندین نقطه دیگ بخار پس از آزمایش، خوردگی موثر نشان دادند، فشار قابـل تحمل محاسبه می‌گردد و در بهره برداری از دیگ، ۲/۳ از فشار قابل قبول را به دیگ بخار اعمال می‌نمائیم. این فشار به این ترتیب محاسبه می‌گردد که ضخامت ورق ضرب در مقاومت ورق، تقسیم بر شعاع دیگ بخار، برابر فشار قابل تحمل می‌باشد.

اگر ضخامت در حد استاندارد باشد، اجازه استفاده از دیگ بخار داده می‌شود. در صورتی که کمی زیر حد استاندارد باشد مجوز استفاده از دیگ صادر می‌شود، منوط به اینکه در فشار تعیین شده توسط کارشناسان شرکت مسئول از دیگ بهره برداری شود و تا ضخامت سنجی نوبت بعدی اجازه کار داده می‌شود و چنانچه زیر حد استاندارد باشد مجوز ادامه کار داده نمی‌شود تا اینکه قسمت‌های ضعیف اقدام به تعویض و تعمیر شوند.

در شکل۱-۴ برش رویه (کاور) بدنه دیگ جهت انجام تست ضخامت سنجی نشان داده شده است.



شکل ۱-۴ برش کاور بدنه دیگ برای انجام تست ضخامت سنجی

▪ ۴-۲-۴ آزمون‌های مخرب و غیر مخرب

این آزمون‌ها اصولاً در زمان ساخت ظروف تحت فشار مورد استفاده قرار می‌گیرند و دارای تنوع و کاربری‌هایی مطابق آنچه در ادامه این بخش آمده، می‌باشند. در ابتدا مقایسه بین آزمون‌های مخرب و غیر مخرب به شرح زیر بیان می‌گردد:

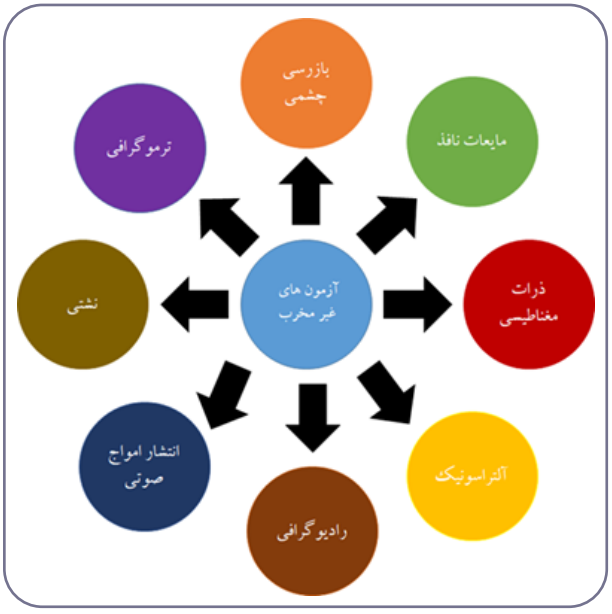
۱- درآزمایش های مخرب، نمونه مورد آزمایش تخریب شده و اسقاط می‌گردد. بنابراین این آزمایشات برروی نمونه های آزمایشگاهی و نه قطعه اصلی انجام می‌شوند. ولی آزمایشات غیر مخرب بر روی قطعه اصلی و بدون هیچ گونه تخریبی انجام می‌شوند.

۲- آزمایش های غیر مخرب مستقیماً روی همه قطعات تولیدی می‌تواند انجام گیرد، ولی در آزمایش های مخرب برخی از قطعات را می‌توان تست نمود.

۳- آزمایش های غیر مخرب متعددی را می‌توان در یک زمان بر روی یك قطعه انجام داد، ولی در آزمایش های مخرب این عمل ممکن نیست.

۴- آزمایش های غیر مخرب درطول ساخت بعنوان جزئی از سلسله عملیات کنترل مرغوبیت، توسط سازنده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

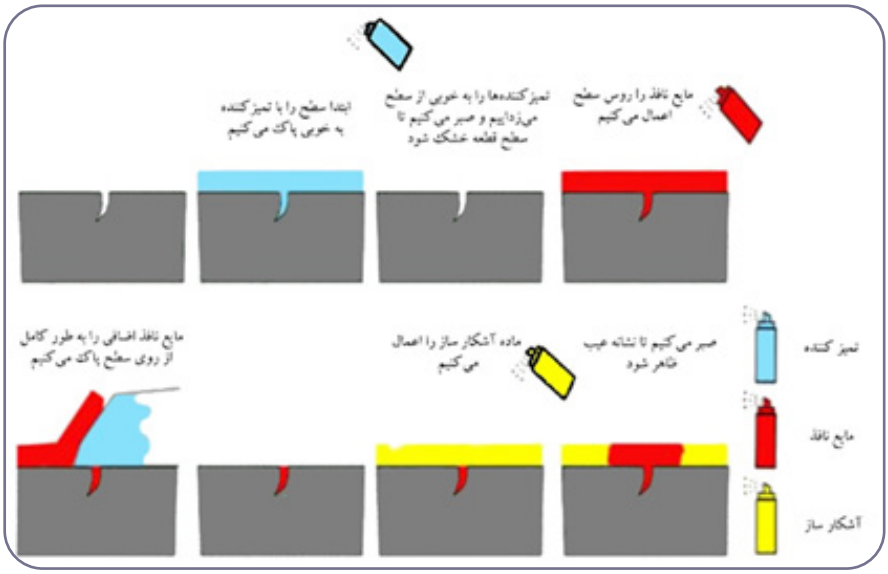
انواع آزمون‌های غیر مخرب در شکل ۲-۴ نشان داده شده است. درادامه نیز شرحی از انواع رایج‌تری از این تست‌ها که در صنایع مختلف برای تشخیص عیوب جوش‌ها و قطعات تولیدی به کار می‌رود آمده است.



شکل ۲-۴ انواع آزمون‌های غیر مخرب

۲-۴-۲-۴ آزمون مایع نافذ (رنگ نافذ یا فلورسنت)

آزمون مایع نافذ را به دو طریق با استفاده از رنگ مرئی و فلورسنت می‌توان انجام داد. بدین صورت که ابتدا سطح قطعه مورد نظر را تمیز و خشك می‌نماییم (سطح باید عاری از هرگونه شیء خارجی مثل براده ها باشد تا مایع نافذ به خوبی داخل ترک نفوذ نماید)، سپس به وسیله مایع نافذ سطح مورد نظر را می‌پوشانیم که می‌توان این عمل را با اسپری نمودن نافذ و یا غوطه ور ساختن قطعه درون نافذ انجام داد. در این حالت بر اثر خاصیت مویینگی، نافذ به درون ترک ها نفوذ می کند و برای اینکه از نفوذ آن اطمینان حاصل نماییم مدتی صبر کرده (حدود ۳۰ دقیقه) و سپس ماده نافذ اضافی از روی سطح پاک می‌شود. پس از آن، ظاهر کننده که پودر سفید رنگی می‌باشد روی سطح فوق اسپری می‌شود. ظاهر کننده باعث می‌شود مایع نافذ از ترک ها بیرون کشیده شود و در نتیجه رنگ بر روی سطح پس می‌زند. سپس به وسیله بازرسی چشمی تحت نور سفید (د ر صورت استفاده از رنگ مرئی) و یا نور ماوراء بنفش (در صورت استفاده از رنگ فلورسنتی) نشانه های رنگی ایجاد شده را مشاهده نموده و محل عیوب و ترک ها مشخص می‌گردد. شماتیکی از این مراحل تست در شکل ۳-۴ نشان داده شده است. همچنین در شکل ۴-۴ نمونه معیوب دارای ترک با استفاده از این روش نشان داده شده است.

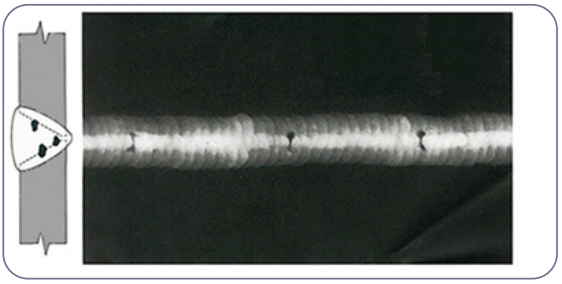


شکل ۳-۴ مراحل انجام تست مایع نافذ

شکل ۴-۴. نمونه قطعه معیوب در تست مایع نافذ

۴-۲-۴-۳ آزمایش رادیوگرافی

اساس آزمایش رادیوگرافی بر پایه میزان جذب و نفوذ پرتو در قطعات می باشد. ضخامت و چگالی قطعه در میزان جذب و نفوذ پرتو تأثیر زیادی دارد. در مناطقی که ضخامت کم و همچنین چگالی یا دانسیته نیزکم می‌باشد، جذب پرتوکم و نفوذ پرتو زیاد می‌باشد. جذب و نفوذ پرتو با هم رابطه عکس دارند. مناطقی که میزان جذب پرتوکم باشد و طبیعتاً نفوذ پرتو زیاد باشد، در روی فیلم تصاویرسیاه تری ایجاد می‌شود و برعکس زمانی که میزان جذب پرتو زیاد باشد و نفوذ پرتوکم باشد، تصاویر روی فیلم بسیار روشن می‌باشد. نمونه‌ای از یک تست رادیوگرافی برای تشخیص عیوب جوش در شکل ۵-۴ نشان داده شده است.



شکل ۵-۴ نمونه جوش معیوب در آزمایش رادیوگرافی

■ ۴-۲-۵ پلاک دیگ بخار

مطابق ماده ۴ آئین نامه هر دیگ بخار باید دارای لوح فلزی نصب شده شامل اطلاعات زیر باشد:

- نام موسسه سازنده
- شماره ردیف موسسه سازنده
- سالی که ساخته شده است
- حداکثر فشار موثر مجاز
- فشار آزمایش هیدرواستاتیك
- استانداردی که دیگ آبگرم یا مولد بخار براساس آن ساخته شده است
- نوع سوخت

لوحه شناسایی باید در جلوی دیگ و یا در محلی که به سهولت قابل رویت باشد نصب گردد و علاوه بر این مشخصات مندرج در لوحه شناسایی، باید در محل مناسب دیگری نظیر اطراف دریچه آدم رو حک گردد.

شکل ۴-۶. نمونه پلاک دیگ بخار

۳-۴ کنترل انرژی، تاثیرات محیط زیستی و نیاز به آموزش

در مبحث استفاده از سوخت‌های فسیلی و تاثیرات آنها بر محیط زیست، توجه به نکات زیر ضروری است.

- سوخت های فسیلی منابع بی پایانی نیستند و دیر یا زود به پایان خواهند رسید.
- سوخت های فسیلی پتانسیل تبدیل شدن به اجناس و فرآورده‌هایی را دارند که می‌تواند صدها برابر ارزش افزوده داشته باشند.
- احتراق سوخت‌های فسیلی منجر به ایجاد آلاینده‌ها و آلودگی هوا در مقیاس بالا می‌گردد. به طور مثال یك مشعل با توان یك میلیون کالری در ساعت، صد لیتر سوخت فسیلی نیاز دارد تا با ۲۰ برابر هوای تازه از فضای بیرون فرآیند احتراق را صورت دهد و سپس محیط را آلوده به گازهای سمی و آلاینده‌ها نماید.
- بنابراین ضروری است تا حد امکان چاره‌ای اندیشید تا از تولید این آلاینده ها جلوگیری به عمل آید و جامعه تاسیسات باید از سوخت‌های فسیلی به خوبی و در حالتی بهینه استفاده نمایند. مواردی از ملاحظاتی که می‌توان در این خصوص در نظر گرفت به شرح زیر می‌باشد:
- برای سوخت مازوت، درجه حرارت سوخت باید در حدی باشد که شعله دود نکند. کم بودن درجه حرارت سوخت، نقطه اشتعال را بالا می‌برد و در نتیجه درجه حرارت شعله کم می‌شود و شعله دود می‌کند. همچنین درجه حرارت سوخت مازوت نباید بیش از حد باشد زیرا تولید گاز کرده و مشعل به درستی کار نمی‌کند. بهترین درجه حرارت برای مازوت در مشعل‌های مازوت سوز بین ۵۰ الی ۷۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.
- در مشعل‌های گازوئیل سوز نیز درجه حرارت سوخت حائز اهمیت است و بهترین درجه حرارت برای سوخت گازوئیلی بین ۳۰ الی ۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بدلیل نزدیک بودن درجه حرارت سوخت گازوئیلی با دمای محیط، برای اشتعال این سوخت روشن کردن شعله کافی است.
- نکته دیگری که باید به آن توجه نمود، گرم کردن هوای سرد ورودی به داخل محفظه احتراق است. برای دستیابی به این هدف می‌توان سیستم را به گونه‌ای طراحی نمود که هوای خروجی دودکش‌ها بازیافت شود و برای گرم کردن هوای سرد ورودی استفاده شود. لازم به ذکر است که هوای خروجی دوکش‌ها حدوداً ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد است. بنابراین اگر طراحی به گونه‌ای باشد که گرمای هوای خروجی دودکش را به تغذیه فن مشعل برسانیم، مقدار زیادی در مصرف سوخت صرفه جوئی شده و از طرف دیگر نیز آلودگی کمتری برای محیط زیست ایجاد می‌شود. بازیافت هوای خروجی دودکش‌ها دو هدف را محقق می‌نماید:

۱. از مصرف بی‌رویه سوخت جلوگیری شده است. هوای مشعل نیز چنانچه گرم باشد شتاب اولیه اشتعال نسبت به ورودی هوای سرد، بیشتر خواهد بود و با مقدار انرژی کمتری احتراق انجام می‌شود و راندمان بالاتر خواهد بود.

۲. از آلوده نمودن بیشتر هوا و محیط زیست جلوگیری خواهد شد.

آلودگی محیط زیست و آلاینده‌ها تاثیرات زیان بار و در برخی موارد جبران ناپذیر بر زندگی افراد جامعه و زیست بوم آنها دارد. بنابراین توجه ویژه به کاهش اثرات این آلودگی‌ها از ضرورت‌های زندگی بشری است. امروزه برای کاهش اثرات آلاینده‌ها بر زندگی انسان‌ها لازم است تا موارد زیر لحاظ گردند:

- اولا: کارخانجات آلاینده دور از شهرهای بزرگ باشند و نیروی انسانی بوسیله سرویس‌های دور مانند اتوبوس، ترن و مترو به شهرک‌های صنعتی رفت و آمد نمایند تا محیط زندگی سالم‌تری برای جامعه ایجاد شود.
- دوماً: شرایط استفاده بهینه از سوخت‌های فسیلی که منجر به کاهش آلایندگی در محیط زیست می‌گردد، در نظر گرفته شود.
- سوماً: از سوخت‌هایی با حداقل میزان آلایندگی استفاده شود مانند الکل، گاز و سوخت‌های سریع الاشتعال که نسبت به سوخت‌های فسیلی آلایندگی کمتری دارند.
- چهارماً: آموزش افراد فنی در حدی باشد که دانش مصرف سوخت‌های فسیلی را داشته باشند و بدانند برای استفاده بهینه از سوخت‌های فسیلی، درجه حرارت، مقدار هوای مورد نیاز و مقدار مصرف سوخت باید چگونه و به چه میزان باشد.

تاثیرات نامطلوبی که دیگ‌های بخار بر محیط زیست و نیروی انسانی دارند به شرح زیر می‌باشند:

۱. صداهای ناهنجار
۲. گرمای طاقت فرسا
۳. گرد و غبار محیط
۴. مواد شیمیایی مانند: اسیدها، آنتی اسیدها و غیره
۵. گازهای تولید شده از سوخت های فسیلی

۵

فصل پنجم

معرفی آیین‌نامه ها و استانداردها

معرفی آیین‌نامه ها و استانداردها

۱-۵ تعریف استاندارد

استاندارد مدرکی است در برگیرنده قواعد، راهنمایی ها یا ویژگی ها برای ایجاد یک زبان مشترک برای فعالیت ها (تولید کالا یا ارائه خدمات) یا نتایج آنها؛ استاندارد به منظور استفاده عمومی و مکرر، که از طریق هم فکری فراهم و به وسیله سازمان شناخته شده ای تصویب شده باشد. هدف استاندارد دستیابی به میزان مطلوبی از نظم در یک زمینه خاص می باشد که ضمن انجام بهینه کارها و جلوگیری از بروز مشکل، ادعاهای احتمالی را نیز حل و فصل می نماید.

- اصل مهم قانون سلامت و ایمنی در کار

یک اصل مهم قانون سلامت و ایمنی در کار تفهیم مسئولیت های کارفرما و همچنین مسئولیت های کارکنان به ایشان است. این اصل مسئولیت های کارفرما و کارکنان را به صورت زیر روشن می کند:

- مسئولیت کارفرما شامل موارد زیر است (هرچند محدود به این نیست):
  - شناسایی مخاطرات
  - ارزیابی ریسک هر خطر بر سلامت و ایمنی افراد
  - تامین تجهیزات حفاظتی و اقدامات لازم
  - ارایه اطلاعات و آموزش لازم به کارکنان
- مسئولیت کارکنان، شامل موارد زیر است (هرچند محدود به این نیست):
  - همکاری با اقدامات کارفرما
  - عمل به دستوالعمل های سلامت و ایمنی محیط کار و دنبال کردن راهنماها و علایم
  - استفاده از پوشش ها و به کار بردن تجهیزات حفاظتی

بنابراین بهترین منبع برای رعایت این اصل، ارجاع به دستورالعمل های تصویب شده در مراجع و مؤسسات استاندارد ملی و بین المللی می باشد.

۵-۲ آشنایی با انواع استانداردها

امروزه با توجه به گسترش صنایع مختلف، نیاز به مراجع تایید شده جهت طراحی، ساخت، نصب و بازرسی فنی ضروری می‌باشد. صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، پالایشگاهی و نیروگاهی نیزنیازمند این مراجع می‌باشند، چرا که استفاده از روش های سعی و خطا منجر به خسارات جبران ناپذیری می گردد.

در واقع استاندارد قوانین مشخص شده ای است که هم می‌تواند به صورت جهانی و فراگیر و هم به شکل منطقه ای و ناحیه ای استفاده شود. شکل۵-۱ یك تقسیم بندی کلی از استاندارد ها را در کشور های مختلف صنعتی نشان می دهند.

شکل ۵-۱. طیف کاربردی استاندارد

استاندارد ملی ۴۲۳۱ و ۷۹۱۱ برای دیگ های بخار و آب داغ لوله دودی می باشند که ترجمه استاندارد بین المللی BS2790 است و استاندارد DIN4754 برای دیگ های روغن داغ می باشد.

مهمترین و کاربردی ترین استاندارد که در این کتاب نیز بیشتر به آن ارجاع شده است، استاندارد ASME فصل ۸ می باشد که به تفصیل در این بخش با اصول و تقسیم بندی مطالب آن آشنا می شویم. در ایالات متحده موسسات مختلفی مانند انجمن صنعت نفت، انجمن مهندسین مکانیک، انجمن آزمایش ها و مواد، انجمن جوشکاری و ... استاندارد های مختلفی را در زمینه های کاری خود تدوین کرده و طی سالیان اخیر و با توسعه صنعت استاندارد های مذکور را بهینه کرده اند. انجمن مهندسان مکانیک آمریکا که به اختصار به آن ASME گفته می شود، یک انجمن علمی مهندسی با تمرکز در زمینه مهندسی مکانیک است. این انجمن در سال ۱۸۸۰ برای تدوین استاندارد دیگ های بخار بنیان گذاشته شد و هر چهار سال یکبار مورد بازنگری قرار می‌گیرد.

استاندارد ASME section VIII-2019 از سه بخش تشکیل شده است که با نام DIV1، DIV2، DIV3

نام گذاری می شوند. مهم ترین آن ها بخش اول (DIV۱) است. بخش دوم (DIV2) و سوم (DIV3) به عنوان الزامات جایگزین برای ساخت مخازن فشار بالا معروف هستند.

در بخش اول (DIV1) استانداردها، قوانین و مقررات لازم برای طراحی و ساخت مخازن تحت فشار بیان شده است. استاندارد ASME section VIII-2019 Div 1 به سه زیر بخش اصلی تقسیم بندی می شود:

- زیربخش A: که در آن الزامات عمومی مشخص شده اند و کدگذاری الزامات با UG شروع می شود.
- زیربخش B: که در آن الزامات روش های ساخت (جوشکاری بصورت UW، فورجینگ بصورت UF و لحیم کاری (Brazing) به صورت UBمشخص شده اند.
- زیربخش C: که در آن الزامات مربوط به مواد مورد استفاده در ساخت مشخص شده اند.

تعاریف مربوط به بخش(DIV1)به طور مختصر در زیر اشاره شده است.

تعریف لوله و اتصالات :

به مجموعه زانو، سه راهی، کاهنده و فلنج، اتصالات یا Fitting می‌گویند.

لوله های موجود در صنایع هم به صورت درزدار و هم به صورت بدون درز موجود می‌باشند. در تولید لوله به شکل درزدار ابتدا ورق های موجود را به صورت استوانه ای خم و سپس درز موجود جوشکاری می‌شود. لوله های بدون درز را نیز به روش کشش يك بوش تو خالی تولید می کنند.

استاندارد ساخت اتصالات:

عمده این استانداردها ASME B.16.9, ASME B16.11, ASME B16.28 بوده که اقلام می‌بایست مطابق با استاندارد ساخت باشند. یکی از مواری که در استاندارد ساخت به آن اشاره می‌کند، مشخصات ابعادی می‌باشد. اتصالات نیز مانند لوله ها دارای ضخامت و ابعاد مشخص می‌باشند و در استاندارد ساخت موارد مذکور قید شده است.

استاندارد ماده (متریال):

استاندارد متریال به نوع آلیاژ، خواص مکانیکی آلیاژ، آزمایش های لازم و .... اشاره می کند.

گروه بندی آلیاژها و فلزات با کد های مشخص انجام می‌شود. به عنوان مثال یکی از استاندارد های مربوط به متریال ASME II Part A می‌باشد.

استاندارد ASME section VIII-2019 Div 2مربوط به قوانین انتخاب مواد، طراحی ها و بررسی های غیر مخرب برای مخازنی است که در فشارهای داخلی یا خارجی بسیار بالا (بیش از ۱۵ psi) نگه داری می‌شوند.

استاندارد ASME section VIII-2019 Div 3نیز مربوط به الزامات و استانداردهای جایگزین برای ساخت مخازن تحت فشار است.

استاندارد (BPVC) یکی از مهم ترین استانداردهای تحت حوزه این انجمن است که بر طراحی و ساخت مولدهای بخار نیروگاه ها و مخازن تحت فشار نظارت دارد. این استانداردها توسط افراد خبره ای از این

مؤسسه که سال ها در این حوزه تخصص دارند، نگاشته می شود. این قسمت از استانداردها از ۱۲ بخش تشکیل شده که به شرح زیر است:

- بخش ۱: قوانین ساخت مولدهای بخار نیروگاهی
- بخش ۲: استانداردهای مربوط به مواد و ویژگی های آن ها
- بخش ۳: قوانین مربوط به ساخت تجهیزات هسته ای
- بخش ۴: قوانین مربوط به ساخت مولدهای بخار
- بخش ۵: استانداردهای مربوط به بازرسی های غیر مخرب
- بخش ۶: استانداردهای پیشنهادی برای مراقبت و کارکرد مولدهای بخار حرارتی
- بخش ۷: دستورالعمل های پیشنهادی برای مولد های بخار
- بخش ۸: الزامات مربوط به خطوط تحت فشار
- بخش ۹: الزامات مربوط به جوشکاری، لحیم کاری و شرایط آن ها
- بخش ۱۰: الزامات مربوط به مخازن تحت فشار از جنس پلاستیک های تقویت شده با الیاف
- بخش ۱۱: قوانین مربوط به بازرسی اجزای نیروگاه های هسته ای
- بخش ۱۲: قوانین مربوط به ساخت و ساز و سرویس مخازن جابه جا شونده

کدهای مربوط به مولدهای بخار و مخازن تحت فشار

از مزایای استفاده از استاندارد می‌توان، به انجام فعالیت ها با سرعت و دقت بیشتر اشاره نمود. صنعتگران کشور ما نیز در این زمینه از استاندارد های بین المللی استفاده می کنند. در همین راستا استاندارد هایی مانند استانداردهای صنعت نفت (IPS) نیز در زمینه های مختلف صنعتی توسط کارشناسان تدوین شده است. بنابراین استفاده از استاندارد برای افرادی که به نوعی درگیر فعالیت های صنعتی در بخش های مختلف طراحی، ساخت، نصب، تعمیر و نگهداری می‌باشند ضروری می‌باشد.

۳-۵ نهادهای قانون گذار

یکی از راهبردهای اصلی و بالادست در موضوع ایمنی و بهداشت کار که توسط جوامع بین المللی و محلی دنبال می شود، تاسیس نهادهای قانون گذار در این زمینه است. نهادهای قانونی با اختیارات لازم برای قانون گذاری و اقدامات متقابل آغازگر تغییرات و پیشران سلامت و ایمنی محیط کار و زندگی هستند. دامنه فعالیت این نهادها ممکن است بین المللی، محلی و ملی باشد و یا ممکن است در قالب سازمان های مردم نهاد و مستقل عمل نمایند. معرفی این نهادها و سازمان ها از نظر آگاهی از قوانین و مقررات و همچنین شناخت خدمات و دسترسی به استانداردها و راهنماها مفید است. در این بخش نمونه هایی از نهادهای قانون گذار در ایران و خارج از آن که در زمینه سلامت و ایمنی کار در صنایع مختلف از جمله ظروف تحت فشار فعال هستند، معرفی می شوند.

▪ ۱-۳-۵ شورای عالی حفاظت فنی کشور

شورای عالی حفاظت فنی ایران از معاونان وزارت خانه ها تشکیل می شود و زیرنظر وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی و با همکاری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی فعالیت می کند. این شورا بر اساس اصول قانون اساسی، دستورالعمل ها و آیین نامه های ایمنی و بهداشت کار در صنایع مختلف را تدوین و منتشر می کند. تمامی صنایع و کارخانه های ایران ملزم به مقررات مصوب این شورا هستند. به استناد ماده ۸۶ قانون کار جمهوری اسلامی ایران، شورای عالی حفاظت فنی متشکل از اعضای مذکور در این ماده قانونی، مسئول تهیه موازین و آیین نامه‌های حفاظت فنی بوده و مدیرکل بازرسی کار، دبیر شورا می باشد. بر اساس ماده ۸۵ قانون کار، رعایت مصوبات شورای عالی حفاظت فنی که به استناد تبصره ۱ ماده ۸۶ به تصویب وزیر تعاون، کار و رفاه اجتماعی رسیده است؛ برای کلیه کارگاه‌ها، کارفرمایان، کارگران و کارآموزان الزامی است. همچنین به استناد بند «د» ماده ۹۶ قانون کار، بررسی و تحقیق پیرامون اشکالات ناشی از اجرای مقررات حفاظت فنی و تهیه پیشنهادهای لازم جهت اصلاح میزان‌ها و دستورالعمل‌های مربوط به موارد مذکور، مناسب با تحولات و پیشرفت‌های تکنولوژی از وظایف بازرسی کار است. همچنین بر اساس ماده ۷ تصویب نامه شماره ۱۵۳۵۶/ت۳۶۰۰۵هـ مورخ ۱۳۸۶/۲/۵ هیأت محترم وزیران، سیاستگذاری کشوری کارهای سخت و زیان‌آور و همچنین نظارت و هماهنگی بر فعالیت کمیته های مذکور در این مصوبه به عهده شورای عالی حفاظت فنی می‌باشد.

▪ ۲-۳-۵ مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار:

مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، با استعانت از درگاه خداوند منان و همکاری با مراکز بین‌المللی در زمینه حفاظت فنی و بهداشت کار و بکارگیری تجهیزات پیشرفته و آزمایشگاه‌های تخصصی، وظایف مهم بررسی و تجزیه و تحلیل مخاطرات و عوامل مختلف زیان‌آور و آلاینده‌های محیط کار در سطح کشور، ارائه خدمات آموزشی نظام‌مند و منسجم در زمینه‌های مختلف حفاظت فنی و بهداشت کار در سطوح مختلف، انجام مطالعات تطبیقی در زمینه مقررات، آیین‌نامه‌ها، استانداردها و معیارهای ایمنی کار از طریق هماهنگی با مراجع ذیصلاح، مسأله‌شناسی نظام ایمنی و بهداشت کار کشور با تمرکز بر حوزه تحقیقات و تعلیمات با رویکرد سیاست‌گذاری و تصمیم‌سازی و خط مشی‌سازی و تهیه راهبرد و برنامه برای رسیدن از وضع موجود به وضع مطلوب در حوزه تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار کشور را به عهده دارد. ساختار این مرکز از دو معاونت اجرایی و تحقیقات و تعلیمات تشکیل شده است و با داشتن پنج گروه تخصصی ستادی و ۹ گروه تحقیقاتی و آموزشی در اقطاب صنعتی کشور، با بهره‌گیری از کارشناسان خبره و متخصص در رشته‌های مختلف ایمنی صنعتی، بهداشت حرفه‌ای، فنی و مهندسی و علوم پایه به خدمت‌رسانی در حوزه حفاظت فنی و بهداشت کار می‌پردازد. معاونت اجرایی مرکز

به صورت تخصصی به بحث سیاستگذاری، برنامه ریزی و نظارت در حوزه آموزش ، اطلاع‌رسانی و ارتقای فرهنگ ایمنی کار کشور می‌پردازد و معاونت تحقیقات در حوزه آلاینده سنجی، تست وسایل حفاظت فردی، حفاظت فنی، راهبری امور مشاوران، مشارکت در تدوین آیین‌نامه‌ها و استانداردها فعالیت می‌نماید.

اهم شرح وظایف و ماموریت های مرکز به شرح ذیل می باشد:

- انجام پژوهش‌ها و مطالعات کاربردی در خصوص ایمنی و بهداشت کار.
- اجرای ماده ۹۰ قانون کار با موضوع آزمایش تجهیزات وسایل حفاظت فردی به منظور بررسی و تائید عملکرد آنها.
- اجرای ماده ۸۹ قانون کار با موضوع آزمایش ایمنی ادواری ماشین‌آلات و مقررات ایمنی مصرح در آئین‌نامه‌های حفاظتی نظیر: مولدهای بخار، سیستم اتصال به زمین، انواع جرثقیل‌ها.
- بررسی و اندازه‌گیری عوامل زیان آور محیط کار به منظور سالم‌سازی کارگاه‌ها و انجام طرح های بهینه سازی.
- همکاری با کمیته‌های فنی سازمان ملی استاندارد در تدوین بخش¬های الزامات ایمنی استانداردهای کشور.
- برنامه‌ریزی و نظارت بر گروه‌های تحقیقاتی و آموزشی در استان‌های کشور.
- مشارکت در تهیه و تدوین نشریات و جزوات آموزشی مرتبط با ایمنی و بهداشت کار.
- مسؤولیت کمیته فنی استانداردهای «مدیریت ریسک» ایران متناظر سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)
- راهبری در بررسی و تأیید اعطای مجوز صلاحیت مشاوران حفاظت فنی و خدمات ایمنی و نظارت بر عملکرد آنان .
- مشارکت در تعیین استراتژی و شیوه های آموزش ایمنی با رعایت اصول انعطاف، پویایی، رقابت و عدالت آموزشی
- بررسی طرح ها و پیشنهادات ارائه شده به منظور رفع موانع و چگونگی پیشرفت و بهبود امور آموزشی ایمنی کار کشور ، مشارکت و سخنرانی در سمینارها و کنفرانس های علمی ایمنی کار و در نهایت ارزیابی ایمنی مشاغل و مدیریت ریسک براساس متد ها و روشهای جدید ایمنی در دنیا از قبیل حفاظت داوطلبانه و....
- تجزیه و تحلیل ایمنی مشاغل.
- تدوین استانداردها و الزامات ایمنی مشاغل سطح کشور.
- ارائه خدمات کتابداری در زمینه‌های تخصصی مرتبط با حفاظت فنی و بهداشت کار.
- تهیه، تالیف، گردآوری و ترجمه کتب تخصصی و فنی در زمینه ایمنی کار، حفاظت فنی و بهداشت کار.
- تهیه، ساخت، ترجمه و صداگذاری فیلم ها، انیمیشن‌های تخصصی حفاظت فنی و بهداشت کار و ارائه به متقاضیان.
- برپایی نمایشگاه‌های مرتبط در زمینه حفاظت فنی و بهداشت کار.

۶

فصل ششم

بررسی و تحلیل حوادث و عوامل خطر آفرین (انفجار)

بررسی و تحلیل حوادث و عوامل خطر آفرین (انفجار)

۱-۶ وضعیت اضطراری چیست؟

وضعیت اضطراری، رویداد برنامه ریزی نشده ای است که در اثر آن افراد، تاسیسات و محیط زیست در معرض خطر جدی قرار می گیرند. این وضعیت اغلب در نتیجه نقص دستگاه ها و یا خطاهای انسانی به وقوع می پیوندد. البته عوامل خارجی دیگر نظیر رعد و برق، سیل، طوفان، زلزله و جنگ نیز ممکن است سبب بروز آن گردند.

یکی از مهمترین حوادث در صنعت، خطرات مخازن تحت فشار می باشند که به شکل های زیر رخ می دهند:

- ترکیدگی: از رایج ترین حوادث مخازن تحت فشار می باشدکه تلفات جانی و مالی زیادی به همراه دارد.
- نشت محتویات مخزن به خارج: در صورتی که مواد شیمیایی و خطرناك از مخازن یا اتصالات آن به خارج نشت کند، صدمات انسانی به بار آورده و چنانچه مواد قابل اشتعال باشند، می تواند باعث آتش سوزی و انفجار گردد.
- خطرات کار بر روی مخزن: همچون سقوط، تماس با مواد شیمیایی و....
- خطرات ناشی از تعمیرات، جابجایی و حمل ونقل
- اولین و قابل توجه ترین علت در رخ دادن حوادث مخازن، علل مدیریتی است که عدم توجه به موارد زیر را شامل می گردد:

۱. شرایط نا ایمن:

خرید مخزن غیر استاندارد، با طراحی و جوشکاری نامناسب

عدم آموزش کافی به پرسنل، جهت شناخت خواص مایع یا گاز ذخیره شده در مخزن، آشنایی با علائم حاکی بر بروز شرایط غیر عادی در مخزن، چگونگی استفاده از وسایل محافظت فردی در موقع نشت و...

عدم ایجاد محیط مناسب جهت نصب و تهویه مخازن و....

۲. عمل نا ایمن:

- عدم بازرسی های دوره ای

- عدم توجه به نشانگرهای دستگاه
- بی دقتی و سهل انگاری در کار با اهرمهای کنترلی
- عدم رعایت اصول ایمنی در حین کار، تعمیرات و راه اندازی
- عدم اخذ مجوز تعمیرات

■ ۶-۱-۱ اعلام وضعیت اضطراری

چنانچه تشخیص داده شود که احتمال کنترل حادثه وجود ندارد، باید بلافاصله مراتب را به اطلاع رئیس ایمنی و آتش نشانی، رئیسHSE یا نماینده وی برسانند. همچنین لازم است افراد کمیته اضطراری در محل از پیش تعیین شده ای گرد هم آیند و با بررسی حادثه، در صورت لزوم، وقوع وضعیت اضطراری را اعلام نمایند. لازم است اعلام وضعیت اضطراری با استفاده از علائم دیداری و شنیداری مصوب و شناخته شده برای کلیه کارکنان انجام شود. همچنین اقدامات زیر بایدلحاظ گردد:

۱. توقف اضطراری:

برای جلوگیری از گسترش وضعیت اضطراری، لحاظ نمودن تدابیری برای توقف اضطراری ضروری می باشد. به این ترتیب به هنگام وقوع حادثه، ضمن اعلام وضعیت اضطراری، با قطع جریان گاز و تخلیه خطوط لوله می توان از شدت اثرات حادثه کاست.

۲. تخلیه اضطراری و تجمع در محل های امن از پیش تعیین شده:

در هنگام بروز یک وضعیت اضطراری لازم است که افراد غیر مسؤل در محل های امن از پیش تعیین شده تجمع نمایند. افرادی که در مهار حادثه شرکت می کنند نیز پس از انجام وظایف محوله باید به محل های امن پناه ببرند. این محل ها می تواند در خارج از تاسیسات نیز در نظر گرفته شوند. لازم است افراد تا قبل از اعلام وضعیت عادی در این محل ها بمانند.

■ ۶-۱-۲ لزوم آشنایی، محیا کردن تجهیزات و کاربری کمک های اولیه در صنایع

کمک های اولیه مراقبت های بسیار فوری و اقداماتی است که بلافاصله پس از وقوع حادثه و پیش از رسیدن اورژانس و رساندن بیمار به مراکز درمانی برای فرد آسیب دیده که دچار بیماری یا سانحه ناگهانی شده است، انجام می شود. دانستن کمک های اولیه برای همگان ضروری است، حتی اگر کسی مایل نباشد در موقعیتی پرتنش قرار بگیرد. البته این مهارت به هیچ وجه جای مراقبت های پزشکی را نمی گیرد اما تا رساندن مصدوم به مرکز درمانی می تواند بسیار سودمند باشد و چنانچه به درستی انجام پذیرد به خوبی می تواند در فاصله بین مرگ و زندگی، بهبود سریع و بستری درازمدت، یا معلولیت و آسیب گذرا تاثیر بسزایی داشته باشد.

از آن جاییکه بیشتر صنایع در شهرک های صنعتی خارج از محدوده شهری قرار دارند و امکان دسترسی سریع به خدمات درمانی و اورژانس در این موارد کم می باشد، بنابراین ضروری است که تا حد امکان هر

مجموعه و کارگاهی، بخصوص صنایع پرخطر و دارای تجهیزات تحت فشار، مجهز به تجهیزات کمک های اولیه باشد و همچنین دوره ها و آموزش های مرتبط با آشنایی و به کار گیری کمک های اولیه متناسب با انواع حوادث قریب الوقوع در آن مجموعه به طور مستمر و موثر فعال گردد.

سه روش کمک رسانی در ساعات اولیه حادثه به شرح زیر دسته بندی می شوند:

۱. انجام کمک‌های اولیه: زمانی که انجام این اقدامات در صحنه حادثه ضروری است.

۲. فرستادن یا بردن مصدوم به بیمارستان: درمان بیمارستانی ضروری است و شما می توانید مصدوم را به بیمارستان‌ببرید.

۳. تماس با اورژانس: درمان فوری مورد نیاز است.

بدیهی است زمانی که پرسنل مجموعه دانش و توانایی انجام اقدامات اولیه پزشکی یا حتی تشخیص ضرورت مراجعه به پزشک را داشته باشند در میزان خسارت جانی حادثه تاثیر چشمگیری خواهد داشت. پس از وقوع یک حادثه، تاخیر در کمک رسانی حتی برای چند دقیقه ممکن است منجر به مرگ مصدوم گردد و این خود تاییدی بر لزوم تجهیز یک مجموعه صنعتی و آموزش پرسنل در زمینه کمک های اولیه می باشد. از ویژگی های مهم کمک های اولیه:

- کمک به بهبودی وضع بیمار
- تسریع در روند بهبودی
- کاهش آسیب و صدمات بیمار

مطالبی که باید به آن بیشتر در آموزش کمک های اولیه در صنایع توجه گردد، عبارت است از: نحوه تنفس مصنوعی، احیای قلبی ریوی، خونریزی و شوک، مراقبت از زخم، پانسمان و بانداژ، سوختگی، آسیب های سر و ستون فقرات، آسیب های قفسه سینه و شکم و لگن، آسیب به استخوان و مفاصل و عضله، آتل بندی اندام، مسمومیت، و ...

۲-۶ دلایل رخداد حوادث در مخازن تحت فشار

حوادث مرتبط با ظروف تحت فشار، معمولاً بدلیل انفجار مخزن و آزاد شدن انرژی بسیار زیاد، منجر به خسارات جانی و مالی شدیدی می گردد.

موارد زیر جزء مهمترین علت های حوادث دیگ ها محسوب می شود:

- کم آب شدن دیگ و اضافه نمودن آب سرد توسط اپراتور
- پدیده ضربه قوچ
- خاموش شدن مشعل و تجمع گاز داخل کوره و روشن نمودن مجدد مشعل توسط اپراتور
- افزایش فشار دیگ و غیر فعال بودن کنترل کننده ها

برای آشنایی با دو پدیده رایج در رخداد حوادث دیگ، به شرح مختصری از آن و نمونه حوادث رخداده در صنعت اشاره می گردد.

■ ۱-۲-۶ کم آبی

زمانی که دیگ به هر دلیل دچار کم آبی شده است، اپراتور هرگز نباید به آن آب تزریق کند. به دلیل اهمیت این موضوع، به شرح انفجار دیگ بخار یک شرکت تولید کننده مواد لاستیکی خودرو پرداخته شده است. انفجار این دیگ بخار در ساعت ۱:۵۰دقیقه بامداد ۱۸ ژوئن ۲۰۰۷ در شرکت DANA واقع در شهر پاریس رخ داده است و نمایی از این رخداد در شکل هایی ۶-۱ و ۶-۲ نشان داده شده است. خوشبختانه این حادثه تلفات جانی نداشته و فقط یکی از اپراتورها به شدت مجروح گردیده و قسمت زیادی از دیگ خانه و محوطه شرکت تخریب شده است.

شکل ۱-۶ انفجار دیگ در شرکت DANA (تولید کننده مواد لاستیکی خودرو) واقع در شهر پاریس

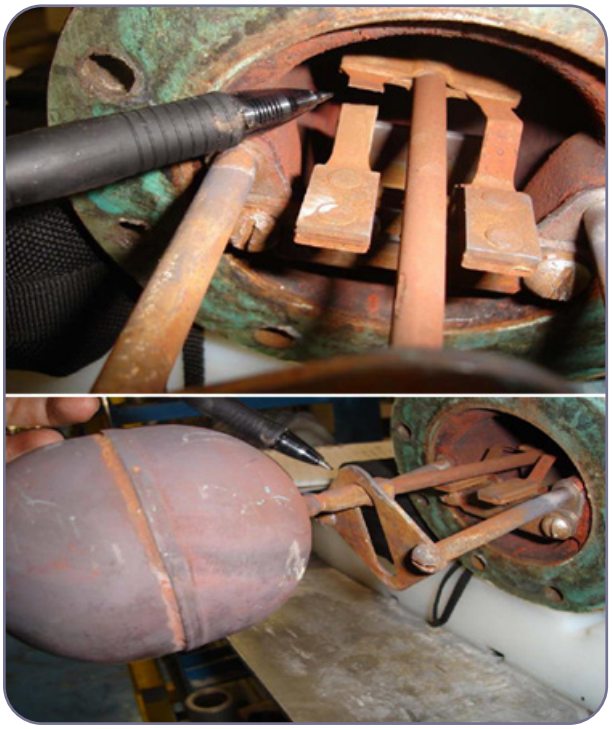
شکل ۲-۶ انفجار دیگ در شرکت DANA و تخریب قسمتی از دیگ خانه

شواهد اولیه حاکی از کم آب شدن دیگ و در نهایت انفجار آن بوده است. جزییات نتایج نهایی بدست

آمده از بررسی حادثه به شرح زیر گزارش شده است:

- شناور قطع کن سوخت برای حالت کم آبی، شکسته شده بوده است. (شکل۳-۶)
- اهرم کنترل و تعدیل آب تغذیه از جای خود بیرون آمده بوده است. (شکل۴-۶)
- شیر تغذیه آب نیمه باز بوده است. (شکل۵-۶)
- رله مناسب برای قطع کن کمکی توسط شرکت نصب نشده بوده است. (شکل۶-۶)

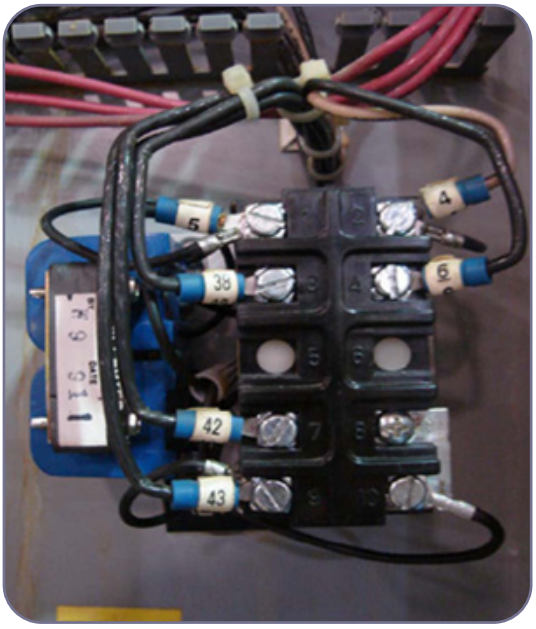
بنابراین علت انفجار بدلیل باز کردن آب در زمانی که دیگ کاملاً داغ شده است، می باشد.



شکل ۳-۶ شناور قطع کن سوخت

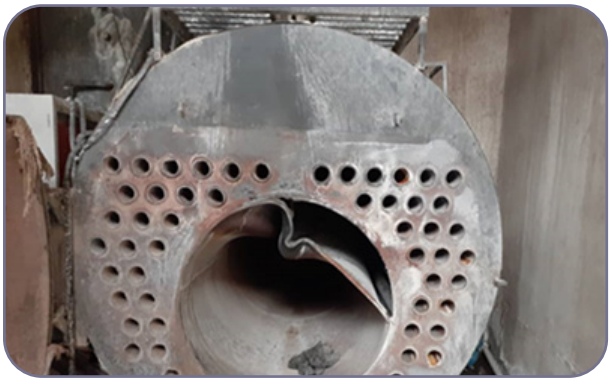
شکل ۳-۶ شناور آب تغذیه

شکل ۵-۶ شیر تغذیه آب



شکل ۶-۶ رله قطع کن

نمونه ای دیگر از رخداد حادثه و خسارت به دیگ بخار که در شهرک صنعتی تهران به دلیل کم آبی در اثر گیر کردن شناور کنترل سطح و تزریق دستی آب توسط اپراتور رخ داده است در شکل ۶-۷ نشان داده شده است.



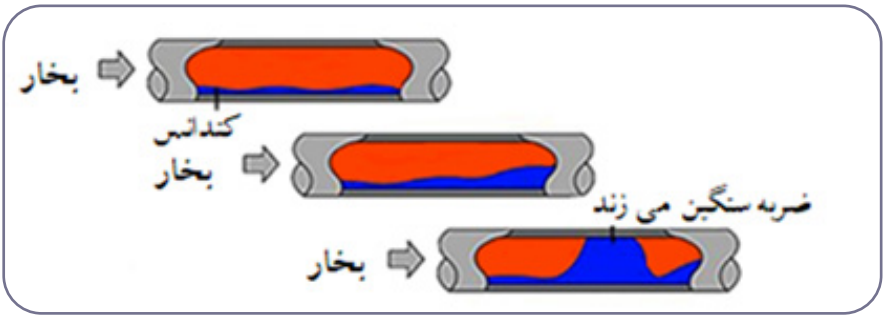
شکل ۶-۷ آسیب به کوره دیگ در اثر کم آبی

■ ۲-۲-۶ پدیده ضربه قوچ

این پدیده زمانی رخ می دهد که درون جریان بخار تلاطمی ایجاد شود (شکل۶-۸) و می تواند به دلایل زیر باشد:

۱. شوك هیدرولیکی
۲. شوك جریان
۳. شوك اختلاف فشار
۴. شوك دمایی

این پدیده در زمان راه اندازی سیستم بخار و انباشت کندانس بیشتر اتفاق می افتد، بنابراین این زمان می تواند از خطرناك ترین لحظات باشد.

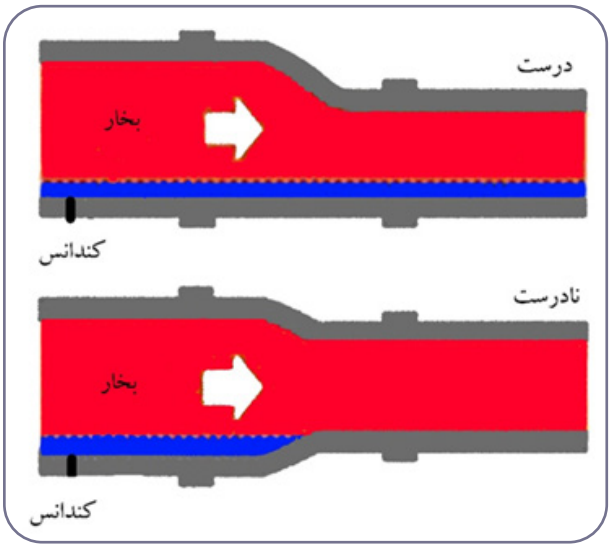


شکل ۸-۶ انباشت کندانس در لوله بخار و پدیده ضربه قوچ

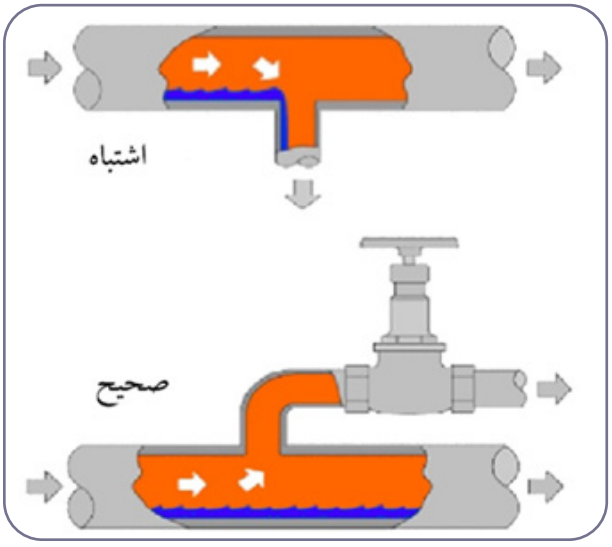
برای جلوگیری از رخداد ضربه قوچ، رعایت موارد زیر حائز اهمیت هستند:

۱. انجام صحیح لوله کشی خطوط کندانس و رعایت نکات انشعاب گیری در آنها:

بایدکندانسهای جمع آوری شده از نقاط مختلف، حتماً از قسمت فوقانی کلکتور اصلی کندانس به آن ریخته شود. در غیر اینصورت اگر این عمل از سطح میانی و یا سطح زیرین کلکتور انجام پذیرد، همواره مقدار زیادی بخار فلاش مستقیماً به درون کندانس های سرد تزریق شده و مسائلی از قبیل ایجاد آشفتگی در مسیر جریان کندانس، ایجاد شوك دمایی و بروز ضربه قوچ در سیستم را به همراه دارد. در شکل های ۹-۶ و ۱۰-۶ نحوه درست و نادرست اجرای لوله کشی در چند مورد نشان داده شده است.



شکل ۹-۶ اجرای صحیح در تغییر سایز لوله و تاثیر در هدایت کندانس



شکل ۱۰-۶ اجرای صحیح در انشعاب گیری

۲. باز و بسته کردن آرام شیرهای قطع و وصل سیستم از شوك هیدرولیکی جلوگیری می نماید.

۳. استفاده از شیرهای یک طرفه که علاوه بر ممانعت از بازگشت آب دیگ بخار به تانک کندانس که ناشی از اختلاف فشار میان آن دو می باشد، در هنگام اعمال شوك هیدرولیکی جریان مغشوش کندانس را در یک جهت محدود کرده و از اعمال نیروی ضربه قوچ بر المان های اطراف جلوگیری می کند.

۴. تخلیه حتی المقدور کندانس در زمان خاموشی و در زمان بهره برداری مجدد از سیستم

۵. باز کردن شیر اصلی بخار به آهستگی و با صرف زمان مورد نیاز (با توجه به شرایط) نیز می تواند اثر بخش باشد. درصد کمی از ضربه های قوچی در سیستم های بخار ناشی از شوک های هیدرولیکی است، اما با این حال آثار و نتایج ناشی از آن خطرناک ترین و مخرب ترین نوع ضربه قوچ می باشد.

۶. انتخاب سایز دقیق و مناسب شیرآلات کنترلی دما و فشار:

شیر کنترلی با سایز تقریباً بزرگ را در نظر بگیرید که در هنگام باز و بسته شدن خود، حجم قابل ملاحظه ای از بخار را در سرعت و فشار بالا وارد خط می کند. بنابراین انتخاب دقیق سایز مناسب این گونه شیرآلات جهت کاهش باز و بسته شدن آنها وکاهش تغییرات در میزان جریان بخار ورودی، امری ضروری است.

۷. استفاده از تله بخار (تراپ) در سیستم لوله کشی

مخلوط بخار و چگالیده سرد در داخل لوله عایق کاری شده مثل اسلحه پر است و بازکردن شیر بخار و یا شیر تخلیه منجر به حادثه خواهد شد. بنابراین نباید بدون اطمینان از خالی بودن سیستم تحت فشار اقدام به بهره برداری توسط اپراتور گردد. با توجه به اهمیت این موضوع و خسارات ناشی از آن به خصوص در سیستم لوله کشی و اتصالات تحت فشار، ضروری است به نکات راهبردی زیر دقت گردد.

۱. بخار پر فشار وقتی با چگالیده تماس پیدا کند نامتعادل شده و میل به انفجار دارد. بنابراین نباید بخار را وارد لوله ای که پر از چگالیده سرد است نمود. در صورت عدم اطمینان از تخلیه چگالیده نباید بخار را به لوله باز کرد.

۲. راه دادن چگالیده سرد به داخل لوله پر از بخار خطرناک تر از وارد کردن بخار به لوله پر از چگالیده است بنابراین لزوم تجهیز سیستم به تله بخار ضروری است.

۳. چنانچه خط پر فشار از چگالیده پرشده باشد، نباید قبل از قطع جریان بخار اقدام به تخلیه چگالیده شود. باید اول جریان بخار قطع شود و بعد چگالیده به آرامی تخلیه شود. پس اگر بعد از باز کردن شیر تخلیه، لوله شروع به ضربه زدن کرد باید شیر تخلیه بسته شود و جریان بخار قطع گردد.

شکل ۱۱-۶ آسیب به اتصالات در اثر پدیده ضربه قوچ

▪ ۳-۲-۶ رخداد حادثه به دلیل افزایش فشار دیگ و غیرفعال بودن کنترل کننده ها

مهمترین عامل در انفجار دیگ های بخار عمل نکردن به موقع کنترل کننده های سطح به دلیل خرابی است که معمولاً ناشی از گیر کردن شناور، رسوب گرفتن مجاری اتصال کنترل سطح به بدنه دیگ بخار، خرابی آهن ربا ها و سوئیچ ها یا اتصال سیم های رابط سوئیچ ها می‌باشد. این عمل نکردن به موقع کنترل کننده های سطح باعث می‌گردد که مشعل روشن بماند و علی رغم پائین آمدن سطح آب در دیگ، پمپ روشن نشده و سطح آب همچنان پایین برود تا حدی که لوله ها و کوره بدون آب بمانند و به دلیل افزایش دما و وجود فشار خارجی، سریع تغییر شکل داده و دفرمه شده و باعث ایجاد خطر و انفجار می شوند. بنابراین باید همواره از عملکرد صحیح کنترل کننده های سطح اطمینان حاصل کرد.

عامل بعدی انفجار در دیگ های بخار خرابی کلید های فشار و شیر اطمینان و عمل نکردن به موقع آنها می باشد. زمانی که فشار از حد متعارف خود بالاتر برود منجر به بالا رفتن فشار درون دیگ می گردد. در این هنگام شیر اطمینان باید عمل نموده و فشار اضافی را با تخلیه بخار کاهش دهد. در صورتی که شیر اطمینان نیز خراب باشد و به موقع عمل نکند، فشار به قدری بالا می رود که دیگ منفجر خواهد شد.

شکل ۱۲-۶ انفجار دیگ بخار در جاده صالح آباد دماوند بعلت فشار زیاد و عمل نکردن سوپاپ اطمینان (شکل ۱۳-۶) را نشان می دهد که این حادثه منجر به فوت ۱ نفر و زخمی شدن ۲ نفر گردید.

شکل ۱۲-۶ انفجار دیگ به دلیل عمل نکردن سوپاپ

شکل ۱۳-۶ سوپاپ اطمینان معیوب

ضروری است که سیستم های خودکار و کنترل کننده ها روی دیگ نصب گردند. اگرچه این عمل نیاز به نظارت را به حداقل می‌رساند، اما با این وجود امکان دارد به دلایل مختلف سیستم های کنترل فشار، سطح آب و... صحیح عمل ننمایند و لذا همواره باید بازرسی و رسیدگی منظم برقرار باشد. بنابراین اگر چه تجهیزات مخازن تحت فشار مطابق آیین نامه ها و استانداردهای بهره برداری از آن طراحی شده اند، ولی عدم رسیدگی منظم به عملکرد صحیح دیگ های اتوماتیك و کنترل سیستم های بخار می تواند منجر به حادثه گردد.

■ ۶-۲-۴ خرید غیر استاندارد

متاسفانه برخی از مصرف کنندگان ناآگاهانه و بدون توجه به شرایط تولید دیگ بخار و مقتضیات یک کارخانه معتبر تولید کننده اقدام به خرید دیگ غیر استاندارد می نمایند، غافل از اینکه بمب نیرومندی را در مجموعه خود نصب می نمایندکه در هر لحظه احتمال انفجار وجود دارد. نکته حائز اهمیت این است که حتی انفجار دیگ بخار کوچک می‌تواند باعث بروز خسارات جبران‌ناپذیری گردد. از آنجایی که به دیگ‌های بخار کوچک کمتر رسیدگی می‌شود، احتمال خطر انفجار بیشتری وجود دارد. پیروی از دستورالعمل های اداره استاندارد در ساخت دیگ بخار توسط تولیدکنندگان و انجام دستورالعمل نگهداری ارائه شده توسط سازنده دیگ بصورت کامل انجام بازرسی دوره‌ای و کامل دیگ بخار تا حد زیادی امکان وقوع این نوع

حوادث را کاهش می‌دهد. دیگ های تحت فشار دارای استاندارد ملی اجباری به شماره ۴۲۳۱ می باشد که کلیه تولیدکنندگان و فروشندگان دیگ بخار ملزم به رعایت آن می باشند. بنابراین ضروری است که خریداران در زمان انتخاب شرکت تولید کننده به پروانه استاندارد و شرکت بازرسی توجه کافی داشته باشند. لازم به ذکر است اگر خریدار دیگ بخار استاندارد تهیه نکنددر صورت رخداد حادثه بیمه حوادث به هیچ عنوان پاسخ گو نمی باشد.

در ادامه چند نمونه از این نوع حوادث بیان شده است.

حادثه۱:

صبح روز ۱۴ بهمن ۱۳۹۶ در یک کارخانه فوم‌سازی در شیراز، دیگ بخار غیراستاندارد به دلایل نامعلوم منفجر شد و بر اثر این اتفاق متاسفانه سقف و دیوارهای این کارخانه به طور کامل تخریب شده و کارکنان زیر آوار ماندند. متاسفانه انفجار دیگ بخار در در این حادثه ۲ کشته و ۵ مصدوم داشته است.

در این انفجار ساختمان کارخانه دچار ۷۰ درصد تخریب و واحدهای اطراف آن نیز ۲۰ درصد آسیب دیدند (شکل ۱۴-۶).

شکل ۱۴-۶ انفجار به دلیل دیگ غیر استاندارد در شیراز

حادثه۲:

در ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۱، در یکی از کارخانجات شهرستان مهریز دیگ بخار غیر استاندارد منفجر شد و بر اثر آن یکی از کارگران کارخانه جان خود را از دست داد (شکل ۱۵-۶).

شکل ۱۵-۶ انفجار به دلیل دیگ غیر استاندارد در یزد

حادثه۳:

در ۵ دی ۱۳۸۶، انفجار دیگ بخار غیر استاندارد در کارخانه رب گوجه فرنگی جیرفت باعث مجروح شدن هفت نفر گردید. چهار نفر از مجروحان این حادثه کارگران و بقیه ساکنان اطراف کارخانه بودند. انفجار دیگ بخار غیر استاندارد در این کارخانه به حدی بود که تا شعاع ۲۰۰ متری را در برگرفت (شکل۱۶-۶).

شکل ۱۶-۶ انفجار به دلیل دیگ غیر استاندارد در جیرفت

۶-۳ شناسایی و بررسی نشانه های خطر

برای جلوگیری از حوادث باید ابتدا خطرات احتمالی را شناسایی نمود و قبل از شروع کار نشانه های خطر را جستجوکرد. این نشانه ها به دسته بندی های زیر تقسیم می شوند:

نشانه های مرئی:

۱. سوختن یا از بین رفتن رو پوش و عایق لوله ها
۲. وجود مواد و مایعات ناشناخته روی کف موتورخانه
۳. ناتمام ماندن کارهای الکتریکی و وجود سرسیم های لخت در تابلو برق
۴. وجود سیم های لخت روی کف موتورخانه

نشانه های صوتی:

۱. صدای غیرعادی نشت از شیرها (بخار، آب داغ، روغن داغ، مایعات شیمیایی و...)
۲. صدای غیر معمول ساییدگی دو چیز به هم از درون دستگاه ها و تجهیزات
۳. صدای ریزش مایع از یک مخزن یا ظرف حاوی مواد شیمیایی

نشانه های نامرئی استشمام بو:

۱. احساس کردن بوهای ناشناخته
۲. احساس کردن بوی ماندگی و فساد که حاکی از عدم تهویه صحیح موتورخانه است.

همان طور که شناخت نشانه های خطر احتمالی اهمیت دارد، دانستن نوع امکانات ایمنی و دسترسی به اورژانس در محل نیز مهم است. این امکانات شامل: نزدیکترین جعبه کمک های اولیه، نزدیک ترین وسایل اطفاء حریق، نزدیک ترین هشدار دهنده آتش سوزی، نزدیک ترین دستگاه تنفس اضطراری (مخصوصاً در سیستم های آمونیاکی) و.... می باشند.

در زیر لیست بعضی از دلایل خطرات که در دیگ خانه اتفاق می‌افتد ذکر شده است:

۱. به دلیل تمیز نکردن کف دیگ خانه از گریس، روغن و سایر مواد لغزنده کف لیز بوده و خطر آفرین می‌باشد.
۲. ذخیره و نگهداری نامناسب مواد شیمیائی.
۳. ذرات پشم سنگ و مواد آزبست از لوله ها و سقف دیگ خانه کنده و محیط را آلوده می کنند.
۴. سکو و نردبان ها در جای مناسب تعبیه نشده اند و دارای اتصالات ضعیفی می باشند.
۵. لوله های گاز و گازوئیل دارای نشتی می باشند.
۶. تجهیزات قطع سوخت و تشکیل سوخت بدرستی عمل نمی کنند.
۷. فضای کافی در اطراف دیگ بخار جهت تعمیرات در نظر گرفته نشده است.
۸. عملیات جوشکاری و تعمیرات به طور صحیح انجام نشده است.
۹. در نظر نگرفتن راه خروج اضطراری جهت کاربران دیگ در زمان وقوع حادثه.
۱۰. شفت پمپ ها و تسمه های بین پولی های گردنده بدون محافظ هستند.

۱۱. عدم استفاده از وسایل تصفیه آب و کنترل خوردگی، که منجر به تشکیل رسوب روی کوره و سطوح حرارتی و در نتیجه خوردگی در ناحیه پوسته و سطوح حرارتی می گردد. عدم بازرسی دوره ای و ضخامت سنجی قسمت های تحت فشار، اپراتور را از وضعیت داخلی دیگ غافل می کند. شکل ۱۷-۶ نمونه هایی از این رخداد را نشان می دهد.

شکل ۱۷-۶ سوراخ های روی لوله ناشی از عدم کنترل رشد خوردگی در آب

۱۲. دستکاری کردن سیستم های فرمان مشعل، پمپ و... و تنظیم آن ها از طرف افرادی که تخصص لازم برای این کار را ندارند و آموزش های ویژه ای در این زمینه ندیده اند. بنابراین منجر به ورود ناگهانی سوخت مایع و یا جمع شدن گاز در ناحیه کوره و محفظه برگشت و احتراق خواهد شد.

۱۳. برق با ولتاژ یا شدت جریان بالا به ویژه برق صنعتی منشا بسیاری از حوادث و آسیب های کاری می باشد. مخاطرات برق می تواند شامل مواردی چون اتصال کوتاه، آتش سوزی، برق گرفتگی، سوختگی، تخریب مدار، قطعی برق، خاموشی و توقف های حادثه ساز، نیروهای الکترومغناطیسی، پرتاب اشیاء و غیره باشد. رعایت اصول اجرایی ارت برای تابلو برق دیگ بخار از موارد ضروری ایمنی است. نمونه ای از رخداد

حادثه در این زمینه به شرح زیر می باشد.

محل وقوع: کشور هنگ کنگ

زمان: سال ۱۹۹۵ میلادی

شرح حادثه: حادثه در یک کارگاه نساجی و زمانی اتفاق افتاد که حدود ۳ ساعت از زمان خاموش شدن دیگ بخار می گذشت. دراین حادثه به دلیل اضافه جریان برق، ناگهان تابلوی برق دیگ بخار مشتعل گردید. اپراتور بلافاصله شیرهای سوخت را بسته و جریان برق دیگ بخار را قطع نمود و با آتش نشانی تماس گرفت.

علت وقوع حادثه: منشاء اصلی بروز مشکل، پرشرسوئیچ تشخیص داده شد. بدلیل شکستگی حباب جیوه پرشرسوئیچ، در مدار برق اتصال کوتاه اتفاق افتاده و به همین دلیل تابلو برق دیگ بخار دچار حریق گردید (نصب پرشر سوئیچ فشار در داخل تابلو برق دیگ بخار، غیر استاندارد بوده است).

راهکار جلوگیری از بروز حوادث مشابه: اعمال تعمیرات پیشگیرانه

۶-۴ نمونه ای از حوادث انفجار ظروف تحت فشار در صنایع

حادثه ۱:

محل وقوع: کشور ایران- شهر اراک

زمان: سال ۱۳۸۷

شرح حادثه: انفجار در کارخانه های کیمیاگران امروز و کیمیا گستران سپهر در شازند اراک منجر به صد درصد تخریب شد و ۳۰ کشته و ۵۰ مجروح بر جای ماند (شکل ۶-۱۸).

علت وقوع حادثه: منشاء اصلی بروز حادثه، جوشکاری روی مخزن ذخیره مواد شیمیایی بوده است که انفجار این مخزن منجر به انفجار سایر مخازن تحت فشار و دیگهای بخار گردیده است.

راهکار جلوگیری از بروز حوادث مشابه: توجه و آموزش اپراتور برای انجام جوشکاری اصولی در شرایط ایمن

شکل ۱۸-۶ انفجار مخازن در شازند اراک

حادثه ۲:

محل وقوع: کشور فرانسه

زمان: سال ۱۹۸۹ میلادی

شرح حادثه: حادثه زمانی رخ داد که پرسنل قصد داشتند تا دیگ بخاری ۱۱۶ مگاواتی را در یک کارخانه تولیدات شیمیایی پس از تعمیرات دوره ای ۱۵ روزه راه اندازی نمایند. در زمان وقوع حادثه حدود ۴۴۰ متر مکعب گاز به دلیل باز بودن شیرهای سوخت یکی از مشعل های رزرو در داخل دیگ جمع شده بود. متاسفانه در این حادثه ۱ نفر کشته و ۸ تکنسین مجروح شده و قطعات دیگ بخار تا شعاع ۲۵۰ متری تکه تکه شد .

علت وقوع مشکل: منشاء اصلی بروز مشکل باز بودن شیرهای سوخت مشعل رزرو و عدم سیستم اخطار در این خصوص بوده است.

راهکار جلوگیری از بروز حوادث مشابه: نگهداری و تعمیرات مداوم سیستم های حفاظتی و عدم استارت سیستم بدون وجود حفاظت های ذکر شده

حادثه ۳:

محل وقوع: کشور فرانسه

زمان: سال ۱۹۹۴ میلادی

شرح حادثه: حادثه در یک شرکت تولیدی مواد غذایی که دارای یک دیگ بخار با ظرفیت ۱ تن در ساعت بود اتفاق افتاد. دیگ بخار مذکور در سال ۱۹۷۹ نصب و با فشار کاری 10 bar راه اندازی شده بود و بخار مورد نیاز ۵ دستگاه پخت را تامین می کرد. پیش از انفجار صدایی از شیر اطمینان به گوش می رسید. متاسفانه در این انفجار ۳ نفر از پرسنل شرکت کشته شده (جسد یک نفر در حدود ۲۵۰ متری دیگ پیدا شد)، ۳ پرسنل دیگر نیز به شدت مجروح شدند. بدنه دیگ بخار (حدود ۳ تن وزن) حدود ۱۵۰ متر به سمت شمال کارگاه پرتاب شده و مخزن ذخیره آب گرم نیز حدود ۲۰۰ متر به سمت جنوب کارگاه پرتاب شده بود. نکته جالب توجه اینکه دیگ بخار مذکور جهت تعمیرات شیر اطمینان و درین حدود ۳ روز تحت تعمیر بوده و صبح روز واقعه وارد مدار شده بود . علت اصلی انفجار به احتمال قوی ورود ناگهانی حجم زیادی آب سرد و برخورد آن با لوله های بسیار داغ دیگ بخار بوده است (در زمان تغییر فاز آب از مایع به بخار حدود ۱۶۰۰ برابر افزایش حجم اتفاق می افتد). یکی از دلایل بی آب ماندن دیگ بخار و داغ شدن سطوح داخلی آن خرابی شیر درین احتمال داده شده است .

علت وقوع مشکل: منشاء اصلی بروز مشکل خرابی شیر درین و تخلیه آب دیگ بخار و افزایش دمای بسیار بالای سطوح داخلی بوده است.

راهکار جلوگیری از بروز حوادث مشابه: نگهداری و تعمیرات مداوم سیستم های حفاظتی و عدم استارت سیستم بدون وجود حفاظت های ذکر شده

حادثه ۴:

محل وقوع: کشور فرانسه

زمان: سال ۱۹۷۲ میلادی

شرح حادثه: روشن شدن دیگ بخار در موتورخانه مرکزی تاسیسات فرآوری نفتی با مشکل مواجه می شود. تکنسین مرتبط چندین بار سعی می کند تا مشعل را روشن نماید و نهایتاً زمان پیش پاکسازی فن را اتصال کوتاه می نماید. در نتیجه گاز در محفظه احتراق جمع شده و با یک جرقه منفجر شده است. در این حادثه تکنسین کشته شده و دیگ بخار کاملاً از بین رفته است.

علت وقوع حادثه: منشاء اصلی بروز حادثه حذف زمان پیش پاکسازی (عملکرد فن قبل از روشن شدن مشعل) و جمع شدن گاز در داخل محفظه احتراق تشخیص داده شده است.

راهکار جلوگیری از بروز حوادث مشابه: عدم روشن کردن سیستم بدون وجود حفاظت های استاندارد

۷

فصل هفتم

منابع

منابع فصل اول

۱. ISIRI ۴۲۳۱ استاندارد ملی ایران به شماره ۴۲۳۱، سازمان ملی استاندارد ایران
۲. ISIRI ۷۹۱۱ استاندارد ملی ایران به شماره ۷۹۱۱ تحت عنوان دیگ‌های بخار آب گرم لوله دودی، سازمان ملی استاندارد ایران
۳. استاندارد ملی ایران INSO ۱۸۱۳۲-۱، دیگ‌ها و مخازن تحت فشار (بخش الزامات اجرایی)، ویرایش اول، ۱۳۹۲
۴. استانداردهای بریتانیا برای مولدهای بخار BS ۲۷۹۰، BS ۸۵۵، ۱۹۹۰و ۱۹۹۲

منابع فصل دوم

۱. مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث چهاردهم: تاسیسات گرمایی، ویرایش سوم، ۱۳۹۶
۲. طباطبایی. س. م، محاسبات تاسیسات ساختمان، ویرایش هفتم، ۱۳۸۰
۳. ASME Section VIII (Boiler and Pressure Vessels code)، ویرایش ۲۰۱۹
۴. ISO ۱۶۵۲۸-۱: ۲۰۰۷، Performance requirment :۱ boilers and pressure vessels-Part
دستورالعمل ایمنی دیگ‌های بخار و ظروف تحت فشار، مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت و بهداشت کار (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)

منابع فصل سوم

۱. مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث چهاردهم: تاسیسات گرمایی، ویرایش سوم، ۱۳۹۶
۲. میرزازاده ق، کتاب موتورخانه بخار، ویرایش اول، ۱۳۹۳
۳. سلطاندوست م، طراحی موتورخانه، ویرایش دوم، ۱۳۹۰

منابع فصل چهارم

۱. آیین‌نامه وسایل حفاظت فردی، شورای عالی حفاظت فنی
۲. استاندارد زیست محیطی ISO ۱۴۰۰۱، ویرایش ۲۰۱۵
۳. استاندارد ASME Section V بازرسی غیر مخرب، ویرایش ۲۰۰۱

منابع فصل پنجم

۱. آیین نامه حفاظتی مولد بخار و دیگ های آب گرم، شورای عالی حفاظت فنی کشور
۲. Control of Substances Hazardous to Health ۲۰۰۲ (COSHH). ۲۰۰۲; Available from: https://www.hse.gov.uk/nanotechnology/coshh.htm.
۳. Control of Noise at Work Regulations ۲۰۰۵, https://www.hse.gov.

uk/noise/regulations.htm, HSE, ۲۰۰۵, http://www.legislation.gov.uk/uksi/۱۶۴۳/۲۰۰۵/contents/made.

۴. DIN EN ISO ۷۰۱۰, GraPHical symbols, Safety colours and safety signs , Registered safety signs (ISO ۷۰۱۰:۲۰۱۹); German and English version, DIN, D.E. ISO, ۲۰۲۰.

۵. BS ۸۸۰۰, Occupational health and safety management systems — Guide, British Standards Institution, B.S. Institution, ۲۰۰۴.

۶. S. Sorrell,The meaning of BATNEEC: interpreting excessive costs in UK industrial pollution regulation. Journal of Environmental Policy & Planning, ۱)۴ .۲۰۰۲): p. ۴۰-۲۳.

۷. TLVs-BEIs, Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, ACGIH, ACGIH, ۲۰۱۹.

منابع فصل ششم

۱. میرزازاده ق، کتاب موتورخانه بخار، ویرایش اول، ۱۳۹۳
۲. سلطاندوست م، طراحی موتورخانه، ویرایش دوم، ۱۳۹۰
۳. حوادث دیگ و مشعل به نقل از خبرگزاری ها
۴. https://mboiler.com/boiler-explosion-in-shiraz/
۵. https://mboiler.com/-۸۴exp-sb۸۶-/

Safety in use of pressure vessels

for workers and employers

ISBN:978-600-6203-14-0

مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار